بررسی تغییرات چوب درخت نارون در برابر قارچ‌های مولد پوسیدگی در جنگل‌داری شهری اصفهان

مینا رئیسی [۱*], محسن بهمنی [۲], علی جعفری [۳]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

ایمیل نویسنده مسئول: minaraiesi@yahoo.com شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۳۶۵۹۱۲۲۸۱

۲- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

چکیده

درختان از ذخایر ارزشمند مناطق شهری هستند. با این وجود در اکثر مواقع در معرض عوامل مخرب زیستی مانند قارچ‌ها، حشرات، باکتری‌ها و ... هستند که منجر به کاهش و یا از بین بردن مقاومت مکانیکی آنها می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی میزان و الگوی تخریب چوب درخت نارون در برابر قارچ های مولد پوسیدگی و بررسی اثرات تخریبی آنها می‌باشد. باانجام مطالعات میدانی از درختان نارون واقع در پارک شهید رجایی (پارک هشت بهشت) اصفهان قارچها جمع‌آوری و خالص‌سازی شدند. نمونه‌های چوبی تهیه شده در معرض قارچ پوسیدگی سفید قرار گرفته و پس از ۴ و ۸ هفته تغییرات کاهش وزن و مقاومت به ضربه اندازگیری گردید. همچنین جهت بررسی الگوی تخریب قارچ، آنالیز میکروسکوپی صورت گرفت. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. نتایج نشان داد نمونه‌های برون چوب در برابر قارچ پوسیدگی سفید پس از گذشت ۸ هفته در مقایسه با ۴ هفته کاهش وزن بیش‌تری را نسبت به درون چوب دارند. همچنین بررسی‌های میکروسکوپی الگوی تخریب پوسیدگی سفید همزمان (همبود) را نشان داد.

کلمات کلیدی:

"جنگلداری شهری" ,"قارچ پوسیدگی‌چوب" ,"نارون"

Evaluating variations of Ulmus carpinifolia var. umbelifera tree wood against wood decay fungi in urban forestry in Isfahan Township

[1*] Graduate of Forestry, Department of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Iran

[2] Assistant Pro, Forestry, Department of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Iran

[2] Assistant Pro, Forest science, Department of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Iran

[*]Email Address: minaraiesi@yahoo.com [*] Mobile Phone: +989365912281

Abstract

Urban trees are valuable storage in the metropolitan areas. Trees are often subjected to abiotic factors agents such as fungi, bacteria, insects, etc, which lead to destroy mechanicals strength and decline mechanical properties vulnerability diseases. The objective of this study was to determine the potential degradation of *Ulmus* tree by wood decay fungi. Results indicated that the degradation of samples increased with increase the incubation time. Visual observations *Ulmus* trees of Hasht Behesht Isfahan Park was featureswas record, also wood decay fungi was collected. And after 4 and 8 weeks, Mass Loss (ML) and impact bending were measured. Also, optical microscopy analysis was performed to investigate the fungal degradation pattern. Statistical analysis was performed using SPSS software. Mass Loss (ML) increased after 8 weeks incubation as compared to 4 weeks. Mass loss in heartwood was less than sapwood. Also, microscopic analysis elustrated deteriration with properties of simultaneous white-rot.

Keywords

“Urben Forestry”, “Wood decay fungi.”, “Ulmus tree”

۱ مقدمه

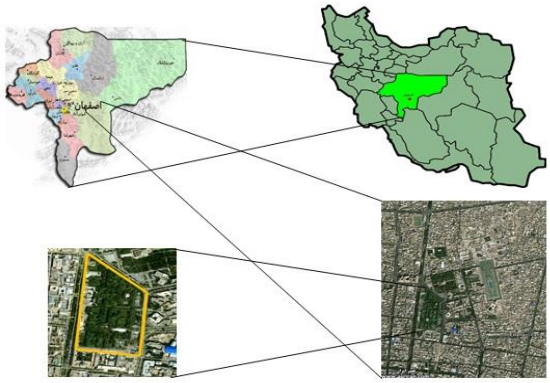
فضای شهری، مکان‌هایی هستند که به عموم شهروندان تعلق داشته، منحصر به جنبه کالبدی و فیزیکی نبوده و در حقیقت با حضور انسان و فعالیت اوست که معنی می‌یابد(بهرام سلطانی، ۱۳۸۷؛ کاشانی‌جو، ۱۳۸۹؛ نهیبی و حسن دخت، ۱۳۹۳). فضاهای سبز شامل درختان و گیاهان دیگر هستند که به عنوان شش‌های شهر به کار گرفته می‌شوند، فعل و انفعالات شهری فرآیندهای طبیعی را فراهم می‌کنند و به اصلاح اقلیم محلی کمک می‌کنند (حجتی و مضطرزاده، ۱۳۸۹). منافع و ارزش پارک‌ها و فضاهای سبز به خوبی قابل درک می‌باشند و به شکل روزافزونی به عنوان چالشی برای سلامت انسان مورد توجه قرار می‌گیرند، اگر چه چنین منابعی همواره به صورت برابر میان عموم (مردم جامعه) تقسیم نشده است (Sister et al., 2004). فضای سبز شهری بخصوص درختان موجود در این فضاها از مشخصه‌های مهم هر شهر است، درختان نارون (*Ulmus spp.*) به علت داشتن ظاهری آراسته و سایه‌بانی گسترده به عنوان درختی زینتی و سایه‌دار در فضای سبز غالب شهرها به کار می‌روند (Shojaei et al, 2001). در بیش‌تر کشورها هرساله میلیون‌ها دلار برای حفاظت و نگهداری درختان شهری صرف می‌شود. با این وجود، درختان در معرض قارچ پوسیدگی قرار دارند. بیش‌تر قارچ‌ها قادر به تخریب مواد شیمیایی ساختار چوبی درختان هستند. که در نهایت منجر به کاهش مقاومت مکانیکی آنها بخصوص در شرایط جوی نامساعد مانند: باد، برف و باران می‌شوند که این خود به عنوان یک عامل خطر آفرین برای جان و مال مردم می‌باشد. (Schmidt 2006). قارچ‌ها را باید یک گروه از مهم‌ترین موجودات روی زمین به شمار آورد زیرا این گروه از موجودات نه تنها نقش مستقیمی در اکوسیستم‌های طبیعی دارند، بلکه اثرات شگرفی به‌طور مستقیم و غیر مستقیم روی زندگی انسان می‌گذارند و هر ساله باعث میلیاردها دلار سود و یا ضرر اقتصادی می‌شوند. تعدادی از عوامل بیماری‌زای قارچی روی درختان خسارت وارد می‌کنند و بیماری‌های مختلف از جمله پژمردگی، مرگ ناگهانی و سرخشکیدگی و ... را ایجاد می‌نمایند. گروهی از قارچ‌ها نیز به‌عنوان اندوفیت بدون ایجاد علایم داخل بافت‌های گیاهی مستقر هستند (عطایی سلامی، ۱۳۹۶). یکی از مهم‌ترین معایب که در درختان سرپا وجود دارد و پایداری آنها را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. پوسیدگی (چوب تنه، شاخه و ریشه) است. به همین دلیل شناسایی پوسیدگی در درختان سرپا و تخمین شکل و وسعت آن برای ارزیابی درخت اهمیت زیادی دارد. پوسیدگی در درختان سرپا ناشی از برهم کنش‌های پیچیده بین درخت و عوامل پوسیدگی (قارچ‌ها) است. بسیاری از این میکروارگانیسم‌ها از طریق زخم‌های موجود در پوست ساقه، شاخه و ریشه وارد درخت می‌شوند. این زخم‌های ممکن است به وسیله حیوانات و حشرات، سوراخ کردن تنه برای مطالعات علمی، هرس کردن شاخه‌ها، شکستگی شاخه‌ها در اثر باد، توفان و یا افتادن درختان مجاور، وسایل نقلیه، حفاری و سایر فعالیت‌های انسانی در پوست درخت ایجاد شوند (کرتولی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین، تشخیص درختان حاوی پوسیدگی به ویژه در مراحل اولیه، می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهره‌وری جنگل داشته باشد. بدین منظور تجهیز تشکیلات جنگلبانی به ابزار مناسب برای تشخیص پوسیدگی درونی درختان سرپا سبب می‌شود که مدیران جنگل از وسعت خسارت ایجاد شده در یک عرصه جنگلی بهتر آگاه شوند و با اعمال عملیات‌های جنگل-شناسی و سایر مدیریت‌های مشابه در توده مورد نظر و قطع درختان، تصمیم‌گیری بهتری نمایند. از این رو تشخیص پوسیدگی در درختان (به ویژه آنهایی که مشخصه‌ی ظاهری ندارن) مدیریتی سودمند برای مدیران جنگل است (Wang et al., 2004 and 2005). از سوی دیگر مجموعه‌ای از خیابان‌ها، باغ‌ها و پارک‌ها در کشود وجود دارند که دارای درختان بسیار زیبا و بعضاً کهن‌سال هستند که حفظ و نگهداری آنها (از لحاظ تلطیف هوا، تفرج‌گاهی، زیبایی شناسی، کاهش آلودگی هوا و صوتی و همچنین در برخی موارد میراث فرهنگی)، ارزش فوق-العاده‌ای دارد. در نتیجه ارزیابی عوامل خطر آفرین در آنها بسیار حائز اهمیت است (Schulz & Boyle, 2006). Karim و همکاران (2016) به بررسی تبدیل شیمیایی پوسیدگی چوب بلوط توسط قارچ *Pleurotus ostreatus* پرداختند. نمونه‌های چوب پوسیده از بلوط طبیعی آلوده جمع‌آوری و سپس پوسیدگی سفید قارچ‌های *P. ostreatus* از نظر مورفولوژی شناسایی شده و با ترتیب‌گذاری rDNA تایید شد. پس از مشخص شدن ترکیبات سلولز و لیگنین، طیف سنج FTIR برای جمع‌آوری طیف از نمونه‌های چوب فاسد و نافاسد استفاده شد و جنبه‌های بافت شناسی پوسیدگی توسط میکروسکوپ نوری تحت نظر قرار گرفته شد.نتایج تجزیه و تحلیل شیمایی تحقیق انجام شده نشان داد که سلولز و لیگنین در قارچ *P. ostreatus* عامل پوسیدگی مقادیر مشابه دارند. همچنین تجزیه و تحلیل FTIR و تصاویر میکروسکوپی نشان داد که قارچ *P. ostreatus* به طور همزمان سفید- پوسیدگی در

نمونه‌های بلوط آلوده مشاهده شد. باری (۱۳۹۲) در بررسی خود تحت عنوان مقایسه‌ی قارچ پوسیدگی سفید (*Pleurotus ostreatus*) و قارچ (*Trametes versicolor*) از نظر توان تخریب زیستی و اثر آنها بر خصوصیات مکانیکی و شیمیایی چوب راش شرقی در جنگل‌های علمدارده ساری پرداخت. همچنین در مطالعه‌ی دیگری Ratuszniak & Zdun (2009) در کشور بلغارستان به بررسی‌قارچ های عامل پوسیدگی بر روی درختان راش اروپایی پرداختند که طی این تحقیقات توانستند ۴۳ گونه قارچی از شاخه بازیدیومیکوتا از جمله *Phellinus ingiarius*، *Fomes fomentarius* را شناسایی کنند. با توجه به آنکه در زمینه قارچهای پوساننده و چوب‌زی و دانستن اطلاعاتی درباره پراکنش این نوع قارچها روی درختان نارون در فضای سبز شهری تاکنون در استان اصفهان مطالعاتی صورت نگرفته است. لذا بررسی و آگاهی از تاثیر این قارچ سبب کنترل و بهبود در عمل مدیریت درباره درختان شهری صورت می‌شود.

۱-روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

منطقه مورد بررسی در استان اصفهان، شهرستان اصفهان که مختصات آن ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. استان اصفهان در مرکز ایران واقع شده است. مساحت فضای سبز شهر اصفهان ۵۱۱۰۱۴۱۶ متر مربع است که پراکندگی آن در جنوب و شرق بیش‌تر است و سرانه‌ی فضای سبز شهر اصفهان ۲۶,۲۸ متر مربع است (سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان، ۱۳۹۱). بازدیدهای میدانی و مشاهده‌ی درختان نارون پارک شهید رجایی اصفهان (معروف به باغ هشت بهشت) در خیابان باغ گلدسته در شکل (۱) آورده شده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

- **روش اجرا**

گونه مورد بررسی در این مطالعه گونه نارون با نام علمی *Ulmus carpinifolia var. umbelifera* گونه‌ای است که بخاطر فرم مناسبی، ظاهری زیبا به عنوان سایه‌بانی گسترده جهت کاشت، در فضای سبز غالب شهرها به کار می‌رود (Shojaei et al, 2001). نمونه‌برداری به صورت انتخابی، از درختان آلوده به قارچ صورت گرفت.

- **جمع‌آوری و خالص‌سازی قارچ**

برای شناسایی نوع قارچ، نمونه‌برداری و تصویربرداری انجام شد سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده جهت شناسایی به آزمایشگاه انتقال یافت؛ و پس از بررسی خصوصیات ظاهری آنها مانند: اندازه بازیدیوکارپ، ضخامت بازیدوکارپ، رنگ سطح زیرین و زبرین قارچ، شکل اسپور، ساختمان میسلیوم و شکل منافذ مشخص شد سپس با استفاده از این اطلاعات و مراجعه به منابع معتبر شناسایی صورت گرفت (یونس آبادی، ۱۳۹۱؛ رستمیان و همکاران، ۱۳۹۲). شناسایی قارچهای بر روی چوب درخت نارون نشان داد که درخت دارای قارچ مخرب مولد پوسیدگی سفید *phellinus pomaceus* است که دارای مشخصات ظاهری همچون بازیدیوکارپ قهوه‌ای و قابل تشخیص می‌باشد، سطح منافذ در ابتدای رشد زرد مایل به قهوه‌ای و بعد زرد روشن است. منافذ بسیار کوچک و صاف هستند. معمولاً به صورت پهن و نیمه گسترده تا گسترده می‌باشند (Dai and Cui, 2011; Cui and Decock, 2012). پس از شناسایی قارچ خالص‌سازی قارچ در آزمایشگاه صورت گرفت.

- **آماده‌سازی نمونه‌های چوبی**

تهیه نمونه چوب از درختان آلوده به قارچ عامل پوسیدگی و درختان سالم به عنوان نمونه‌های شاهد، جداسازی و خالص‌سازی قارچ برای این منظور پس از ضد عفونی کردن چوب تخریب شده، تکه‌هایی به مقیاس میلی‌متر از چوب آلوده جدا نموده و بر روی محیط کشت ضعیف واتر آگار قرار داده می‌شود. سپس از نمایان شدن ریسه‌های قارچ، از هر پتری‌دیش ۳ عدد نوک هیف تهیه کرده و در محیط جدید مالت اکستراکت آگار که از لحاظ مواد غذایی غنی است قرار داده می‌شود (Schmidt et al., 2012). سپس خشک کردن نمونه‌های چوبی درون و برون چوب در دستگاه آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد

و سپس استریل کردن آنها در دستگاه اتوکلاو قبل از معرض گذاری، شکل (۲). در معرض‌گذاری نمونه‌های برون و درون چوب با قارچ *P. pomaceus* در محیط مالت اکستراکت آگار

شکل ۲- مراحل انتقال نمونه‌های قارچ به ظروف کشت (A)، نگهداری ظروف شیشه‌های کشت در دستگاه انکوباتور (B)، خشک کردن نمونه‌ها (قبل از معرض گذاری) جهت قرار گیری در محیط کشت (C) و انتقال نمونه‌های چوبی به ظروف حاوی هیف‌های قارچ (D)

- **آزمون دوام زیستی (کاهش وزن)**

ارزیابی توان تخریب زیستی قارچ مخرب و مقایسه‌ی آن با نمونه‌ی چوب درخت سالم مطابق با استاندارد اصلاح شده‌ی EN-113 صورت گرفت. پس از وزن کردن نمونه‌ها در اتوکلاو استریل گردیدند. سپس انتقال نمونه‌های استریل شده، زیر دستگاه هود به داخل پتری‌های حاوی میسلیوم‌های قارچ‌های تهیه شده منتقل شدند و در دو مدت جداگانه ۳۰ و ۶۰ روزه نمونه‌ها در دمای ۲±۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد نگهداری شدند. بعد از گذشت ۴ هفته سری اول نمونه‌های چوب از درون ظرف‌ها خارج و پس از پاک کردن میسلیوم قارچ‌ها از روی سطح آنها (بعد از معرض گذاری ۳۰ روز)، نمونه‌ها داخل دستگاه آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتن تا خشک شوند و سپس وزن خشک بعد از معرض گذاری نمونه‌ها محاسبه شد و کاهش وزن برای هریک از نمونه‌های برون و درون چوب از رابطه ۱ محاسبه شدند.

رابطه (۱) $\text{Mass Loss}=\frac{M_1-M_2}{M_1}\times 100$

Mass Loss= میزان کاهش وزن (gr)،

M_1= وزن چوب خشک قبل از معرض گذاری (gr)،

M_2= وزن چوب خشک بعد از معرض گذاری (gr).

همچنین بعد از گذشت ۸ هفته (بعد از معرض گذاری ۶۰ روز) نمونه‌های سری دوم نیز مجدداً مطابق سری اول وزن شدند (باری و همکاران، ۱۳۹۰). این آزمایش برای قارچ *P. pomaceus* در سه تکرار انجام گرفت.

- **آزمون مکانیکی**

تعیین مقاومت به ضربه‌ی چوب درختان آلوده به عامل قارچ مخرب *P. pomaceus* و درختان سالم، مطابق با استاندارد ASTM-D 256-04 و 143-04. با استفاده از رابطه‌ی ۲ برای هریک از نمونه‌های برون و درون چوب محاسبه شد.

رابطه (۲) $impact\ bending=\frac{F}{A}\ (J/m^2)$

i= مقاومت به ضربه (J/m^2)،

F= نیرو (نیوتن)،

A= سطح مقطع m^2 (1).

- **ارزیابی میکروسکوپی**

تعیین ویژگی‌های آناتومی چوب درختان آلوده با استفاده از روش باری (۱۳۹۲) صورت گرفت. به این منظور از نمونه‌های چوبی برون و درون چوب نارون تخریب شده که در معرض قارچ *P. pomaceus* قرار گرفتند، بلوک‌های کوچکی با ابعاد ۸*۸*۸ میلی‌متر تهیه و به‌وسیله‌ی میکروتوم برش‌هایی با ضخامت ۱۵ میکرومتر از آن‌ها برداشته می‌شود. برش‌ها را با مخلوط زافرانین ۵٪ و آسترابلو ۰,۳٪ رنگ‌آمیزی می‌کنیم. آنگاه نمونه‌ها را داخل دستگاه آون گذاشته و برای جلوگیری از تولید حباب بر روی هر یک از آنها وزنه‌ی ۵۰ گرمی قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه خشک شدند سپس الگوهای تخریب قارچی در زیر میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند (باری، ۱۳۹۲).

- **تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها**

نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS به کمک تجزیه واریانس تحلیل و بررسی شد و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

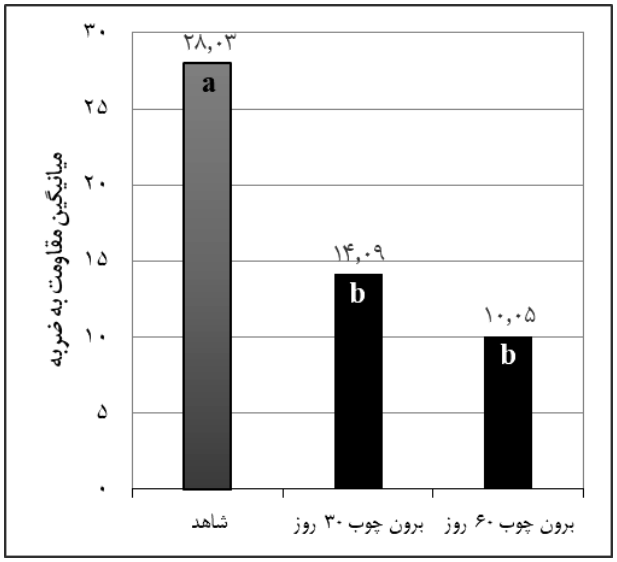
۳- نتایج

مقاومت به ضربه

در جدول ۱ تجزیه و تحلیل نتایج مقاومت به ضربه نمونه‌های برون چوب نارون در برابر قارچ *P. pomaceus* در دوره‌های زمانی ۳۰ و ۶۰ روزه را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقاومت به ضربه نمونه‌های شاهد و در معرض‌گذاری شده پس از ۳۰ و ۶۰ روز در سطح اطمینان ۱ درصد وجود دارد. همچنین در گروه بندی دانکن نمونه های در معرض گذاری قارچ و شاهد از نظر مقدار در دو گروه (a و b) قرار گرفتند (شکل ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس یک طرفه نمونه‌های برون چوب در معرض قارچ *P. pomaceus*، دوره ۳۰، ۶۰ روزه و شاهد

	مجموع مربعات SS	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F	sig
بین گروه‌ها	۲۲۸۹,۸۲	۲	۱۱۴۴,۹۱	۳۲,۷۲	۰,۰۰
داخل گروه‌ها	۴۱۹,۸۴	۱۲	۳۴,۹۷		
کل	۲۷۰۹,۶۶	۱۴	–		

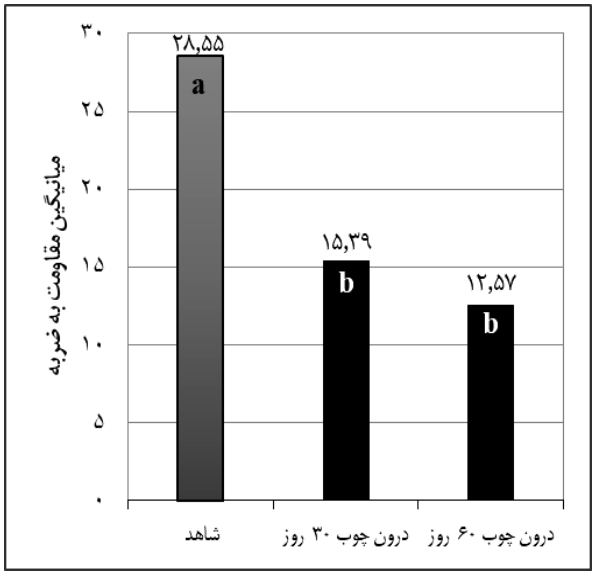


شکل ۳- مقاومت به ضربه نمونه‌های برون چوب در معرض قارچ *P. pomaceus*، دوره ۳۰، ۶۰ روزه و شاهد

در جدول ۲ تجزیه و تحلیل نتایج مقاومت به ضربه نمونه‌های درون چوب نارون در برابر قارچ *P. pomaceus* در دوره‌های زمانی ۳۰ و ۶۰ روزه را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقاومت به ضربه نمونه‌های شاهد و در معرض‌گذاری شده پس از ۳۰ و ۶۰ روز در سطح اطمینان ۱ درصد وجود دارد. همچنین در گروه بندی دانکن نمونه های در معرض گذاری قارچ و شاهد از نظر مقدار در دو گروه (a و b) قرار گرفتند (شکل ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس یک طرفه نمونه‌های درون چوب در معرض قارچ *P. pomaceus*، دوره ۳۰، ۶۰ روزه و شاهد

	مجموع مربعات SS	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F	sig
بین گروه‌ها	۱۷۰۷,۵۳	۲	۸۵۳,۷۶	۱۴,۷۰	۰,۰۰۱
داخل گروه‌ها	۶۹۶,۷۷	۱۲	۵۸,۰۶		
کل	۲۴۰۴,۳۰	۱۴	–		



شکل ۴- مقاومت به ضربه نمونه‌های درون چوب در معرض قارچ *P. pomaceus*، دوره ۳۰، ۶۰ روزه و شاهد

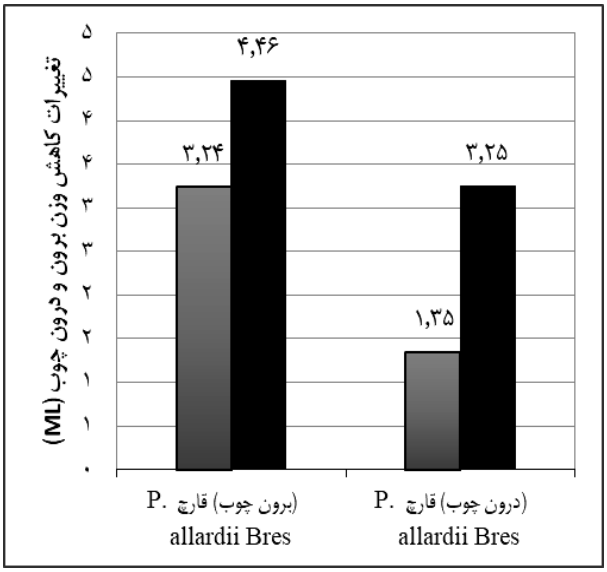
کاهش وزن

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری کاهش وزن پس از ۳۰ و ۶۰ مجاورت در برابر قارچ *P. pomaceus* مورد در جدول ۳ و

شکل ۵ آورده شده است. نتایج آزمون t در برون چوب نشان می‌دهد بین مقادیر میانگین‌های دوره های ۳۰ و ۶۰ روزه در سطح اطمینان ۵ درصد اختلاف معنی وجود ندارد در حالی که در درون چوب عکس این مورد است و دارای اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل تغییرات کاهش وزن برون و درون چوب در معرض قارچ ***P. pomaceus***، (ML)

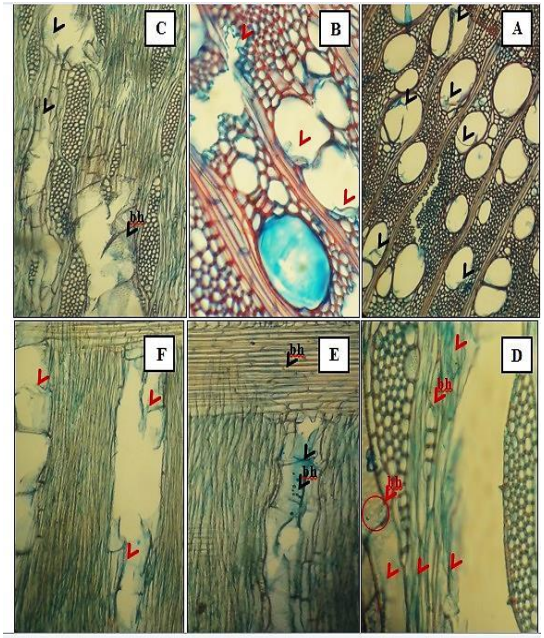
کاهش وزن (ML)		دوره ۳۰ روز	دوره ۶۰ روز
کاهش وزن برون چوب قارچ *P. pomaceus*	میانگین	۳,۲۴	۴,۴۶
	انحراف معیار	۱,۶۳	۳,۴۳
کاهش وزن درون چوب قارچ *P. pomaceus*	میانگین	۱,۳۵	۳,۲۵
	انحراف معیار	۰,۹۸	۲,۷۷



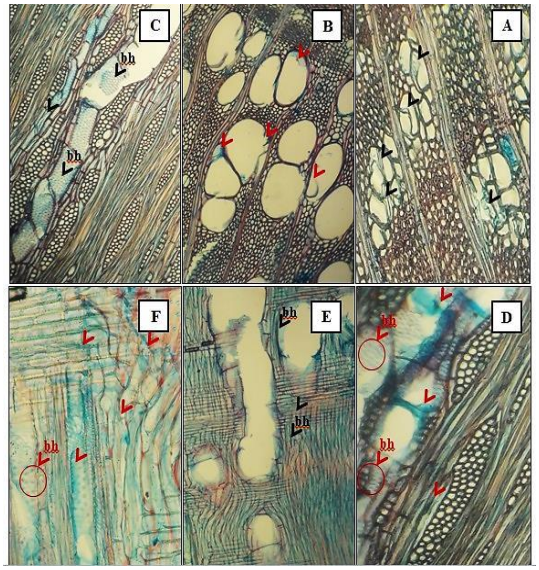
شکل ۵- تحلیل تغییرات کاهش وزن برون و درون چوب در معرض قارچ *P. pomaceus*، دوره ۳۰، ۶۰ روزه

ارزیابی میکروسکوپی

ارزیابی‌های میکروسکوپی راه مناسبی برای بررسی شیوه‌ی عملکرد تخریب قارچ‌های مخرب چوب و مقایسه مکانیسم آنها در تخریب دیواره‌های سلولی می‌باشد. در شکل (۶) شیوه‌های تخریب قارچ *P. pomaceus* در برون چوب و در شکل (۷) شیوه‌های تخریب قارچ *P. pomaceus* در درون چوب نمایش داده شده است.



شکل ۶- تصاویر میکروسکوپی چوب برون نارون پس از ۸ هفته قرار گرفتن در معرض قارچ *P. pomaceus*، A و B برش عرضی، C و D برش مماسی، E و F برش شعاعی



شکل ۷- تصاویر میکروسکوپی چوب درون نارون پس از ۸ هفته قرار گرفتن در معرض قارچ *P. pomaceus*, A و B برش عرضی، C و D برش مماسی، E و F برش شعاعی

در ارزیابی‌های میکروسکوپی بررسی‌های الگوی تخریب در شکل (۶ و ۷) نشان می‌دهد که قارچ *P. pomaceus* قادر است وارد حفره سلولی شده و دیواره‌های سلولی را تخریب کند. نفوذ ریسه‌ها به درون حفره‌ی سلولی و نیز گسیخته شدن دیواره‌ی سلولی (نوک پیکان) نمونه چوب در مقاطع عرضی و تخریب پره‌های چوبی در برش مماسی به خوبی نمایان است. همچنین در تصویر برش مماسی حضور ریسه‌ها در حفره‌ی سلولی و ایجاد حفره (bh) توسط قارچ *P. pomaceus* نشان داده است. تصویر مقاطع شعاعی نشان از حضور فعال ریسه‌ها می‌باشد که این ریسه‌ها قادرند منافذ دیواره را سوراخ کنند و سپس توسط این منافذ که گذرگاهی برای رسیدن ریسه‌ها به سلول مجاور هستند استفاده کنند. تصاویر به خوبی نشان دهنده‌ی توانایی تخریب قارچ *P. pomaceus* در هر دو نمونه چوب برون و درون نارون است در حالی که در نمونه‌های برون چوب تخریب بیش‌تری رخ داده و بیش‌تر تحت تاثیر قارچ مذکور قرار گرفته است.

٤- نتیجه‌گیری

بیماری عبارت است از کلیه تغییرات مورفولوژیکی، ساختمانی و فیزیولوژیکی که به گیاه از جانب عوامل عفونی مانند ویروس‌ها، مایکوپلاسماها، میکروارگانیزم‌ها، باکتری‌ها، گیاهان انگلی و یا تحت شرایط نامناسب و نامتعادل محیطی به لحاظ دما، رطوبت، نور، عناصر غذایی، آب، گازهای سمی، باران‌های اسیدی، تگرگ، برف، باد و سموم تحمیل می‌شود. قارچها یکی از عوامل ایجاد بیماری در درختان جنگلی هستند (صارمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ نوح‌شهر و رضاپور، ۱۳۷۹). قارچها موجوداتی هتروتروف بوده، این موجودات به علت فقدان کلروفیل (سبزینه) قادر به سنتز مواد آلی نیستند (Human 2008). قارچهای تجزیه کننده چوب به سه دسته پوسیدگی سفید، قهوه‌ای و نرم طبقه‌بندی (Eriksson et al., 1990; Zabel & Morrell, 1992; Eaton and Hale, 1993; Schmidt, 2006). یافته‌های مربوط به کاهش وزن در نمونه‌های برون چوب در معرض قرار گرفته نشان داد که کاهش وزن در نمونه‌های برون چوب در معرض قرار گرفته قارچ *P. pomaceus* بیش‌ترین کاهش را داشته و نمونه‌های درون چوب در معرض قرار گرفته قارچ *P. pomaceus* کم‌تر وزن از دست داده است می‌توان یکی از علت‌های مهم آن را ساختار ویژه درون چوب دانست زیرا درون چوب از فعالیت زیستی خارج شده و صرفاً استحکام درخت را تامین می‌کند و حاوی مواد شیمیایی است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸) لذا می‌توان گفت که کم‌تر تحت تاثیر تخریب قارچ و کاهش مقاومت قرار می‌گیرد. برای بیان دلیل افت مقاومت به ضربه چوب برون و درون نارون بر اثر حمله و تخریب قارچ نسبت به قطعه نمونه‌های برون و درون چوب شاهد سالم می‌توان به این نکته اشاره کرد که دیواره‌های سلوای و اشعه‌های چوبی چوب نارون بر اثر حمله‌ی قارچ مورد مطالعه به‌شدت نازک شدند، و به تبع آن نیز میزان تخلخل چوب زیاد گردید، لذا با کاهش ماده‌ی سلولی و افت وزن ناشی از تخریب قارچی این مقاومت نیز با افت مواجه شد. بر اساس گزارش‌های داده شده نیز اگر چوب از نظر ساختمانی، دیواره‌های سلولی و اشعه‌های چوبی نازک و میزان تخلخل چوب زیاد شود؛ چوب استقامت بسیار اندکی در برابر بار ضربه‌ای که بر آن وارد می‌شود خواهد داشت (Kolman & Cote, 1975). نتایج حاصل نشان می‌دهد که در میانگین کاهش وزن برون چوب و درون چوب، بعد از گذشت ۶۰ روز کاهش وزن نسبت به گذشت ۳۰ روز افزایش یافته است که نتایج روند افزایشی کاهش وزن پژوهش انجام شده مطابق با نتایج کار باری (۱۳۹۲) است. نتایج تحقیق نشان داد که به طور کلی پوسیدگی از یک روند فیزیکی و شیمیایی پیروی می‌کند و دارای ۴ مرحله است: مرحله نهفته، مرحله اولیه، مرحله میانی، و مرحله پیشرفته است که سبب به وجود آمدن حفره می‌شوند و در درختان سرپا منجربه درون تهی شدن آنها می‌شوند (Leininger et al., 2001؛ Schmidt & Czecshlik, 2006). طی مراحل میانی پوسیدگی تا پوسیدگی پیشرفته، چوب مقاومت و کیفیت بیولوژیکی خود را به طور کامل و اساسی از دست می‌دهد (Leininger et al., 2001). بدیهی است هرچه معایب درختان زودتر شناخته شود و اقدامات اصلاحی و پرورشی در سنین کم‌تر در مورد درختان اعمال شود، نتایج حاصل مفیدتر و خطرات احتمالی آتی کم‌تر خواهد شد (پورمجیدیان و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج پژوهش انجام شده نشان داد که قارچ عامل پوسیدگی سفید، لیگنین را بیش‌تر از سایر ترکیبات مورد حمله قرار می‌دهد که مطابق با سایر گزارش‌های انجام شده توسط (Schwarze et al., 2004; Eriksson et al., 1990; Otjen and Blanchette 1985) می‌باشد. میزان افت زیاد مقاوت به ضربه می‌تواند، دلیلی محکمی بر ایجاد پوسیدگی سفید از نوع همبود باشد، در مطالعات صورت گرفته توسط Karim et al., 2016; Schmidt, (2006) نیز بر این موضوع تاکید کرده‌اند چرا که بخش عظیمی از استحکام چوب مربوط به سلولز است و این نوع پوسیدگی نشان از تخریب لیگنین، سلولز و همی سلولز را با سرعت یکسان می-

دهـد (Eriksson et al., 1990; Schmidt, 2006; Schwarze, 2007). مدیران جامعه شهری بـه منظـور ایجـاد جنگل شهری ایمن (بی‌خطر) و سودمند برای شهروندان مسئولیت دارند. بنابراین ارزیابی و مدیریت خطر درخت، بسیار مهم است. بـا شیوع قارچ‌های مخربی چون *P. pomaceus* و تهدید سلامت درختان مبارزه با آنها امری ضـروری اسـت پوسـیدگی درونـی در بسیاری از پهن برگان وجـود دارد. چـون چـوب قسـمت مرکـزی درخت، که در زمان جوانی به وجـود آمـده اسـت (چـوب جـوان)، دارای ویژگی‌های فیزیولوژیکی ضعیف‌تری نسبت به بخش بیرونی آن است، در نتیجه این بخش نسبت به پوسیدگی مغزی مسـتعدتر است. درون تهی شدن درختان سـرپا، سـبب خشـک شـدن و یـا کاهش مقاومت درخت در برابر بارهای وارد شده مانند باد و برف و در نتیجه شکسـتگی و افتـادن درخـت مـی‌شـود. از طـرف دیگـر پوسیدگی درونی در درختان جنگلی سبب کاهش حجم چوب ساقه و ارزش کیفـی چـوب و در نتیجـه ضـررهای هنگفـت اقتصـادی می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع این پژوهش و افزایش آلودگی‌های مربوط به هوا و محیط زیست که منجـر بـه افـزایش این قارچها در محیط می‌شود. پیشنهاد می‌شود در این منطقه یک مدیریت صحیح حمایت و حفاظت صورت بگیرد.

منابع

- باری، ا. ۱۳۹۲. مقایسه‌ی قـارچ پوسـیدگی سـفید *Pleurotus ostreatus* و قـارچ *Trametes versicolor* از نظـر تـوان تخریب زیستی و اثر آنها بر خصوصیات مکانیکی و شیمیایی چـوب راش شـرقی: پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد، دانشـکده‌ی علـوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ساری.
- باری، ا.، رجبی، ا.، بهداد، ا.، تاجیک قنبری، م ع.، ۱۳۹۰. آسیب‌های بیولوژیکی چوب، (قارچهاب مخرب درختـان سـرپا و چـوب‌آلات افتاده‌ی درختان در منطقه‌ی شمال ایران)، پروژه‌ی کارشناسی، دانشکده‌ی شماره دو ساری، دانشگاه ساری.
- بهرام سلطانی، ک.، ۱۳۸۷. طرح بررسی اثرات توسعه بر فضای سبز تهران، انتشارات سازمان محیط زیست، ص ۴۱.
- حجتی، و.، مضطرزاده، ح.، ۱۳۸۹. طراحی خیابان‌های شهری با محوریت توسعه‌ی پایدار، فصـلنامه جسـتارهای شهرسـازی، سـال ۹، شماره ۱۳، ص۶۷-۷۷.
- رستمیان، م.، کاوسی، م ر.، شتایی، ش.، محمد علیپور ملکشاه، ع ا.، ۱۳۹۲. شناسایی قـارچهـای طاقچـه‌ای و ویژگـی‌هـای درختـان میزبان آنها در سری یک جنگل شصت کلاته گرگان، مجله بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، سال اول، شماره ۲، ص ۲۷-۴۰.
- سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان، ۱۳۹۲. اصفهان، ایران.
- صارمی، ح.، پیغامی، ا.، پژوهند، م.، ۱۳۸۱. در ترجمه اصول قارچ‌شناسی. آلکسوپولوس، سی. جی.، میمس، سی. دبلیو.، بلـک ول، ام. (مولفین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۶۹۶.
- عطایی سلامی، ت. ۱۳۹۶. جداسازی و شناسایی قارچ‌های اندوفیت از سرشاخه گیاهان جنگلی شهرستان ساری: پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه ساری.
- کاشانی جو، خ.، ۱۳۸۹. باز شناخت رویکردهای نظریه به فضاهای عمومی شهری، مجله هویت شهر، شماره ۶.
- کرتولی نژاد، د.، نجفی، ا.، کاظمی نجفی، س.، ۱۳۹۱. ارزیابی پوسیدگی درختان آسیب دیـده راش حاشـیه مسـیرهای چوبکشـی بـا استفاده از تکنیک غیر مخرب امواج تنشی، نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر، دوره ۲۰، شماره ۴ (۵۰)، ص ۶۲۲-۶۳۳.
- کریمی، ع ن.، پورطهماسبی، ک.، اختراع، م ح.، ۱۳۸۸. شناسایی چوب: نتایجی دقیق با استفاده از ابزاری ساده، آییژ، ص ۲۴۸.
- نهیبی، س.، حسن‌دخت، م.، ۱۳۹۳. بررسی چشم انداز شهری برای بهبود کیفیت زنـدگی شـهری (مطالعـه مـوردی: سـایان)، مجلـه پایداری، توسعه و محیط زیست، شماره ۴، ص۵۱-۷۰.
- نوح‌شهر، آ.، رضاپور، ر.، ۱۳۷۹. قارچ‌شناسی و بیماری گیاهی، انتشارات موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ص ۲۵۶.
- یونس آبادی، ل. ۱۳۹۱. شناسایی قارچهای طاقچه‌ای در سری یک جنگل آموزشی و پژوهشی شصت کلاته. پایان نامـه کارشناسـی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان.

- ASTM. 2006. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics. Standard D, 256- 304 pp.
- Cui, B.K., and Decock, C. 2012. Phellinus castanopsidis sp. nov.(Hymenochaetaceae) from southern China, with preliminary phylogeny based on rDNA sequences. Mycological Progress. Vol. 12, 2, 51-341 pp.
- Dai, Y.C., and Cui, B.K. 2011. Fomitiporia ellipsoid has the largest fruiting body among the fungi. Fungal Biology. Vol. 115, 9, 4-813 pp. doi:10.1016/j.funbio.2011.06.008 .PMID 21872178 .
- Eaton, R.A., and Hale, M.D.C. 1993. Decay Pests and Proteciion. Chapman and Hall. New York. 546 pp.
- Eriksson, K.E.L., Blanchette, R.A., and Ander, P. 1990. Microbial and enzymatic of wood and wood components. Springer, Berlin Heidelberg, Germany, 407 pp.
- European Standard. 1996. Wood preservatives Test method for determining the protective effective-ness against wood destroying basidiomycetes. DIN-EN 113.
- Human, D.M., Tiany, L.H., Knaphus, G., and Healy, R.A. 2008. Mushrooms and Other Fungi of the Midcontinental United States. University of Iowa Press, Iowa City.
- Karim, M., Ghodskhah Daryaei, M., Torkaman, J., Oladi, R., Tajick, M.A., and Bari, E. 2016. In vivo investigation of chemical alteration in oak wood decayed by Pleurotus ostreatus. International Biodeterioration & Biodegradation. 108, 127- 132 pp.
- Kolman, F.F.P., and Cote, W.A. 1975. Principle of wood science andtechnology. Vol I. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- Leininger, T.D., Schmoldt, D.L., and Tainter, F.H. 2001. Using ultrasound to detect defects in tree: current knowledge and future needs. In Proceeding First International Precision Forestry Cooperative Symposium. Washington College, USA. 99- 107 pp.
- Otjen, L., and Blanchette, R.A. 1985. Selective delignification of aspen wood blocks in vitro by three white rot basidiomycetes. Appl Environ Microbiol. 50, 568- 572 pp.
- Ratuszniak, E., Zdun, C.A. 2009. relict and endangered plants and fungi in Poland. 437- 442 pp.
- Schmidt, O. 2006. Wood and Tree Fungi Biology. Damage Protection and Use, Springer- Verlag. Berlin Heidelberg, 336 pp.
- Schmidt, O. 2011. Molecular indentification of decay fungi in the wood of urban trees. European Journal of Forest Research, 131, 885- 891 pp.
- Schmidt, O., Gaiser, O., Dujesiefken, D. 2012. Molecular indentification of decay fungi in the wood of urban trees. European Journal of Forest Research, 131, 885- 891 pp.
- Schulz, B., and Boyle, C. 2006. What are endophytes. *In*: Schulz, B., Boyle, C. & Seiber, T. (eds). Microbial Root Endophytes. Springer Berlin, Germany. 1- 13 pp.
- Schwarze, F.W.M.R. 2007. Wood decay under the microscope. Fungal biology reviews. German, Germany. 28, 133- 170 pp.
- Shojaei, M., Ostovan, H., Mozhdehi, H., Zamanizadeh, H., Rahjou, V., Sharifi, S.H., Nasrelahi, A. and Labafi, Y. 2001. Survival dependence of pathogenic fungus: Ophiostoma ulmi (Buisman), with its host trees, insect vectors and its role integrated pest management in preventing and controlling the Dutch Elm disease. Journal of Agricultural Science. Vol. 7, 2, 1-26pp.
- Sister, C., Wolch, J., and Wilson, J. 2004. Got Green Addressing Environmental Justice in Park Provision. Geojournal. VOL. 75, 3, 229- 248 pp.
- Wang, X., Divos, F., Pilon, C., Brashaw, B. K ., Ross, R. J., and Pellerin, R.F. 2004. Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools. United States Department of Agriculture. 147, 1- 12 pp.
- Wang, X., Ross, R.J., and Carter, P. 2005. Acoustic evaluation of standing trees recent research development. In Proceeding. 14th *International Symposium on Nondestructive Testing of Wood*. Hanover, Germany. 159- 170 pp.
- Zabel, R.A., and Morrell, J.J. 1992. Wood Microbiology: Decay and its Prevention. Academic Press. San Diego, 764 pp.