

اثر روش چوب خشک‌کنی بر ضریب نفوذپذیری چوب بلوط (*Quercus infectoria*)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر روش چوب خشک‌کنی بر ضریب نفوذپذیری چوب بلوط (*Quercus infectoria*) انجام شد. گرده‌بینه‌های تازه بریده‌شده بلوط از اورمان (هورامان تخت) واقع در شرق کردستان تهیه و سپس به تخته‌هایی با ضخامت اسمی ۶ سانتی‌متر تبدیل شدند. تخته‌ها با دو روش مختلف خشک شدند. در روش اول (روش ترکیبی)، تخته‌ها به مدت ۴۵ روز در هوای آزاد تا میانگین رطوبت ۳۰ درصد و سپس در کوره نیمه‌صنعتی با روش جابجایی هوای گرم و طبق برنامه T5-D1 تا رطوبت نهائی ۱۰ درصد خشک شدند. در روش دوم، تخته‌ها از میانگین رطوبت سبز ۵۵ درصد تا رطوبت نهائی ۱۰ درصد با برنامه T5-D1 در کوره خشک‌شدند. سپس، ضریب نفوذپذیری تخته‌های خشک‌شده در دو جهت عرضی و طولی و در دو ناحیه چوب‌برون و چوب‌درون به‌طور مجزا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که نفوذپذیری تخته‌های بلوط خشک‌شده در کوره در هر دو جهت طولی و عرضی و نیز در هر دو ناحیه چوب‌برون و چوب‌درون بیشتر از نفوذپذیری تخته‌های خشک‌شده با روش خشک‌کردن ترکیبی (هوای آزاد+ کوره) است.

واژگان کلیدی: خشک کردن، بلوط، ضریب نفوذپذیری، چوب‌برون، چوب‌درون

شوبو صالح پور^۱
اصغر طارمیان^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری، ^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مسئول مکاتبات:
tarmian@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۳

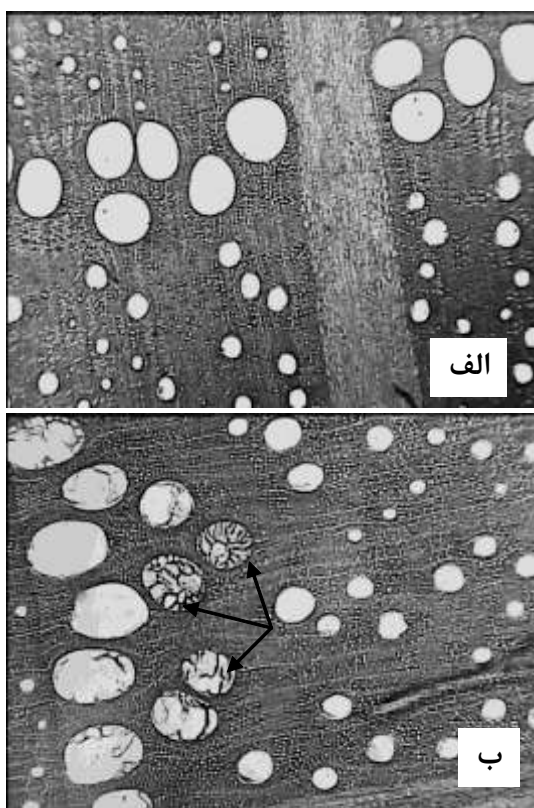
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۲۰

مقدمه

چوب بلوط جزو چوب‌های جنگلی مهم ایران است که به دلیل جرم ویژه نسبتاً بالا ($0.78-0.79 \text{ gr/cm}^3$) از مقاومت مکانیکی بالائی برخوردار است. این چوب در اغلب مصارفی که به تحمل بالای مکانیکی نیاز دارد، قابل‌مصرف است. چوب بلوط در مصارف چوب‌های تونلی و معادن، تراورس راه‌آهن و پارکت کاربرد دارد. با توجه به کاربرد چوب بلوط در ساخت تراورس‌های راه‌آهن و برخی دیگر از کاربردهای آن در خارج از ساختمان، دوام طبیعی و اشباع‌پذیری آن با مواد حفاظتی توسط محققین متعددی مورد ارزیابی قرار گرفته است [۱-۳]. برای حفاظت و اشباع چوب با مواد

حفاظتی و افزایش دوام طبیعی آن، ضریب نفوذپذیری پارامتر مهمی است. نفوذپذیری چوب یک پارامتر بسیار متغیر و وابسته به ساختمان آناتومی آن است. علاوه بر هرسونایکسانی، چوب یک ماده به‌شدت ناهمگن است و بروز هر نوع ناهنجاری در آن نفوذپذیری آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. Gholamian و Tarmian (۲۰۱۰) نشان دادند که دل قرمزی راش ایران به علت تشکیل تیل در آوندها ضریب نفوذپذیری طولی کم‌تر در مقایسه با چوب معمولی راش دارد [۴]. همچنین، آزمایش‌های Tarmian و Perre (۲۰۰۹) نشان داد که در هر دو جهت شعاعی و طولی نفوذپذیری چوب کششی راش کمتر از چوب نرمال است

استاندارد EN 1310 تعیین شد. نسبت چوب‌درون به چوب برون تخته‌ها به‌طور متوسط برابر با ۱/۵ بود. بر اساس مطالعات میکروسکوپی، مسیر برخی از حفرات آوندی در چوب‌درون با تیل مسدود شده بود (شکل ۱). به منظور کاهش خروج رطوبت و جلوگیری از بروز ترک‌های مقطعی، مقاطع تخته‌ها با رنگ روغنی اندود شد.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپی از مقطع عرضی چوب‌برون (الف) و چوب‌درون (ب) تخته بلوط خشک‌شده

روش خشک‌کردن تخته‌ها

میانگین رطوبت سبز تخته‌ها قبل از خشک‌کردن ۵۵ درصد بود. از دو روش مختلف برای خشک‌کردن تخته‌ها استفاده شد. یک سری از تخته‌ها در ابتدا در هوای آزاد (با نوسانات دمایی ۴/۷ تا ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد) در فصل پائیز از ۱۵ مهر تا پایان آذر (به‌مدت ۴۵ روز) تا میانگین رطوبت ۳۰ درصد و سپس در کوره نیمه‌صنعتی تا رطوبت نهائی حدود ۱۰ درصد مطابق برنامه T5-D1 خشک شدند. عملیات خشک‌کردن در محل آزمایشگاه گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران در کرج انجام شد. سری دوم تخته‌ها داخل کوره از رطوبت سبز تا میانگین رطوبت نهائی

[۵]. علاوه بر تأثیر ساختمان تخلخلی و آناتومی چوب بر ضریب نفوذپذیری و اشباع‌پذیری آن، روش خشک‌کردن چوب نیز می‌تواند بر میزان نفوذپذیری آن مؤثر باشد. برای مثال، در اثر خشک‌کردن چوب‌های سوزنی‌برگ خانواده کاج، پدیده مکش منفذی رخ داده و در نتیجه منفذ با توروس بسته می‌شود. در اثر وقوع این پدیده، نفوذپذیری چوب کاهش می‌یابد [۶]. بر این اساس، تحقیقات Petty (۱۹۷۰) نشان داد که چوب نراد (*Abies grandis*) خشک‌شده با روش حلال ۳۱ برابر نفوذپذیرتر از چوب نراد خشک‌شده در هوای آزاد است [۷]. Booker و Evans (۱۹۹۴) تأثیر سه روش خشک‌کردن در هوای آزاد، خشک‌کردن در کوره در دمای معمولی و دمای بالا را بر نفوذپذیری شعاعی چوب‌برون و چوب‌درون کاج‌رادیاتا بررسی کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که چوب خشک‌شده در دماهای بالا نفوذپذیری بیشتری دارد [۸]. تحقیقات Cai و Zhang (۲۰۰۶) نیز بر روی چوب نراد (*Abies lasiocarpa*) نشان داد که با افزایش شدت خشک‌شدن چوب بر نفوذپذیری آن افزوده می‌شود [۹]. نتایج مطالعات Alexio و همکاران (۱۹۹۰) بر روی چوب اکالیپتوس نشان داد که بخاردهی چوب قبل از خشک‌کردن موجب افزایش نفوذپذیری آن می‌شود [۱۰]. Vinden و Torgovnikov (۲۰۰۹) بیان کردند که استفاده کنترل‌شده از انرژی مایکروویو برای خشک‌کردن تخته تازه قطع شده می‌تواند مستقیماً فاکتور نفوذپذیری را به‌واسطه ایجاد گسیختگی در سلول‌های اشعه چوبی تحت تأثیر قرار دهد [۱۱]. در تحقیق حاضر اثر روش خشک‌شدن بر ضریب نفوذپذیری و اشباع‌پذیری چوب بلوط (*Quercus infectoria*) مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و تهیه تخته

تعداد ۸ گرده بینه تازه قطع‌شده از درختان بلوط غرب (*Quercus infectoria*) با طول ۳ متر و سن حدود ۴۰ سال و قطر برابر سینه ۳۵ سانتی‌متر از منطقه اورمان واقع در شرق کردستان تهیه شدند. سپس، گرده بینه‌ها به تخته‌هایی به ضخامت ۶ سانتی‌متر، طول ۱/۲ متر و پهنای ۱۲ سانتی‌متر با الگوی برش بینابینی تبدیل شدند. نسبت چوب‌درون به چوب‌برون هر یک از تخته‌ها مطابق

رطوبت ۳ نمونه شاهد مرطوب تر تغییر کرد. در هر دو روش خشک کردن، از ۹ تخته به همراه ۶ نمونه شاهد به طول ۶۰ سانتی متر استفاده شد. پس از خشک کردن، شدت ترک‌های سطحی در لبه و پهنای تخته‌ها اندازه‌گیری شد.

۱۰ درصد مطابق برنامه T5-D1 خشک شدند [۱۲] (جدول ۱). به منظور تغییر گام برنامه چوب خشک‌کنی و اندازه‌گیری سرعت خشک شدن، نمونه‌های کنترل حداقل روزانه یک‌بار توزین شدند. با محاسبه رطوبت جدید، گام برنامه بر اساس

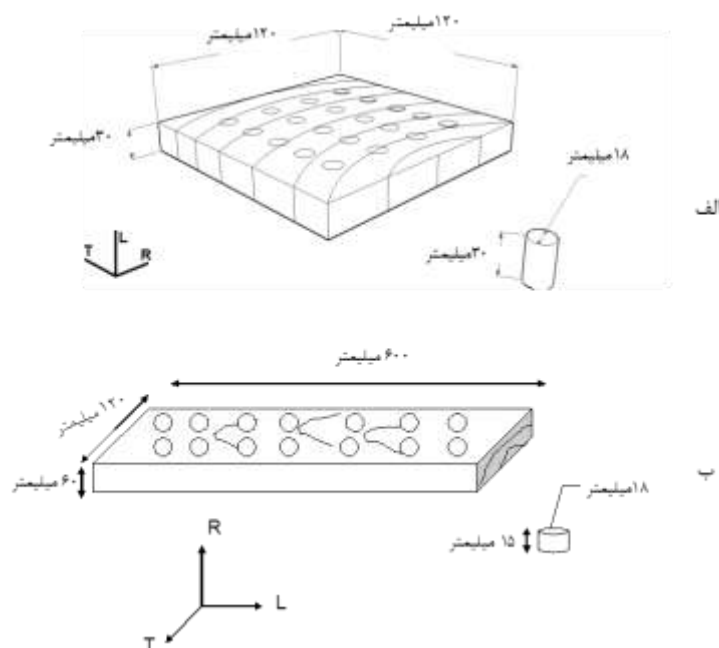
جدول ۱- برنامه چوب خشک‌کنی مورد استفاده (T5-D1) برای خشک کردن تخته بلوط غرب به ضخامت اسمی ۶ سانتی متر [۱۲]

| رطوبت در شروع گام (درصد) | دمای خشک کوره (درجه سانتی‌گراد) | اختلاف دمای خشک و تر (درجه سانتی‌گراد) | رطوبت نسبی (درصد) | رطوبت تعادل (درصد) |
|--------------------------|---------------------------------|--|-------------------|--------------------|
| >۵۰ | ۴۸/۵ | ۳ | ۹۱ | ۱۹ |
| ۴۰-۵۰ | ۴۸/۵ | ۴ | ۸۸ | ۱۷/۵ |
| ۳۵-۴۰ | ۴۸/۵ | ۶ | ۸۲ | ۱۵/۱ |
| ۳۰-۳۵ | ۴۸/۵ | ۱۰ | ۷۲ | ۱۲ |
| ۲۵-۳۰ | ۵۴ | ۲۵ | ۴۳ | ۶/۶ |
| ۲۰-۲۵ | ۵۹/۴ | ۵۰ | ۱۴ | ۴ |
| ۱۵-۲۰ | ۸۱/۴ | ۵۰ | ۲۶ | ۳/۴ |
| <۱۵ | ۸۱/۴ | ۵۰ | ۲۶ | ۳/۷ |

پوست انجام شد. پس از تهیه نمونه‌های استوانه‌ای شکل، سطوح جانبی نمونه‌ها با رزین اپوکسی آلود شد تا هوا فقط در جهت مورد نظر جریان داشته باشد. ضریب نفوذپذیری طولی و عرضی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی به روش حجم آب جابجا شده در حالت سقوط اندازه‌گیری شد [۱۳].

اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی

پس از خشک شدن تخته‌ها، به منظور اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری طولی و عرضی، به ترتیب نمونه‌ها به استوانه‌هایی با طول ۳۰ و ۱۵ میلی‌متر و قطر ۱۸ میلی‌متر بریده شدند (شکل ۲). نمونه‌برداری در دو ناحیه چوب‌برون و چوب‌درون به طور مجزا و در هر دو ناحیه نزدیک مغز و



شکل ۲- شمایی از روش نمونه‌برداری از تخته‌های خشک شده برای اندازه‌گیری نفوذپذیری طولی (الف) و نفوذپذیری عرضی (ب)

تجزیه و تحلیل آماری

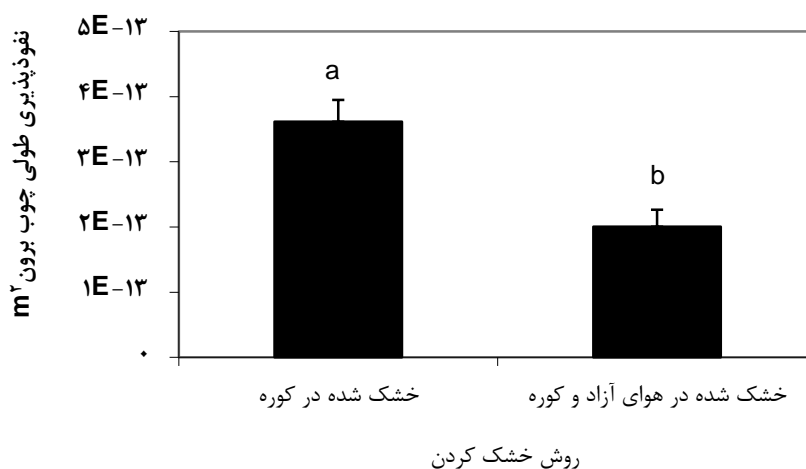
از طرح کاملاً تصادفی برای مطالعه استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج و مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده با بهره‌گیری از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

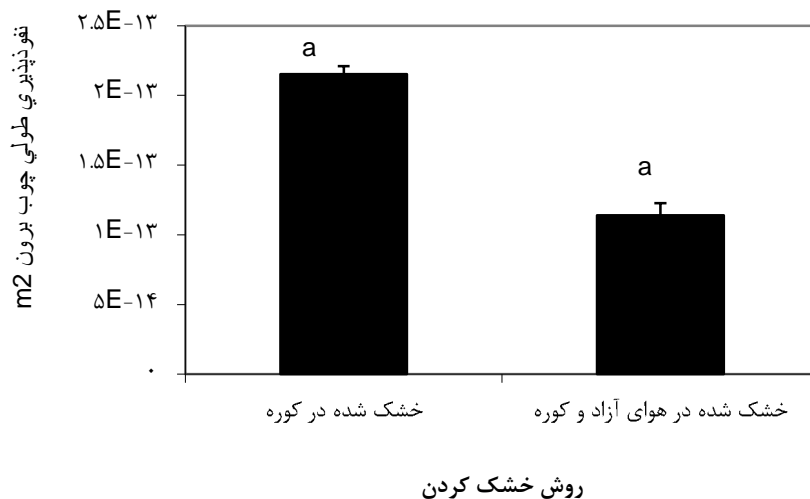
نفوذپذیری طولی

نتایج نشان داد نفوذپذیری طولی چوب‌برون و چوب‌درون تخته‌های بلوط خشک‌شده در کوره بیشتر از تخته‌های خشک‌شده به روش ترکیبی (هوای آزاد + کوره) است (شکل‌های ۳ و ۴). نفوذپذیری طولی چوب‌برون و چوب‌درون نمونه‌های خشک‌شده در کوره به طور متوسط ۱/۵ و ۱/۲ برابر بیشتر از نفوذپذیری نمونه‌های خشک‌شده به روش ترکیبی بود و بین مقادیر نفوذپذیری طولی در دو روش خشک‌کردن در سطح اعتماد ۹۹ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج Booker و Evans (۱۹۹۴) بر روی چوب کاج رادیاتا [۸] و Cai و Zhang (۲۰۰۶) بر روی چوب نراد (*Abies lasiocarpa*) همخوانی دارد [۹]. این محققین نیز دریافتند که با افزایش دمای خشک‌کن و نیز شدت خشک‌کردن دو گونه چوبی مذکور، ضریب نفوذپذیری چوب افزایش پیدا می‌کند. از دلایل افزایش نفوذپذیری چوب بلوط در شرایط خشک‌کردن شدید می‌توان به وقوع شانه‌عسلی شدن و یا ترک‌های میکروسکوپی در دیوار

سلول‌ها اشاره کرد. البته بسته به نوع گونه چوبی، در صورتی که خشک‌کردن شدید چوب منجر به وقوع چین-خوردگی سلول‌ها (کلاپس) شود، نفوذپذیری آن کاهش می‌یابد. نتایج همچنین نشان داد که صرفنظر از روش خشک‌کردن، نفوذپذیری طولی چوب‌برون بلوط با مقدار $3/64 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ به طور متوسط ۱/۸ برابر بیشتر از نفوذپذیری چوب‌درون با مقدار $2/15 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ است. همچنین، در روش خشک‌کردن ترکیبی (هوای آزاد + کوره)، نفوذپذیری طولی در ناحیه چوب‌برون و چوب‌درون به ترتیب برابر با $2/64 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ و $1/35 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ بود. مطالعات میکروسکوپی نشان داد که مسیر برخی از حفرات آوندی در ناحیه چوب‌درون بلوط با تیل مسدود شده است (شکل ۱). بنابراین، کم‌تر بودن نفوذپذیری طولی چوب-درون بلوط در مقایسه با چوب‌برون آن می‌تواند ناشی از تشکیل تیل در حفرات آوندی چوب‌درون باشد. تحقیقات Tarmian و Gholamian (۲۰۱۰) نیز نشان داد که دل-قرمزی راش ایران به‌علت تشکیل تیل درآوندهای آن در مقایسه با چوب معمولی راش ضریب نفوذپذیری طولی کم‌تری دارد [۴]. نتایج مطالعات Bao و همکاران (۱۹۹۵) نیز نشان داد که در پهن‌برگان نفوذپذیری چوب‌برون در حد چوب‌درون و یا بیشتر از آن است [۱۴]. رسوب مواد استخراجی در چوب‌درون و بسته‌شدن منافذ دیوارسلولی یکی دیگر از دلایل اصلی کاهش نفوذپذیری چوب‌درون محسوب می‌شود.



شکل ۳- نفوذپذیری طولی چوب‌برون تخته بلوط خشک‌شده در کوره و تخته خشک‌شده به روش ترکیبی (هوای آزاد و کوره)



شکل ۴- نفوذپذیری طولی چوب درون بلوط خشک شده در کوره و چوب درون خشک شده به روش ترکیبی (هوای آزاد و کوره)

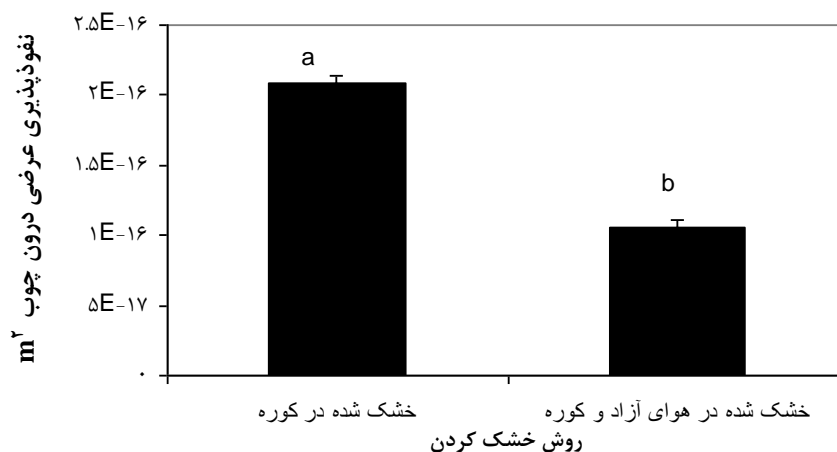
نفوذپذیری عرضی

همانند نتایج به دست آمده در مورد نفوذپذیری طولی، نتایج نشان داد نفوذپذیری عرضی چوب برون و چوب درون تخته‌های بلوط خشک شده در کوره بیشتر از تخته‌های خشک شده به روش ترکیبی (هوای آزاد + کوره) است (شکل‌های ۵ و ۶). نفوذپذیری عرضی چوب برون و چوب درون نمونه‌های خشک شده در کوره به طور متوسط $1/39$ و $1/2$ برابر بیشتر از نفوذپذیری نمونه‌های خشک شده به روش ترکیبی بود. نتایج همچنین نشان داد که بین نفوذپذیری عرضی چوب برون و چوب درون بلوط تفاوت معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹ درصد وجود دارد و نفوذپذیری عرضی چوب برون بلوط به طور متوسط $1/2$ برابر بیشتر از نفوذپذیری چوب درون است. مقدار نفوذپذیری عرضی نمونه‌های خشک شده در کوره در ناحیه چوب برون و چوب درون به ترتیب برابر با $5/92 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ و $4/34 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ بود. همچنین، مقدار نفوذپذیری عرضی نمونه‌های خشک شده به روش ترکیبی در ناحیه چوب-برون و چوب درون به ترتیب برابر با $4/48 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ و $2/98 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ بود. چون میزان نفوذپذیری چوب فقط تابع ساختار تخلخلی آن می‌باشد، دلیل نوسان در میزان نفوذپذیری چوب را باید فقط در ماهیت آناتومیکی آن

جستجو کرد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روش خشک کردن به واسطه تغییر در ساختمان تخلخلی چوب به طور غیرمستقیم می‌تواند ضریب نفوذپذیری چوب را تحت تاثیر قرار دهد. وقوع پدیده چین خوردگی (کلاپس) در برخی از گونه‌های چوبی مانند انواع صنوبرها (تبریزی، سپیدار و ...) و اکالیپتوس و نیز ترک‌های میکروسکوپی داخلی (شانه‌عسلی) از دلایل اثرات غیر مستقیم روش خشک کردن بر ضریب نفوذپذیری چوب محسوب می‌شوند. مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های خشک شده نشان داد که در هیچ یک از نمونه‌ها آثاری از چین خوردگی سلول‌ها به چشم نمی‌خورد. بنابراین، افزایش نفوذپذیری نمونه‌های چوب بلوط خشک شده در کوره در مقایسه با هوای آزاد شاید ناشی از وقوع ترک‌های چوب خشک‌کنی باشد. نتایج اندازه‌گیری ترک‌های سطحی نشان داد که در لبه و پهنای تخته‌ها شدت و فراوانی این نوع ترک‌ها در تخته‌های خشک شده در کوره بیشتر است (جدول ۲). سایر محققین نیز گزارش کردند که در اثر وقوع گسیختگی در سلول‌های چوبی به ویژه پره‌های چوبی طی خشک شدن قابلیت نفوذپذیری و اشباع پذیری چوب افزایش می‌یابد [۱۱].



شکل ۵- میانگین نفوذپذیری عرضی چوب برون بلوط خشک‌شده در کوره و روش ترکیبی (هوای آزاد و کوره)



شکل ۶- نفوذپذیری عرضی چوب درون تخته بلوط خشک‌شده در کوره و روش ترکیبی (هوای آزاد و کوره)

جدول ۲- شدت ترک خوردگی در لبه و سطح تخته‌های خشک‌شده در کوره و خشک‌شده به روش ترکیبی (هوای آزاد + کوره)

| طول ترک‌ها در لبه (میلی‌متر) | فراوانی ترک‌ها (خشک کردن در کوره) | فراوانی ترک‌ها (روش ترکیبی) | طول ترک‌ها در سطح (میلی‌متر) | فراوانی ترک‌ها (خشک کردن در کوره) | فراوانی ترک‌ها (روش ترکیبی) |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| ۰-۵ | ۳ | ۵ | ۰-۵ | ۶ | - |
| ۵-۱۰ | ۱ | ۴ | ۵-۱۰ | ۱۰ | - |
| ۱۰-۱۵ | ۹ | ۶ | ۱۰-۱۵ | ۵ | ۳ |
| ۱۵-۲۰ | ۴ | ۵ | ۱۵-۲۰ | ۱۴ | ۲ |
| ۲۰-۲۵ | ۳ | ۳ | ۲۰-۲۵ | ۲ | ۱ |
| ۲۵-۳۰ | ۲ | ۲ | ۲۵-۳۰ | ۳ | ۱ |
| ۳۰-۳۵ | ۱ | - | ۳۰-۳۵ | ۱ | - |
| ۳۵-۴۰ | ۱ | - | ۳۵-۴۰ | - | - |
| ۴۰-۴۵ | ۲ | - | ۴۰-۴۵ | ۱ | - |
| ۴۵-۵۰ | - | - | ۴۵-۵۰ | - | - |
| ۵۰-۵۵ | - | - | ۵۰-۵۵ | - | - |

نتیجه‌گیری

است. کم‌تر بودن نفوذپذیری چوب‌درون می‌تواند ناشی از وجود تیل در حفرات آوندی و محدود شدن عبور سیال از مسیر آوندها باشد. با توجه به تاثیر مثبت خشک‌کردن چوب بلوط در کوره در مقایسه با روش ترکیبی (پیش‌خشک‌کردن در هوای آزاد و سپس در کوره) بر ضریب نفوذپذیری و اشباع‌پذیری آن، پیشنهاد می‌شود به منظور اشباع‌پذیری بهتر این گونه چوبی سخت اشباع با مواد حفاظتی، عملیات خشک‌کردن آن به طور کامل در داخل کوره انجام شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی برنامه چوب‌خشک‌کنی بهینه برای خشک‌کردن چوب بلوط در کوره با هدف افزایش نفوذپذیری آن همراه با حفظ خواص مکانیکی آن و کاهش وقوع ترک‌های سطحی تدوین شود.

در تحقیق حاضر تاثیر روش خشک‌کردن چوب بلوط بر ضریب نفوذپذیری طولی و عرضی آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش خشک‌کردن بر ضریب نفوذپذیری این چوب موثر است و میانگین نفوذپذیری چوب بلوط چه در ناحیه چوب‌درون و چه در ناحیه چوب‌برون در روش خشک‌کردن در کوره نسبت به روش ترکیبی (خشک‌کردن در هوای آزاد + کوره) بیشتر است. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روش و شدت خشک‌کردن چوب بلوط به واسطه تغییر در ساختمان تخلخلی بر مقدار نفوذپذیری آن موثر است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که صرفنظر از روش خشک‌کردن، ضریب نفوذپذیری چوب‌درون بلوط در هر دو جهت طولی و عرضی کم‌تر از مقدار این ضریب در چوب‌برون

مراجع

- [1] Rezanejad, A. and Firozjahi, H.A., 2007. Study on termites resistance of oak wood by field test stakes, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 22(1): 62-71 (In Persian).
- [2] Rezanejad, A. and Arabtabar Firouzjaei, H., 2010. Study on Durability of Oak Wood by Field test stakes, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 25(1): 22-31 (In Persian).
- [3] Aloui, A., Ayadi, N., Charrier, F. and Charrier, B., 2004. Durability of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) against white rot fungi (*Corioliolus versicolor*): relations with phenol extractives, European Journal of Wood and Wood Products 62(4): 286-290.
- [4] Gholamiyan, H. and Tarmian, A., 2010. Radial variation in longitudinal permeability of beech wood containing red heart wood, Journal of Forest and Wood Products 63(1): 37-46 (In Persian).
- [5] 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
- [6] Siau, J.F., 1984. Transport processes in wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 245p.
- [7] Petty, J.A., 1970. Permeability and structure of the wood of Sitka spruce. Proceedings, Royal Society London, B. 179:149-166
- [8] Booker, R.E. and Evans, J.M., 1994. The effect of drying schedule on the radial permeability of *Pinus radiata* D. Don., European Journal of Wood and Wood Products 52(3): 150-156
- [9] Zhang, Y. and Cai, L., 2006. Effects of steam explosion on wood appearance and structure of sub alpine fir, Wood Science Technology 40: 427-436.
- [10] Alexio, U.P., Wilkins, N.A.P. and Hartley, J., 1990. Effect of pre-steaming on drying rate, wood anatomy and shrinkage of regrowth *Eucalyptus pilularis* SM, Wood Science Technology 24: 103-110.

- [11]Torgovnikov, G. and Vinden, P., 2009. High-intensity microwave wood modification for increasing permeability, *Forest Products Journal* 59(4): 84-92.
- [12]Simpson,W.T., 1991. *Dry Kiln Operator's Manual*, United States Department of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, 269p.
- [13]Taghiyari, H.R., Parsapajouh, D., Karimi, A.N. and Pourtahmasi, K., 2008. Study on gas permeability of juvenile wood and mature wood in *Populus deltoids* (69/55) and *Populus × euroamericana* (cv. I-214), Grown in Gillan Province, Iran. In: *Proceedings of The Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation*. May 5-7, pp. 133- 140.
- [14]Bao, F., Lu, J. and Avramidis, S., 1999. On permeability of main wood species in china, *Holzforschung* 53(4): 350-354

Effect of Drying Method on the Permeability Coefficient of Oak Wood (*Quercus infectoria*)

Abstract

In this study, the effect of drying method on the permeability coefficient of the oak wood (*Quercus infectoria* Oliv) was studied. Freshly-cut logs of oak were prepared from Oureman, the east area of Kourdistan in Iran. Then, boards with nominal thickness of 6 cm were cut. The boards were dried using two methods. In the first method, the boards were air dried to the moisture content close to FSP for 45 days and then they were kiln dried using T5-D1 schedule. In the second method, the boards were dried from green condition to the final moisture content of 10% using T5-D1 schedule. Then, the permeability coefficient in the transverse and longitudinal directions in both heartwood and sapwood regions was measured, separately. Results showed that the permeability of oak boards dried by kiln drying method both in the transverse and longitudinal directions and also in the heartwood and sapwood regions was greater than that of those dried by the combined method (air drying + kiln drying).

Keywords: Drying, Oak, Permeability coefficient, Sapwood, Heartwood

Sh. Salehpour¹
A. Tarmian^{2*}

¹PhD Candidate, ²Associate Professor,
Faculty of Natural Resources,
University of Tehran, Karaj, Iran

Corresponding author:
tarmain@ut.ac.ir

Received: 2012.09.03
Accepted: 2013.08.11

