



دانشگاه گورگان، دانشکده علوم و فنآوری

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

بررسی تأثیر دل قرمزی راش ایران (*Fagus orientalis* L.) بر خواص فیزیکی (رطوبت و جرم ویژه) و رفتار خشک شدن آن

مهدی شاهوردی^۱، * اصغر طارمیان^۲، سیدعلی حاجی میرزا طیب^۳

و سید محمد جواد موسوی حسینی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران، استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ،

دانشگاه تهران، ^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج،

^۳ کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران

^۴ تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱۳

چکیده

در این پژوهش، تأثیر تشکیل دل قرمزی در گونه راش ایران (*Fagus orientalis* L.) بر رفتار خشک شدن این گونه بررسی شد. تغییرات شعاعی (از مغز به پوست) در جرم ویژه بحرانی، رطوبت سبز، نرخ خشک شدن، هم‌کشیدگی عرضی و شدت تنش‌های باقی‌مانده (برون سختی) در گرده بینه راش دارای دل قرمزی مطالعه گردید. ۵ نمونه در یک کوره آزمایشگاهی در دمای ثابت ۶۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۰ درصد تا رسیدن به رطوبت نهایی حدود ۸ درصد خشک شدند. نتایج نشان داد که چوب حاوی دل قرمزی در مقایسه با چوب معمولی جرم ویژه بیشتر و رطوبت سبز کم‌تری دارد. همچنین مشخص شد که تشکیل دل قرمزی در راش منجر به کاهش نرخ خشک شدن چوب و هم‌کشیدگی عرضی و برون سختی بیشتر می‌گردد. مطالعات میکروسکوپی نشان داد که تیل به وفور در حفره‌های آوندی چوب دل قرمز راش تشکیل می‌شود. بنابراین، رفتار متفاوت چوب دل قرمز راش هنگام خشک شدن را می‌توان به حضور تیل در حفره‌های آوندی نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: راش، دل قرمزی، رفتار خشک شدن، برون سختی، تیل

* مسئول مکاتبه: tarmian@ut.ac.ir

مقدمه

درخت راش ایران با نام علمی *Fagus orientalis* L. گونه‌ای پهن‌برگ است که معمولاً در مناطق معتدله کشور و از ارتفاع ۲۲۰۰-۴۵۰ متری از سطح دریا پراکنش دارد (امینی، ۲۰۰۲؛ آزادفر و همکاران، ۲۰۰۴). این گونه در جنگل‌های شمال ایران از فراوانی بسیاری برخوردار است و همراه با ممرز بر روی هم بیش از ۵۰ درصد درختان جنگلی شمال کشور را تشکیل می‌دهد (رحیمی، ۲۰۰۸). در بعضی از درختان راش پدیده‌ای نامطلوب تحت عنوان دل قرمزی^۱ رخ می‌دهد.



شکل ۱- دیسکی از چوب راش واجد پدیده دل قرمزی، ناحیه دل قرمزی با پیکان نشان داده شده است.

دل قرمزی، درون چوب کاذبی است که برخلاف درون چوب حقیقی، دایره‌ای شکل و منظم نیست (شکل ۱). اگرچه علل پیدایش دل قرمزی تاکنون به درستی مشخص نشده است، می‌توان پیدایش آن را به عواملی مانند حملات قارچی، ویژگی‌های وراثتی و عوامل محیطی (pH خاک و...) نسبت داد. سوز و هیتز (۲۰۰۸) پژوهش‌هایی را به منظور تأثیر اکسیژن در تشکیل دل قرمزی راش انجام دادند. طبق نتایج آن‌ها، غلظت اکسیژن در چوب واجد دل قرمزی تفاوت معنی‌داری با غلظت آن در نواحی داخلی چوب فاقد دل قرمزی نداشت. ورنسدورفه و همکاران (۲۰۰۵) و ورنسدورفه و همکاران (۲۰۰۶) مدلی را برای پیش‌بینی الگوی قرار گرفتن دل قرمزی در درخت سرپا از طریق خصوصیات خارجی آن ارائه دادند. پوهلر و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که خواص مکانیکی، تکنولوژیکی و خاصیت چسب‌پذیری چوب راش واجد دل قرمزی با چوب نرمال آن تفاوت معنی‌داری ندارد. حضور دل قرمزی در چوب‌آلات راش از کیفیت آن‌ها کاسته و در نتیجه دامنه کاربرد آن‌ها را محدود می‌سازد. برای مقاصدی که زیبایی و ظاهر چوب دارای اهمیت است، دل قرمزی یک عامل محدودکننده به‌شمار می‌آید. برای برطرف کردن این

1- Red Heartwood

مشکل، فرآیند تثبیت رنگ دل قرمزی راش با استفاده از تیمار بخاردهی یا استفاده از برنامه‌های چوب خشک‌کنی ویژه پیشنهاد شده است (ترنسیانسی و هانسن، ۲۰۰۷). همچنین حضور تیل و سایر مواد استخراجی در دل قرمزی راش، فرآیند اشباع چوب راش را با مشکل روبرو می‌سازد (سیلینگ، ۱۹۹۸). به همین دلیل پژوهش‌های متعددی در این زمینه صورت گرفته است، تا با استفاده از شیوه‌های خاص جنگل‌داری احتمال تشکیل دل قرمزی در درختان راش کاهش پیدا کند (نوک، ۲۰۰۲).

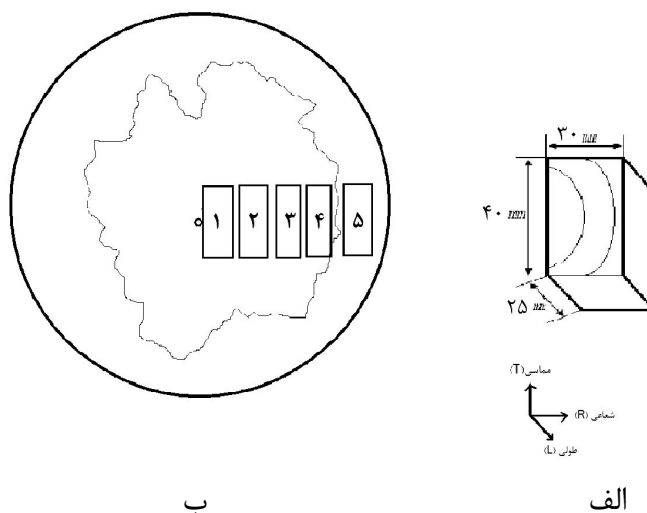
با توجه به اهمیت گونه راش، پژوهش‌های متعددی بر روی خواص آناتومی (نسرون و ال‌شهرانی، ۱۹۹۸)، خواص فیزیکی (وودکوک و شیر، ۲۰۰۳؛ طارمیان، ۲۰۰۷)، خواص مکانیکی (سادات‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۸؛ گولر و همکاران، ۲۰۰۲؛ گولر و همکاران، ۲۰۰۴) و خواص شیمیایی (پاپادوپولوس، ۲۰۰۸؛ آلبرت و همکاران، ۲۰۰۳) آن صورت گرفته است. با این وجود، بررسی‌های اندکی بر روی خواص چوب دل قرمزی راش انجام شده است که به بعضی از آن‌ها قبلاً اشاره شد. چوب راش ضریب هم‌کشیدگی بالایی دارد و با توجه به این‌که تنش‌های رویشی شدیدی در این چوب رخ می‌دهد و نیز به‌علت حضور اشعه‌های چوبی فراوان، حتی قبل از خشک شدن، مستعد ترک‌خوردگی می‌باشد (مدهوشی و ابراهیمی، ۱۹۹۷). در مورد ویژگی‌های خشک کردن چوب راش پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. مدهوشی و ابراهیمی (۱۹۹۷) برنامه‌ای برای خشک کردن چوب گونه راش ایران با ضخامت ۵ سانتی‌متر از رویشگاه لنگا، و رضایی (۱۹۹۷) برنامه‌ای برای خشک کردن چوب گونه راش ایران با ضخامت ۷/۵ سانتی‌متر از رویشگاه لنگا تدوین کردند. طارمیان و پره (۲۰۰۹) ضریب نفوذپذیری طولی و شعاعی چوب کششی و نرمال راش را مطالعه کردند و به این نتیجه دست یافتند که چوب کششی راش از ضریب نفوذپذیری کم‌تری برخوردار است. مطالعه طارمیان و همکاران (۲۰۰۹a) بر روی سینتیک خشک شدن چوب راش نشان داد که گرادیان رطوبت تندی در ضخامت تخته‌های خشک شده راش به‌وجود می‌آید. لانگریش و همکاران (۱۹۹۲) تحقیقاتی را جهت خشک کردن چوب راش تحت شرایط متناوب انجام دادند و دریافتند که میانگین معایب ناشی از خشک شدن در این روش به‌طور قابل‌توجهی کم‌تر از معایب حاصل از خشک کردن تحت شرایط عادی می‌باشد. بررسی‌های متعدد نیز نشان می‌دهد که افزایش جرم ویژه بحرانی چوب به‌دلیل عوامل متعدد و ناهمگنی در چوب مانند تشکیل چوب واکنشی منجر به کاهش سرعت خشک شدن چوب می‌شود (کی و همکاران، ۲۰۰۰؛ طارمیان و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به فراوانی قابل‌توجه چوب راش در جنگل‌های شمال ایران و کاربردهای متنوع آن، خشک کردن با کیفیت این چوب و جلوگیری از بروز معایب چوب خشک‌کنی مانند انواع اعوجاج‌ها و

ترک‌های سطحی و داخلی دارای اهمیت است. با وجود پژوهش‌های متعدد انجام شده بر روی رفتار خشک شدن چوب راش، تأثیر دل قرمزی راش بر این رفتار تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. از این‌رو، در این پژوهش، تأثیر دل قرمزی راش ایران (*Fagus orientalis* L.) بر خواص فیزیکی (جرم ویژه و رطوبت)، فرآیند خشک شدن و وقوع هم‌کشیدگی و تنش‌های باقی‌مانده (برون سختی) در این چوب بررسی می‌شود تا با شناخت دقیق رفتار خشک شدن دل قرمزی راش بتوان از تأثیر منفی احتمالی این نوع ناهمگنی (عیب) بر چوب راش هنگام خشک شدن کاست.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: از گرده‌بینه‌های استحصال شده راش ایران (*Fagus orientalis* L.) از جنگل‌های شمال ایران واقع در منطقه تنکابن، یک گرده بینه واجد دل قرمزی انتخاب شد و بلافاصله برای جلوگیری از دفع رطوبت از آن، مقاطع آن با پارافین آغشته و به محل انجام آزمایش انتقال داده شد. از سمت مغز به پوست ۵ نمونه به ابعاد سبز ۲۵ میلی‌متر، ۳۰ میلی‌متر و ۴۰ میلی‌متر به ترتیب در جهات طولی، شعاعی و مماسی تهیه گردید. الگوی برش نمونه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. همه نمونه‌ها به استثناء نمونه ۵ (نزدیک پوست)، از ناحیه دل قرمزی تهیه شد.



شکل ۲- الگوی برش نمونه‌ها (نمونه‌های ۱ الی ۴ واجد دل قرمزی و نمونه ۵ فاقد دل قرمزی می‌باشد).

الف- نمونه بریده شده؛ ب- الگوی برش از سمت مغز به پوست.

روش خشک کردن: قبل از خشک کردن، مقاطع نمونه‌ها با رزین اپوکسی اندود گردید، تا انتقال رطوبت فقط از ضخامت و پهنای نمونه‌ها صورت گیرد. سپس، همه نمونه‌ها با روش جابجایی هوای گرم در یک کوره آزمایشگاهی تحت دمای ثابت ۶۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۰ درصد تا میانگین رطوبت نهایی ۸ درصد خشک گردیدند. شیوه قرارگیری نمونه‌ها، طبق روش معمول با چوب‌دستک‌گذاری و استفاده از چوب دستک‌های بسیار نازک بود.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی (جرم ویژه و رطوبت سبز) و روند خشک شدن نمونه‌ها: به‌منظور رسم منحنی روند خشک شدن نمونه‌ها، هر یک از آن‌ها هر روز یک بار و به‌مدت ۷ روز توزین شدند. قبل از خشک کردن نمونه‌ها، حجم آن‌ها با روش ارشمیدس و از راه غوطه‌وری در آب مقطر و جابجایی آب هم حجم نمونه و رطوبت سبز آن‌ها نیز با روش توزین و خشک کردن در اتو و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. در نهایت با اطلاع از وزن خشک نمونه‌ها و حجم آن‌ها در رطوبت سبز، جرم ویژه بحرانی آن‌ها محاسبه شد. لازم به ذکر است که رطوبت همه تخته‌ها قبل از خشک شدن بالاتر از رطوبت نقطه اشباع الیاف (FSP) بود.

اندازه‌گیری هم‌کشیدگی عرضی طی خشک شدن و بررسی شدت برون‌سختی (تنش‌های باقی‌مانده): متوسط کل هم‌کشیدگی عرضی هر یک از نمونه‌ها از رطوبت سبز تا رطوبت نهایی ۸ درصد اندازه‌گیری شد و منحنی روند هم‌کشیدگی آن‌ها طی خشک شدن رسم گردید. پس از خشک کردن، با برش آزمون‌های دوشاخه، شدت تنش‌های چوب خشک‌کنی (برون‌سختی) اندازه‌گیری شد. شدت برون‌سختی از معادله زیر محاسبه شد (طارمیان و همکاران، ۲۰۰۹b):

$$PR = \frac{x - x'}{l^2} \times 100 \quad (1)$$

در این معادله PR: شدت برون‌سختی (درصد)، X: فاصله شاخه‌ها قبل از برش (میلی‌متر)، X': فاصله شاخه‌ها بعد از برش (میلی‌متر)، L: طول شاخه (میلی‌متر).

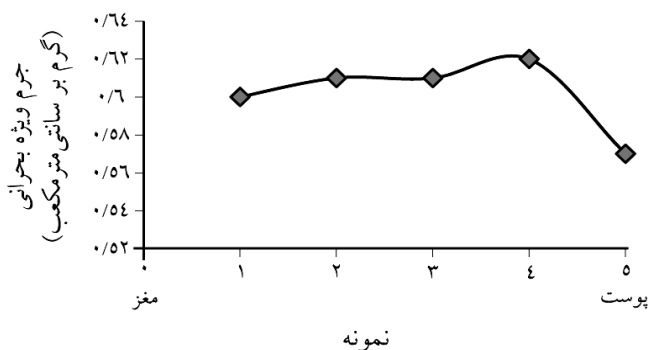
مطالعات میکروسکوپی: به‌منظور مطالعه حضور یا نبود تیل در حفره‌های آوندی از نمونه‌های خشک شده، با استفاده از میکروتوم مقاطع میکروسکوپی با ضخامت ۲۰-۳۰ میکرومتر از مقطع عرضی تهیه شد. سپس مقاطع میکروسکوپی با محلول زفرانین برای مدت ۵ دقیقه رنگ‌آمیزی شدند. برای جلوگیری از حل شدن تیل، شستشو با آب ژاول و الکل انجام نشد. پس از آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی مقاطع میکروسکوپی، مقاطع با استفاده از چسب کانادابالزام^۲ بر روی لام و لامل تثبیت، و سپس تحت

1- Response Prong
2- Kanadabalsam

فشار در اتوو در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. برای تحت فشار قرار دادن مقاطع میکروسکوپی از وزنه‌های ۵۰ گرمی بر روی آن‌ها استفاده شد. سپس با استفاده از یک میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین تصاویر میکروسکوپی موردنظر تهیه گردید.

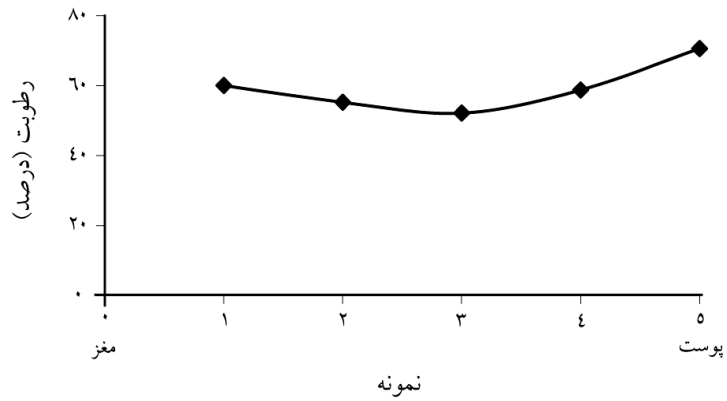
نتایج

تغییرات شعاعی جرم ویژه بحرانی و رطوبت سبز: تغییرات شعاعی جرم ویژه بحرانی از مغز تا پوست در شکل ۳ ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری بین جرم ویژه بحرانی نمونه‌های واجد دل قرمزی مشاهده نشد ولی جرم ویژه بحرانی نمونه نزدیک پوست (نمونه فاقد دل قرمزی) کاهش قابل توجهی نشان داد. بیش‌ترین مقدار جرم ویژه بحرانی مربوط به نمونه ۴ و به میزان ۰/۶۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب و کم‌ترین مقدار آن مربوط به نمونه ۵ (نمونه فاقد دل قرمزی) و به میزان ۰/۵۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. به عبارت دیگر، جرم ویژه بحرانی از مغز به پوست در ابتدا دارای سیر صعودی بوده و در نزدیک پوست کاهش می‌یابد. وودکوک و شیر (۲۰۰۳) نیز در تحقیقاتی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که دانسیته چوب راش در جهت شعاعی کاهش می‌یابد و متأثر از ارتفاع و قطر درخت می‌باشد.



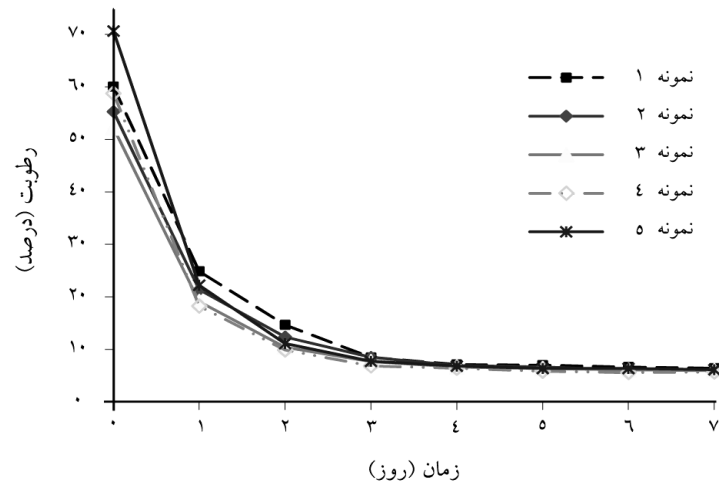
شکل ۳- تغییرات شعاعی جرم ویژه بحرانی از مغز تا پوست.

تغییرات شعاعی رطوبت سبز در شکل ۴ ارائه شده است. تفاوت محسوسی بین رطوبت سبز نمونه فاقد دل قرمزی با نمونه‌های دارای دل قرمزی مشاهده شد. نمونه ۵ یعنی نمونه فاقد دل قرمزی دارای بیش‌ترین درصد رطوبت اولیه در بین نمونه‌ها بود.



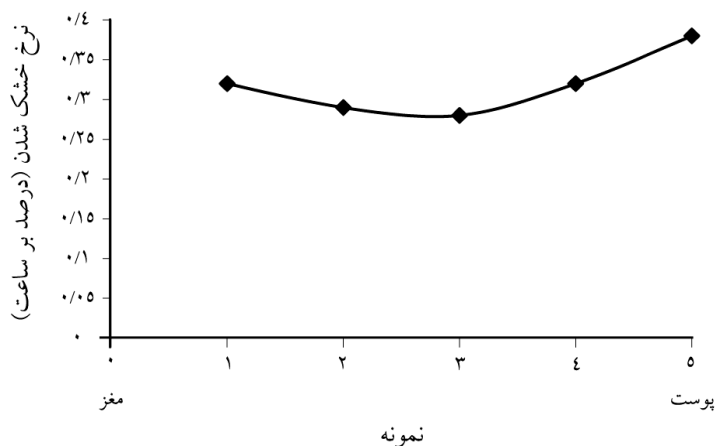
شکل ۴- منحنی رطوبت سبز نمونه‌ها از مغز تا پوست (نمونه‌های ۱ تا ۴ واجد دل قرمزی و نمونه ۵ فاقد دل قرمزی می‌باشد).

نرخ خشک شدن: در شکل ۵ منحنی روند خشک شدن هر یک از نمونه‌ها نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در همه نمونه‌ها خروج آب آزاد سریع‌تر اتفاق می‌افتد و الگوی خروج رطوبت در همه نمونه‌ها مشابه می‌باشد. با وجود رطوبت اولیه متفاوت در نمونه‌ها، همه نمونه‌ها در مدت زمانی مشابه و پس از ۵ روز به رطوبت نهایی موردنظر (۸ درصد) رسیدند.

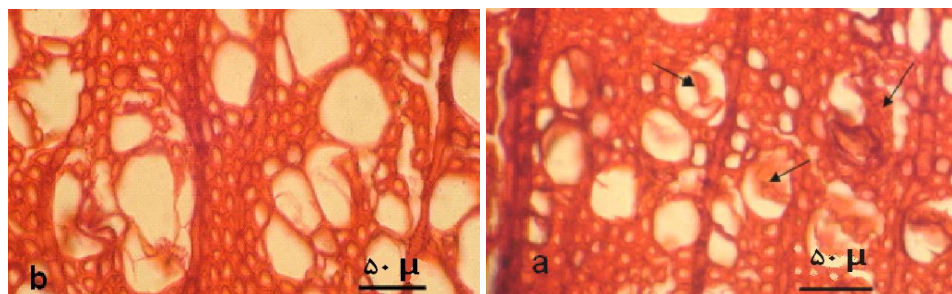


شکل ۵- منحنی خشک شدن نمونه‌ها از مغز تا پوست (نمونه‌های ۱ تا ۴ واجد دل قرمزی و نمونه ۵ فاقد دل قرمزی می‌باشد).

نرخ خشک شدن نمونه‌ها و یا به عبارت دیگر میزان رطوبت دفع شده از نمونه‌ها در واحد زمان در شکل ۶ ارایه شده است. نتایج نشان داد که حداکثر نرخ خشک شدن مربوط به نمونه نزدیک پوست (نمونه فاقد دل قرمزی، نمونه ۵) به میزان ۰/۳۸ درصد در ساعت و کم‌ترین نرخ خشک شدن مربوط به نمونه ۳ (نمونه واجد دل قرمزی) به میزان ۰/۲۸ درصد در ساعت بود. منحنی نرخ خشک شدن از نزدیک مغز تا پوست ابتدا نزولی و سپس صعودی و در نزدیک پوست به حداکثر مقدار خود رسید. به عبارت دیگر تشکیل دل قرمزی در راش باعث کاهش سرعت خشک شدن این چوب می‌شود. از دلایل کاهش سرعت خشک شدن نمونه‌های واجد دل قرمزی می‌توان به تشکیل تیل در دل قرمزی راش اشاره کرد (شکل ۷، کی و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین جرم ویژه بحرانی کم نمونه‌های فاقد دل قرمزی از دلایل نرخ خشک شدن بالای این نمونه‌ها، به ویژه در دامنه هیگروسکوپیک و انتشار آب آغشتگی محسوب می‌شود. پژوهش‌های متعدد نیز بیانگر آن است که با کاهش جرم ویژه بحرانی چوب سرعت خشک شدن چوب افزایش می‌یابد (کی و همکاران، ۲۰۰۰؛ طارمیان و همکاران، ۲۰۰۹a). برای مثال، بررسی‌های طارمیان و همکاران (۲۰۰۹a) نشان داد که در اثر تشکیل چوب واکنشی (چوب کشتی در پهن‌برگان و چوب فشاری در سوزنی‌برگان) و افزایش جرم ویژه بحرانی این نوع چوب‌ها، ضریب انتشار چوب و نرخ خروج رطوبت از آن کاهش می‌یابد.



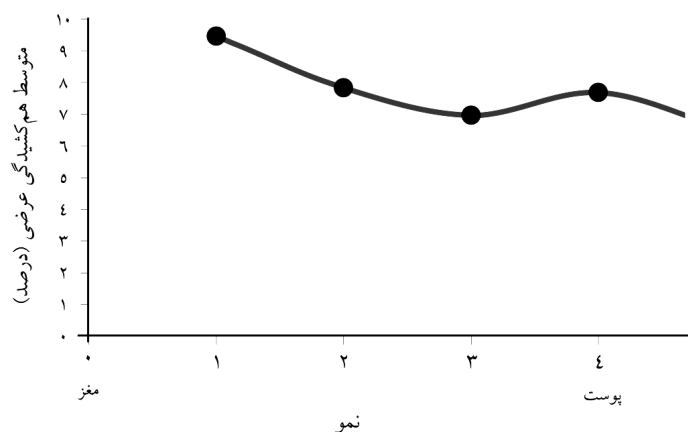
شکل ۶- منحنی نرخ خشک شدن نمونه‌ها از مغز تا پوست (نمونه‌های ۱ تا ۴ واجد دل قرمزی و نمونه ۵ فاقد دل قرمزی می‌باشد).



الف ب

شکل ۷- تصاویر میکروسکوپی از مقطع عرضی نمونه واجد دل قرمزی (الف) و نمونه فاقد دل قرمزی (ب)، حفره‌های آوندی نشان داده شده با پیکان با تیل مسدود شده‌اند.

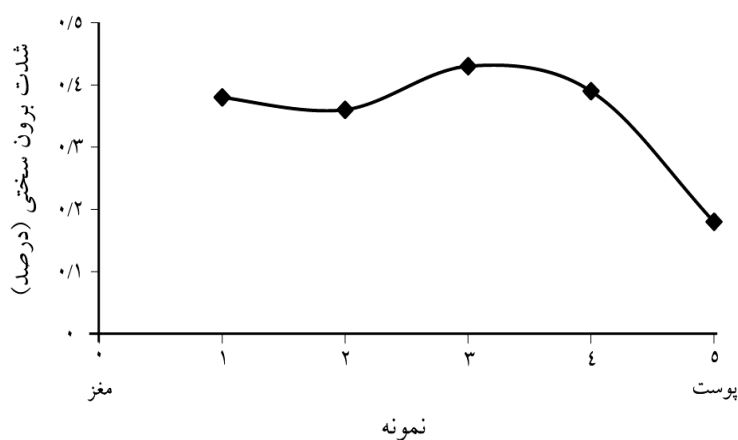
هم‌کشیدگی عرضی: شکل ۸ روند تغییرات هم‌کشیدگی عرضی نمونه‌ها را طی خشک شدن نشان می‌دهد. با توجه به منحنی مشخص می‌شود که بیش‌ترین مقدار هم‌کشیدگی عرضی مربوط به نمونه شماره ۱ (نزدیک به مغز و واجد دل قرمزی) با مقدار ۹/۴۶ درصد و کم‌ترین آن نیز مربوط به نمونه ۳ با مقدار ۶/۵۴ درصد می‌باشد. به‌طورکلی، میزان متوسط هم‌کشیدگی عرضی در نمونه‌های واجد دل قرمزی به‌ویژه نزدیک مغز بیش‌تر است. این نتایج با مشاهدات مارینسکو^۱ و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.



شکل ۸- روند هم‌کشیدگی عرضی از نزدیک مغز تا پوست (نمونه‌های ۱ تا ۴ واجد دل قرمزی و نمونه ۵ فاقد دل قرمزی می‌باشد).

1- Marinescu

شدت برون سختی (تنش‌های باقی‌مانده): نتایج نشان داد که وقوع دل قرمزی در راش منجر به برون سختی شدید در این چوب می‌شود. پس از برش نمونه‌های تنش، در همه نمونه‌ها دو شاخه آزمون به هم نزدیک شد. به عبارت دیگر، همه نمونه‌ها دارای تنش‌های باقی‌مانده (تنش کششی) بودند. شکل ۹ نشان می‌دهد که کم‌ترین برون سختی مربوط به نمونه فاقد دل قرمزی است و همه نمونه‌های نزدیک به مغز دارای تنش‌های چوب خشک‌کنی باقی‌مانده قابل توجهی هستند.



شکل ۹- شدت برون سختی نمونه‌ها از نزدیک بافت مغز تا پوست.

بحث

در چوب‌هایی با درون چوب واقعی، اغلب درصد رطوبت برون چوب بیش‌تر از درون چوب می‌باشد و علت این پدیده این است که در ناحیه درون چوب ترکیبات پارانشیمی در اثر فعل و انفعالات شیمیایی تبدیل به مواد استخراجی شده و این مواد در دیواره و حفره‌های سلولی رسوب می‌کنند و در عمل این ناحیه دیگر در انتقال رطوبت نقشی ندارد (کی و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج نشان داد که در چوب راش علاوه بر موارد ذکر شده به علت تشکیل تیل در ناحیه دل قرمزی، انتقال آب آزاد در دامنه بالای نقطه اشباع الیاف مختل می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد، نمونه ۵ (عاری از دل قرمزی) بیش‌ترین رطوبت سبز را دارد. دفع سریع‌تر رطوبت، در نمونه نزدیک پوست (نمونه ۵) را می‌توان به نبود دل قرمزی در این ناحیه و نیز عوامل دیگری مانند، نفوذپذیری بیش‌تر این ناحیه،

وجود جریان فیزیکی شیره خام و رطوبت بیش‌تر در این ناحیه نسبت به نواحی نزدیک مغز، عدم رسوب مواد استخراجی در حفره‌ها و دیواره سلولی نسبت داد. در مقابل، تشکیل تیل به‌علت دل قرمزی و رسوب مواد استخراجی و افزایش جرم ویژه بحرانی از علل اصل کاهش نرخ خروج رطوبت از نمونه‌های نزدیک مغز محسوب می‌شوند. به‌نظر می‌رسد که تشکیل تیل از عوامل اصلی کاهش سرعت جریان توده‌ای آب آزاد (نرخ خشک شدن در دامنه رطوبت بالاتر از رطوبت نقطه اشباع فیبر) محسوب می‌گردد، در حالی که کاهش نرخ خروج رطوبت در دامنه آب آغشتگی اغلب ناشی از جرم ویژه بحرانی بیش‌تر چوب حاوی دل قرمزی باشد. نرخ خشک شدن آهسته‌تر چوب حاوی دل قرمزی و هم‌کشیدگی عرضی بیش‌تر این چوب از دلایل بروز تنش‌های باقی‌مانده شدید (برون سختی) است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود، گرده بینه‌های راش واجد دل قرمزی با برنامه چوب خشک‌کنی ملایم‌تری خشک شوند تا از شدت بروز معایب چوب خشک‌کنی کاسته شود.

منابع

1. Azaadfar, D., Karoori, S.A.A. and Haddadchi, Gh. 2004. Study of peroxidase and alpha-amylase activities in different growth stages of beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Pajooresh and saazandegi, 62: 25-31 (In Persian)
2. Albert, L.A., Hofmann, T., Nemeth, I., Retfalvi, T., Koloszar, J., Varga, Sz. and Csepregi, I. 2003. Radial variation of phenol content in beech wood with and without red heartwood, Holz als Roh- und Werkstoff, 61: 3. 227-230.
3. Amini, M. 2002. Drying schedule for 5 cm- thick beech wood, M.Sc. Thesis, University of Tehran, 115p. (In Persian)
4. Guler, C., Bektas, I. and Basturk, M.A. 2002. Principal mechanical properties of *Fagus Orientalis* naturally grown in andiron northeastern Mediterranean region of Turkey, Turkey Journal Agriculture, 26: 147-154.
5. Guler, C., Bektas, I. and Basturk, M.A. 2004. Some mechanical properties of eastern beech wood, Journal of the Institute of Wood Science, 16: 4. 223-229.
6. Keey, R.B., Langrish, T.A.G. and Walker, J.C.F. 2000. Kiln-Drying of Lumber, Springer, 312p.
7. Knoke, T. 2002. Value of complete information on red heartwood formation in beech (*Fagus sylvatica*), Silva Fennica Journal, 36: 4. 841-851.
8. Langrish, T.A.G., Keey, R.B. and Umar, M. 1992. Improving the quality of timber from red beech by intermittent drying, Drying Technology, 10: 4. 947-960.
9. Madhooshi, M. and Ebrahimi, Gh. 1997. Drying schedule for Beech wood, Faslname oloome keshavarzi vamanabe tabei, 16: 4. 5-11. (In Persian)

10. Marinescu, I., Campean, M. and Budau, G. 2010. Comparison Between Physical Properties and Drying Behaviour of White Wood and Red Heart of European Beech, 11th International IUFRO Wood Drying Conference, January 18-22, Sweden.
11. Nasroun, T.H. and AL-Shahrani, T.S.S. 1998. The relationship between anatomical properties of wood and some of its physical properties, Arab Gulf Journal of Scientific Research, 16: 3. 657-676.
12. Papadopoulos, A.N. 2008. The effect of acetylation on bending strength of finger jointed beech wood, Holz als Roh- und Werkstoff, 66: 309-310.
13. Pohler, E., Klingner, R. and Kunniger, T. 2006. Beech technological properties, adhesion behavior and colour stability with and without coatings of the red heartwood, Annals Forest science, 63: 129-137.
14. Rahimi, S. 2008. Drying schedule for 5 cm thick Poplar wood (*Populus nigra*), M.Sc. Thesis, University of Tehran, 52p. (In Persian)
15. Rezaayi, V. 1997. Drying schedule for 7.5 cm thick Beech wood, MSc. Thesis, Azad University, 76p. (In Persian)
16. Saadaat Nejad, S.H., Tajvidi, M. and Yoosefi, H. 2008. Effect of longitudinal compression to bulk cell wall on mechanical properties of steamed treated of beech wood, Tahghighate oloome choob va kaaghaze Iran, 23: 2. 191-199. (In Persian)
17. Seeling, U. 1998. Heartwood characteristics: its effect on wood utilization, illustrated with reference to beech (*Fagus sylvatica*). Schweiz. Z. Forstwes Journal, 149: 991-1004.
18. Sorz, J. and Heitz, P. 2008. Is oxygen involved in beech red heartwood formation? Journal of Trees, 22: 175-185.
19. Tarmian, A. 2007. Drying behavior of reaction woods in comparison of normal woods: compression wood of *Picea abies* and tension wood of Beech, Ph.D. Thesis, University of Tehran, 121p. (In Persian)
20. Tarmian, A. and Perre, P. 2009. Air permeability in longitudinal and radial directions of compression wood of *Picea Abies* L. and tension wood of *Fagus Sylvatica* L., Holzforschung, 63: 352-356.
21. Tarmian, A., Remond, R., Faezipour, M., Karimi, A. and Perre, P. 2009a. Reaction wood drying kinetics: tension wood in *Fagus sylvatica* and compression wood in *Picea abies*, Wood Science and Technology, 43: 113-130.
22. Tarmian, A., Sepeher, A. and Rahimi, S. 2009b. Drying Stress and Strain in Tension Wood: A Conventional Kiln Schedule to Efficiently Dry Mixed Tension/Normal Wood Boards in Poplar, Drying Technology, 27: 1033-1040.
23. Trenciansky, M. and Hansmann, C. 2007. Beech red heartwood-reduction of its negative effect from the viewpoint of forestry and wood industry, The third conference on Hardwood Research and Utilization In Europe, Sopron, 3-4. September.

24. Wernsdorfe, H., Mogudec, G.L., Constant, T., Mothe, F., Seeling, U. and Nepveu, G. 2005. Approach to the estimation of red heart occurrence in *Fagus sylvatica* based on geometric relationships between branch scar development and knot dimensions, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 5. 448-455.
25. Wernsdorfe, H., Mogudec, G.L., Constant, T., Mothe, F., Nepveu, G. and Seeling, U. 2006. Modeling of the shape of red heartwood in beech trees based on external tree characteristics, *Annals Forest Science*, 63: 905-913.
26. Woodcock, D.W. and Shier, A.D. 2003. Does canopy position affect wood specific gravity in temperate forest trees?, *Annals of Botany Company*, 91: 529-537.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

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

Effect of Beech Red Heartwood (*Fagus orientalis* L.) on the Physical Properties (Moisture Content and Specific Gravity) and the Drying Behavior of the Species

**M. Shahverdi¹, *A. Tarmian², S.A. Haji Mirza Tayeb³
and S.M.J. Moosavi Hosseini⁴**

¹M.Sc. Student of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran,

²Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran,

³M.Sc. Student of Wood and Paper Science and Technology, Islamic Azad University,

Karaj Branch, ⁴M.Sc. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran

Received: Oct., 18, 2009; Accepted: Dec., 4, 2010

Abstract

In this research, the influence of red heartwood formation in Iranian Beech (*Fagus orientalis* L.) on its drying behavior was studied. Radial variation (from pith to bark) in specific gravity, green moisture content, drying rate, transverse shrinkage and casehardening in a Beech log containing red heartwood was investigated. All samples were dried in an experimental kiln under a constant temperature of 60 °C and relative humidity of 40% to the final moisture content of about 8%. The results showed that the wood containing red heartwood had greater specific gravity and lower green moisture content than normal wood. In addition, it was revealed that the red heartwood formation in Beech decreased the drying rate and increased shrinkage and casehardening. The microscopic studies indicated that the tylose presents in the vessel cavities of red heartwood Beech. Thus, the different drying behavior of Beech red heartwood can be attributed to the tylose in the vessel cavities.

Keywords: Beech, Red heartwood, Drying behavior, Casehardening, Tylose

* Corresponding Author; Email: tarmian@ut.ac.ir