



دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

## بررسی تغییرات شیمیایی و ساختار میکروسکوپی چوب راش طی فرآیند هوازگی

### \* ملیحه اختر

استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۱

### چکیده

در این مطالعه نمونه‌هایی از چوب راش (*Fagus orientalis Lipsky*) به ابعاد ۱۵۰×۷۵×۵ میلی‌متر تهیه و در زمان‌های مختلف (۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ ساعت) در دستگاه هوازگی مصنوعی Atlas Xenon Test Beta LM تحت تابش اشعه UV (۳۰۰ نانومتر) و اشعه مرئی (۷۵۰ نانومتر) و بارش (اسپری آب) قرار داده شد. سپس تغییرات شیمیایی و میکروسکوپی ایجاد شده در سطح چوب، با استفاده از طیف‌سنجی FTIR و میکروسکوپ الکترونی (SEM) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که هوازگی بر گروه‌های عاملی سطح چوب تأثیر گذاشت و به ساختار پلیمری آن صدماتی وارد کرد و باعث ایجاد تغییرات شیمیایی و فیزیکی در چوب گردید. بیشترین تغییرات در گروه‌های عاملی و ساختار آروماتیک لیگنین روی داد. با افزایش مدت زمان قرار گرفتن در معرض هوازگی، شدت جذب کششی C=O در حدود ۱۷۳۰-۱۷۴۰  $\text{cm}^{-1}$  افزایش و جذب در ۱۵۱۴  $\text{cm}^{-1}$  که مربوط به گروه‌های آروماتیکی است، کاهش یافت. در اثر تابش اشعه UV، گروه‌های کروموفوری (رنگی) در لیگنین ایجاد شد. گسست‌های فتوشیمیایی پیوندهای C-C مجاور با گروه‌های کربونیل در اثر هوازگی باعث کوچک شدن و محلول شدن در آب ترکیبات شیمیایی گردید و آن‌ها را قابل آب‌شویی نمود. تصاویر SEM نشان دادند که ظهور تخریب‌های سطحی متناسب با زمان قرار گرفتن در شرایط هوازگی است و میزان تغییرات در نمونه‌هایی که ۵۰ ساعت در معرض هوازگی قرار گرفته‌اند بسیار ناچیز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چوب راش، هوازگی مصنوعی، میکروسکوپ الکترونی پویشی، طیف‌سنجی

\* مسئول مکاتبه: maliheh.akhtari@gmail.com

## مقدمه

هنگامی که چوب در معرض عوامل طبیعی (مانند هوا، آب و نور) و آلودگی‌های ایجاد شده به دست بشر (مانند گازهای سمی  $SO_2$ ،  $O_3$ ، باران‌های اسیدی و...) قرار می‌گیرد، یک سری تغییرات پیچیده فیزیکی و شیمیایی در آن اتفاق می‌افتد که به آن فرآیند هوازدگی می‌گویند. این فرآیند مخرب اغلب باعث تغییر رنگ، تخریب فیزیکی شده و شکاف و ترک‌هایی در سطح چوب به وجود می‌آورد. در کنار تغییرات فیزیکی، بعضی از مواد پلیمری تشکیل‌دهنده چوب تجزیه شده و ماهیت شیمیایی در لایه‌های سطحی تغییر می‌کند. وقتی چوب در هوای آزاد قرار می‌گیرد، تحت تأثیر تجزیه فتوشیمیایی قرار گرفته که این واکنش‌ها به طور عمده در لیگنین صورت می‌گیرد. اشعه فرابنفش تغییرات رنگی را افزایش می‌دهد و چون لیگنین در چوب همانند یک چسب فیبرهای سلولزی را به هم متصل می‌کند، وقتی لیگنین تجزیه شود سطح چوب از نظر مقدار سلولز غنی‌تر شده و سلولز که حساسیت کم‌تری در برابر تخریب بر اثر پرتوهای فرابنفش دارد، به مرور زمان تضعیف شده و طی بارندگی از سطح چوب شسته می‌شود و لایه لیگنین جدیدی برای ادامه واکنش‌های تخریب ظاهر می‌گردد. امواج مرئی ممکن است در تخریب چوب طی هوازدگی شرکت داشته باشند و سبب ادامه پلیمریزاسیون لیگنین و اجزای دیواره سلولی و باعث شکست‌های مکرر در ساختار میکرونی چوب شده و در نهایت باعث کاهش مقاومت چوب شوند (میلر و دریشیر، ۱۹۸۱). اشعه UV نمی‌تواند تا عمق بیش‌تر از ۷۵ میکرومتر در چوب نفوذ کند و نور مرئی تا عمق ۲۰۰ میکرومتر از سطح چوب نفوذ می‌کند. نور مرئی با طول موج ۷۰۰-۳۰۰ نانومتر انرژی کافی برای شکستن پیوندهای شیمیایی ندارد زیرا انرژی آن کم‌تر از ۷۰ کیلوکالری بر مول است (ویلیامز و فیست، ۱۹۸۴). هون (۱۹۹۳)، هوازدگی چند گونه پهن‌برگ با استفاده از اشعه UV با  $\lambda > 254$  نانومتر و  $\lambda > 220$  را مورد مطالعه قرار داده و با استفاده از اسپکتروسکوپی الکترونی آنالیز شیمیایی<sup>۱</sup> (ESCA) نتیجه گرفت که اکسیداسیون سطح منجر به تشکیل کربوکسیل‌ها، کربونیل‌ها، کینون‌ها و افت لیگنین می‌شود. وانگ و لین (۱۹۹۱) گزارش کردند که عمق تخریب در ۹۰۰ میکرومتر محدود می‌گردد. میزان عمق تخریب بستگی به دانسیته چوب و توزیع طول موج اشعه UV و نور مرئی دارد. اشعه UV در چوب متراکم و در طول موج‌های کوتاه‌تر کم‌تر نفوذ می‌کند. هون و فیست (۱۹۹۲)، گزارش کردند که تفاوت‌هایی در تشکیل پراکسید در دو دامنه اشعه UV ( $< 300$  یا  $< 254$  نانومتر) وجود دارد و با استفاده از طیف‌سنجی DRIFT<sup>۲</sup> و FTIR<sup>۳</sup>، تشکیل و واکنش هیدروپراکسیدها در سطوح چوب را مورد

1- Electron Spectroscopy for Chemical Analysis

2- Diffuse reflectance infrared Fourier

3- Fourier Transform Infra-Red Spectrometer

تجزیه و تحلیل قرار دادند. آن‌ها تشکیل هیدروپراکسیدها، کربونیل‌ها و همچنین تخریب پیوندهای اتری سلولز را طی ۱۸۰ روز قرار گرفتن در معرض اشعه UV ردیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که اختلاف در تشکیل هیدروپراکسیدها بستگی به گونه چوبی و یا سطوح مماسی و شعاعی دارد. این اختلاف‌ها به تفاوت در ترکیب چوب و غلظت لیگنین در گونه‌های مختلف و زوایای الیاف، نسبت داده شد. بارتا و همکاران (۱۹۹۸)، از نور UV لیزر با طول موج ۲۴۸ نانومتر برای تخریب هشت گونه چوبی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که جذب کربونیل در ۱۷۶۰-۱۷۱۰ یک بر سانتی‌متر افزایش یافته و جذب‌های آروماتیکی در ۱۵۱۰ و ۱۲۷۶ یک بر سانتی‌متر کاهش پیدا کرده است. تخریب مکانیکی لایه‌های چوبی در اثر هوازگی، در چوب بهاره بیشتر از چوب تابستانه می‌باشد و زبری سطح نیز بیش‌تر است (جورج و همکاران، ۲۰۰۴). تخریب ایجاد شده در اثر هوازگی کامل (نور و آب) نسبت به زمانی که هر یک از پارامترها به‌طور جداگانه در نظر گرفته شود سریع‌تر و گسترده‌تر است (راول و همکاران، ۱۹۹۳). در طی هوازگی در هوای آزاد، آب به‌طور مکانیکی سطح را می‌ساید و فرآورده‌های تخریب را شستشو می‌دهد. احتمالاً آب همی سلولزها (به‌خصوص در سطح) را هیدرولیز می‌کند. زمانی که لیگنین تخریب می‌شود همی سلولزها در برابر هیدرولیز آسیب‌پذیرتر می‌شوند (ویلیامز، ۲۰۰۵).

این پژوهش به بررسی میزان تغییرات ترکیبات شیمیایی و تغییرات ساختار میکروسکوپی چوب یک گونه مهم پهن‌برگ داخلی (راش *Fagus orientalis Lipsky*) طی هوازگی می‌پردازد. به این منظور از هوازگی مصنوعی استفاده شد زیرا قابل کنترل و تکرار است و ارتباط خوبی با هوازگی طبیعی دارد. طیف‌سنجی FTIR یک روش سریع و آسان برای تعیین چگونگی ساختار شیمیایی چوب و تغییر آن‌ها می‌باشد و از مزایای آن این است که با مقادیر بسیار کم ماده جواب می‌دهد، ماده اصلی از بین نمی‌رود (آزمون غیرمخرب) و سرعت عمل بالایی دارد. بررسی ساختار میکروسکوپی چوب با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM) انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

چوب راش موردنیاز در این پژوهش از جنگل شنود سیاهکل تهیه شد. پس از انجام برش‌های اولیه، گرده‌بینه‌ها به مدت ۳ ماه نگهداری شدند تا رطوبت آن‌ها به رطوبت تعادل محیط نزدیک گردد. سپس یک گرده بینه به‌طور تصادفی انتخاب و به‌وسیله اره نواری به چند قطعه تبدیل و در نهایت

نمونه‌های موردنیاز به ابعاد  $150 \times 75 \times 5$  میلی‌متر (ابعاد موردنیاز دستگاه هوازدگی مصنوعی) تهیه گردید و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد.

**هوازدگی مصنوعی نمونه‌های آزمونی:** برای انجام فرآیند هوازدگی کامل (اشعه UV + آب) نمونه‌ها در دستگاه هوازدگی مصنوعی اطلس زنون تست<sup>۱</sup> قرار داده شد. درجه حرارت بین ۴۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۰ درصد بوده و نمونه‌ها تحت تابش اشعه UV (۳۰۰ نانومتر) و اشعه مرئی (۷۵۰ نانومتر) قرار گرفتند. در هر ۱۰۲ دقیقه تابش اشعه حدود ۱۸ دقیقه بارش (اسپری آب) برای دوره‌های زمانی موردنظر (۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ ساعت) تعیین شد. عملکرد و طرز کار دستگاه با توجه به استاندارد D ۲۷-۵۴۳۹ می‌باشد. پس از هوازدگی، نمونه‌ها برای مراحل طیف‌سنجی و میکروسکوپ الکترونی آماده شدند.

**طیف‌سنجی FTIR:** با توجه به این‌که تأثیر هوازدگی بیشتر در سطح نمونه‌ها می‌باشد برای طیف‌سنجی FTIR، سطح نمونه‌های خشک، تراشیده، آسیاب شده و از الک mesh ۴۰ عبور داده شد. سپس قرص‌های کوچکی از پودر چوب و KBr تهیه و نمونه‌ها با استفاده از طیف‌سنج FTIR مدل بروکر وکتر<sup>۲</sup> در قدرت تفکیک طیفی ۴ یک بر سانتی‌متر و  $24 \frac{scan}{min}$  مورد بررسی قرار گرفتند. **میکروسکوپ الکترونی پوششی (SEM):** برای بررسی ساختار میکروسکوپی نمونه‌ها، از میکروسکوپ الکترونی مدل لئو ۴۴۰<sup>۳</sup> استفاده گردید. جهت آماده‌سازی آن‌ها، نمونه‌هایی به ابعاد  $10 \times 10 \times 5$  میلی‌متر به صورت برش شعاعی از نمونه‌های شاهد و هوازده تهیه، و سطح آن‌ها به وسیله لایه نازکی از طلا پوشش داده شد.

## نتایج

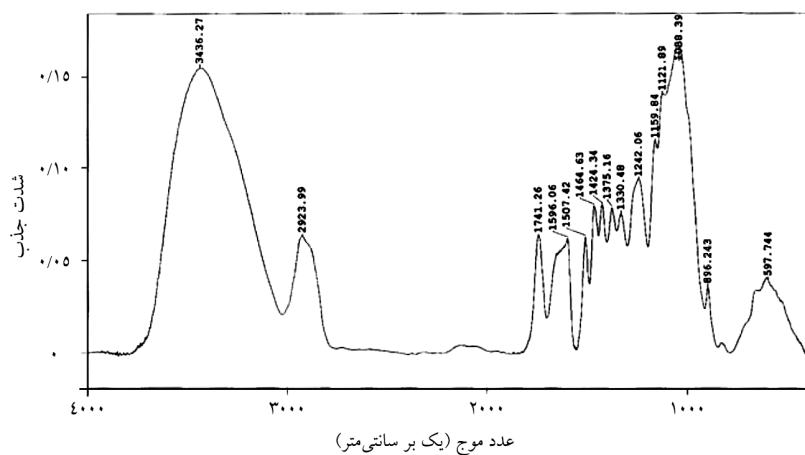
**طیف‌سنجی FTIR:** در طیف FTIR چوب راش (شکل ۱)، یک جذب کششی O-H خیلی قوی و گسترده در ۳۳۰۰-۳۵۰۰ یک بر سانتی‌متر و یک جذب دوتایی از ارتعاشات کششی C-H در ۲۹۲۲ یک بر سانتی‌متر متمرکز شده است. محدوده ۱۷۴۰-۱۷۲۰ یک بر سانتی‌متر کشش C=O غیرمزدوج و مرتبط با گروه‌های کربونیل، آلدهید و کتون موجود در لیگنین و همی سلولزها (زایلان) می‌باشد. جذب

1- Atlas Xenon test Beta LM

2- Bruker Vectors 22 FTIR

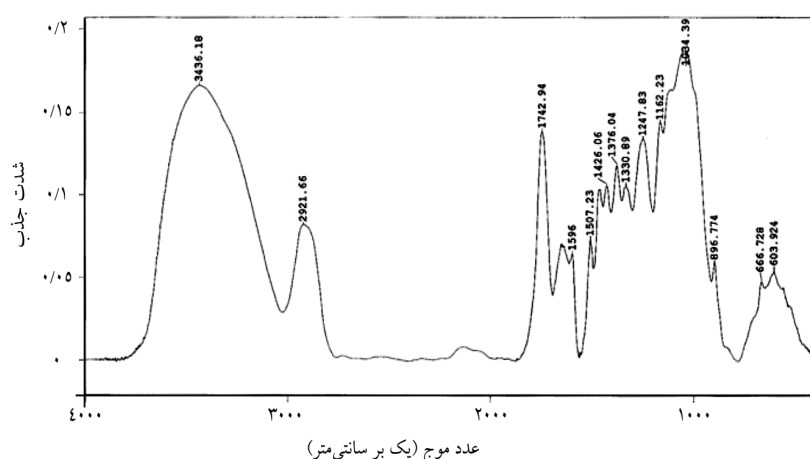
3- Leo 440 I

در حدود ۱۶۶۰ یک بر سانتی متر احتمالاً مربوط به دیگر ترکیبات دارای گروه‌های کربونیل در چوب و آب جذب شده در سلولز است. در بسیاری از طیف‌های FTIR مشاهده شده که در اطراف ناحیه ۱۶۰۰ یک بر سانتی متر، نویزها افزایش یافته که احتمالاً به علت وجود آب اضافی در نمونه‌های در تماس با بخار آب در طیف‌سنجی می‌باشد. جذب ۱۵۰۷ یک بر سانتی متر مرتبط با ارتعاشات ساختار آروماتیکی لیگنین بوده است. تغییر شکل C-H در لیگنین و کربوهیدرات‌ها در ۱۴۶۰ یک بر سانتی متر و ارتعاشات ساختار آروماتیکی لیگنین در ۱۴۲۵ یک بر سانتی متر خود را نشان داده است. جذب در ۱۳۷۵ یک بر سانتی متر مربوط به خمش C-H در سلولز و تغییر شکل C-H در لیگنین می‌باشد و جذب مربوط به حلقه سیرنجیل با کشش C-O در لیگنین در ۱۳۳۰ یک بر سانتی متر اتفاق افتاده است. جذب در ۱۲۵۰ یک بر سانتی متر مرتبط با خمش در صفحه OH سلولز، استراحت حلقه گوآیاسیل با کشش C-O در ۱۲۷۵ یک بر سانتی متر، کشش C-O در سلولز و همی سلولزها در ۱۰۳۵ یک بر سانتی متر و تغییر شکل در صفحه C-H آروماتیکی نوع گوآیاسیل و تغییر شکل C-O و الکل نوع اول در ۱۰۳۰ یک بر سانتی متر اتفاق افتاده است همچنین در ناحیه ۸۹۶ یک بر سانتی متر تغییر شکل C-H در سلولز مشاهده گردید.

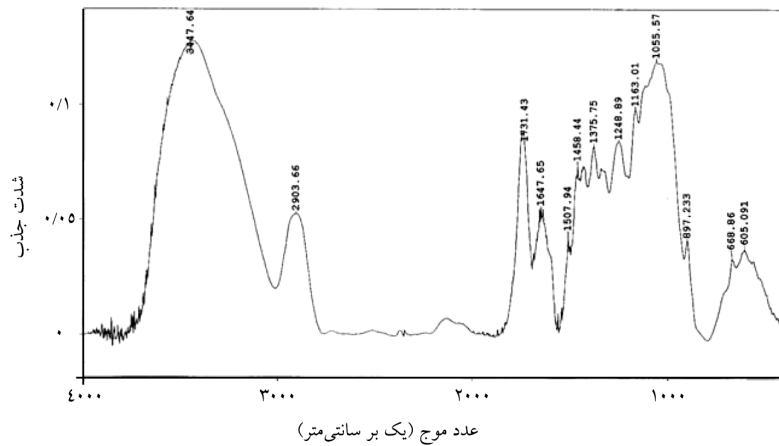


شکل ۱- طیف‌سنجی FTIR در ناحیه بین ۵۰۰-۴۰۰۰ (یک بر سانتی متر) در چوب راش.

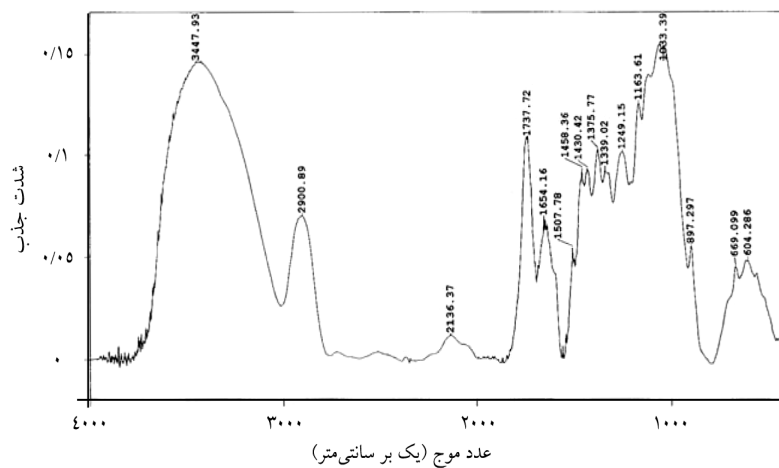
طیف‌سنجی FTIR در چوب راش هوازده: از مقایسه طیف FTIR چوب راش هوازده طی ۵۰ ساعت (شکل ۲) با طیف FTIR نمونه شاهد (شکل ۱) می‌توان به شدت جذب در پیوندهای ۱۵۱۰ یک بر سانتی‌متر و ۱۴۶۰ اشاره کرد که شدت آن‌ها کاهش پیدا کرده است. همچنین یک کاهش مشابهی را می‌توان در شدت‌های جذب ۱۶۰۰ یک بر سانتی‌متر و ۱۶۶۰ مشاهده نمود. جذب در ۱۰۳۴ یک بر سانتی‌متر پایدار باقی مانده است. طیف FTIR چوب راش هوازده طی ۱۵۰ ساعت (شکل ۳) نشان می‌دهد که شدت جذب در ۱۶۴۷ افزایش یافته که مربوط به آب جذب شده در سلولز می‌باشد. همچنین شدت جذب در پیوندهای ۱۵۰۷ یک بر سانتی‌متر (ارتعاشات ساختار آروماتیکی لیگنین) و ۱۴۵۸ یک بر سانتی‌متر (تغییر شکل C-H در لیگنین و کربوهیدرات‌ها) و ۱۳۳۰ یک بر سانتی‌متر (ارتعاش C-O در مشتقات سیرنجیل لیگنین) به شدت کاهش پیدا کرده و شدت جذب در ۱۳۷۵ یک بر سانتی‌متر (خمش C-H در سلولز و لیگنین) تا حدودی افزایش یافته و پیوندها در ۱۰۵۵ یک بر سانتی‌متر تقریباً استوار باقی مانده است. با افزایش زمان هوازده‌گی تا ۳۰۰ ساعت (شکل ۴) یک ناپدیدشدگی مجازی در پیوند ۱۴۵۷ یک بر سانتی‌متر و جذب ۱۵۱۰ یک بر سانتی‌متر آروماتیکی به وجود آمده که با کاهش شدت جذب ۱۶۰۰ یک بر سانتی‌متر و کاهش در مقاومت نسبی جذب کربونیل همراه می‌باشند. با افزایش مدت زمان هوازده‌گی در نواحی کششی پیوندهای C-H و O-H تغییرات قابل توجهی مشاهده نشده است.



شکل ۲- طیف‌سنجی FTIR در ناحیه بین ۵۰۰-۴۰۰۰ (یک بر سانتی‌متر) در چوب راش هوازده طی ۵۰ ساعت.

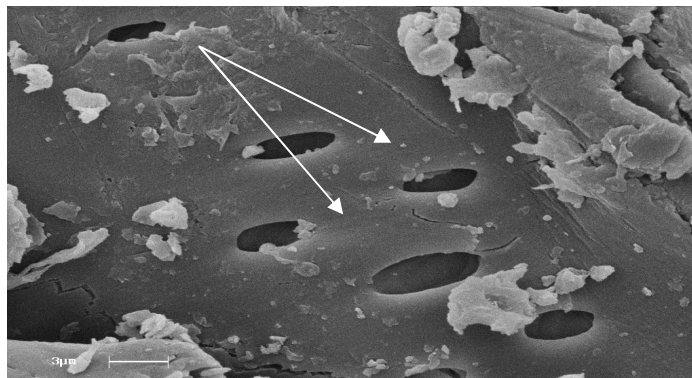


شکل ۳- طیف سنجی FTIR در ناحیه بین ۴۰۰۰-۵۰۰ (یک بر سانتی متر) در چوب راش هوازده طی ۱۵۰ ساعت.



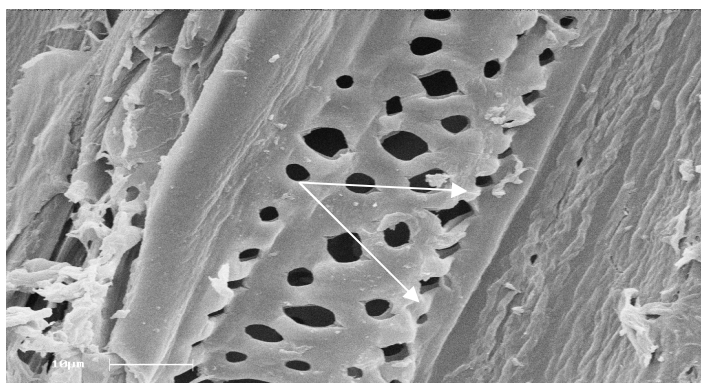
شکل ۴- طیف سنجی FTIR در ناحیه بین ۴۰۰۰-۵۰۰ (یک بر سانتی متر) در چوب راش هوازده طی ۳۰۰ ساعت.

تجزیه و تحلیل تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM): شکل ۵ تصویر SEM چوب راش را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود دیواره آوندی دارای منافذ هاله‌ای می‌باشد. دهانه این منافذ تقریباً گرد و قرینه است و لبه‌ها و کناره‌های آنها سالم و بدون عیب می‌باشد.



شکل ۵- تصویر میکروسکوپ الکترونی سطح شعاعی چوب راش.

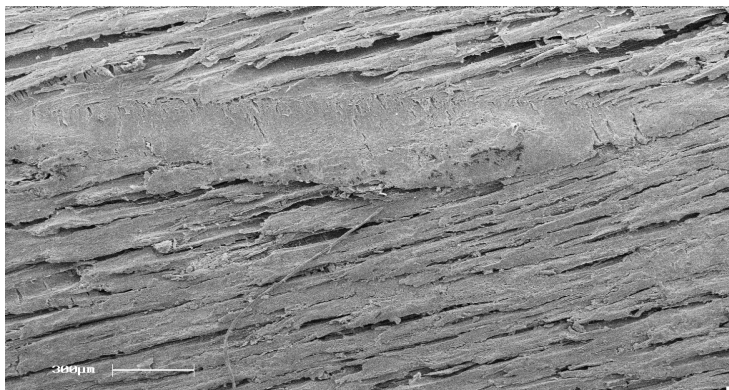
پس از ۵۰ ساعت هوازگی تغییرات میکروسکوپی بسیار ناچیز بوده است. شکل ۶ نمای سطحی چوب راش هوازده طی ۱۵۰ ساعت را نشان می‌دهد همان‌طور که مشاهده می‌گردد نسبت به سطح نمونه شاهد، تغییرات فیزیکی و ترک‌های ریزی در سطح به‌وجود آمده است.



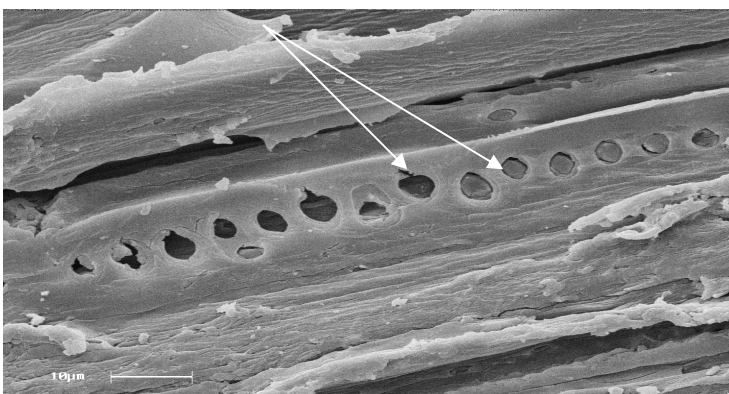
شکل ۶- تصویر میکروسکوپ الکترونی سطح شعاعی چوب راش، طی ۱۵۰ ساعت هوازگی.

شکل‌های ۷، ۸ و ۹ ریزنگار سطح چوب راش هوازده شده طی ۳۰۰ ساعت را نشان می‌دهد. مقدار تغییرات فیزیکی در کل سطح چوب افزایش یافته و عمق ترک‌های ایجاد شده در طول فیلر افزایش پیدا کرد (شکل‌های ۷ و ۸) و به دنبال آن در دیواره منافذ نیز ترک‌هایی ایجاد شده است. به‌طوری‌که منجر به پاره شدن تیغه منفذدار در آوندهای کوچک‌تر شده است (شکل ۹).

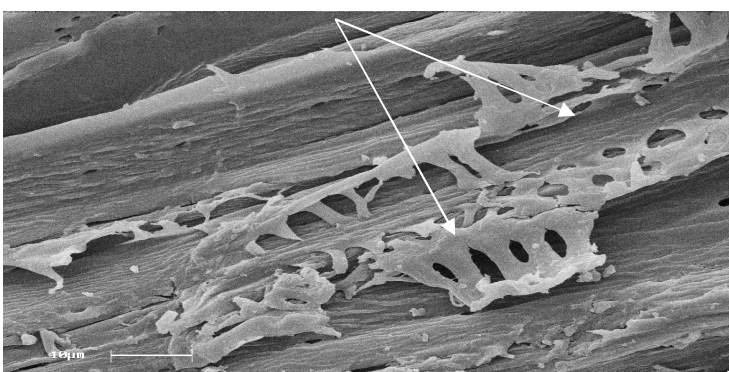




شکل ۷- تصویر میکروسکوپ الکترونی سطح شعاعی چوب راش، طی ۳۰۰ ساعت هوازدگی.



شکل ۸- تصویر میکروسکوپ الکترونی سطح شعاعی چوب راش، طی ۳۰۰ ساعت هوازدگی.



شکل ۹- تصویر میکروسکوپ الکترونی سطح شعاعی چوب راش، طی ۳۰۰ ساعت هوازدگی.

### نتیجه‌گیری

گسست‌های فتوشیمیایی پیوند C-C مجاور با گروه‌های کربونیل در اثر هوازدهی باعث کوچک شدن و محلول در آب شدن ترکیبات شیمیایی شده و آن‌ها را قابل آب‌شویی کرده است. در بسیاری از طیف‌های FTIR مشاهده شد که نوپها در اطراف ناحیه ۱۶۰۰ یک بر سانتی‌متر افزایش یافت که احتمالاً به علت وجود آب اضافی درون سلولی در نمونه‌های قرار گرفته در طیف‌سنج می‌باشد. با افزایش مدت زمان قرار گرفتن در معرض هوازدهی، شدت جذب کششی C=O در حدود ۱۷۴۰-۱۷۳۰ افزایش و جذب در ۱۵۱۴ یک بر سانتی‌متر که مربوط به گروه‌های آروماتیکی است، کاهش یافت. ساختار حفرات آوندی نمونه شاهد (هوازده نشده) تقریباً دارای دهانه‌ای دایره‌ای و قرینه و لبه‌های آن‌ها سالم و بدون عیب بوده اما در مقایسه با نمونه‌های هوازده شده طی ۳۰۰ ساعت، ترک‌هایی در دیواره آن‌ها ایجاد شده است که می‌توان این کاهش تغییرات در ساعت‌های اولیه هوازدهی را به بالا بودن دانسیته چوب راش و مقاومت آن دانست. ظهور تخریب‌های سطحی متناسب با زمان قرار گرفتن در شرایط هوازدهی می‌باشد. با افزایش مدت زمان هوازدهی (به‌خصوص در نمونه‌هایی که ۳۰۰ ساعت هوازده شده‌اند) ساختار پونکتواسیون‌ها و منافذ در هم آمیخته شده و شکاف‌های بزرگ در چوب تشکیل شد. تخریب ایجاد شده در اثر هوازدهی کامل (نور و آب) نسبت به زمانی که هر یک از پارامترها به‌طور جداگانه در نظر گرفته شود، سریع‌تر و گسترده‌تر است (راول و همکاران، ۱۹۹۳).

### منابع

1. Barta, E., Tolvaj, L. and Papp, G. 1998. Wood degradation caused by UV-laser of 248 nm wavelength. Holz als Roh-und Werkstoff, 56: 5: 318.
2. George, B., Suttee, E.D., Andre, M. and Deglise, X. 2004. Photo- degradation and Photo-stabilisation of wood. Polymer Degradation and Stability, 88: 2. 268-274.
3. Hon, D.N.S. and Feist, W.C. 1992. Hydroperoxidation in Photo irradiated wood surfaces. Wood and Fiber Science, 23: 4. 448-455.
4. Hon, D.N.S. 1993. Degradative effects of ultraviolet light and acid rain on wood surface quality. Wood and Fiber Sci. 26: 2. 185-191.
5. Miller, E.R. and Derbyshire, H. 1981. The Photodegradation of wood during solar irradiation. Holz als Roh-werkst, 39: 8. 341-350.
6. Rowell, R.M., Lichtenberg, R.S. and Larsson, P. 1993, Stability of acetylated wood to environmental changes. Wood and Fiber Sci. 25: 4. 359-364.
7. Wang, S.Y. and Lin, S.J. 1991. The effect of outdoor environmental exposure on the main components of wood. Mokuzai Gakkaishi, 37: 10. 954-963.

8. Williams, R.S. and Feist, W.C. 1984. Application of ESCA to evaluate wood and cellulose surfaces modified by aqueous chromium trioxide treatment. *Colloids and Surfaces*, 9: 3. 253-271.
9. Williams, R.S. 2005. Weathering of Wood, *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, edited by Roger M. Rowell, USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, Pp: 402-451.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 17(3), 2010  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Investigation of Microscopic Structure and Chemical Changes in Beech Wood During Weathering Process**

**\*M. Akhtari**

Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Technology, Islamic Azad University,  
Bojnourd Branch

Received: Jan., 3, 2010; Accepted: Aug., 2, 2010

### **Abstract**

In this study Beech wood (*Fagus orientalis Lipsky*) samples with dimensions of 150×75×5 mm were prepared and subjected to a variety of artificial weathering conditions in an Atlas Xenon Test Beta LM Weatherometer to UV radiation (300 nm) and visible light (750 nm) and water spray in different times (50, 150 and 300 h). Then wood surface was analyzed for chemical and structural changes using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM), respectively. Results showed that weathering process affected the functional groups on the wood surface. Full weathering (light and water) damaged the surface polymer structure and caused chemical and physical changes in wood. The greatest changes occurred in the functional groups and aromatic structure of lignin. With increasing of weathering time, the absorption intensity of C=O bonds increased at 1730-1740 cm<sup>-1</sup> and aromatic skeletal vibration in intensity 1514 cm<sup>-1</sup> decreased. By the effect of UV radiation, chromophoric groups were produced in lignin. Photochemical cleavage of C-C bonds adjacent to carbonyl groups made the chemical compounds smaller and water-soluble. The SEM results showed that the surface of wood exposed to weathering undergoes distinct physical changes and the surface degradation appears to be directly proportional to the time of exposure to the weathering conditions. However, trace changes were observed in samples weathered for 50h.

**Keywords:** Beech wood, Artificial weathering, Fourier Transform Infrared (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM)

---

\* Corresponding Author; Email: maliheh.akhtari@gmail.com