بررسی اثر چوب کششی بر کیفیت خشک شدن الوار تبریزی در کوره

اصغر طارمیان*[۱]، مهدی شاهوردی[۲]، هادی دشتی[۳] و ایرج منصوریار[۴]

[۱] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۴] کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۱۵، تاریخ تصویب: ۸۹/۷/۵)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر چوب کششی بر کیفیت الوار تبریزی با تدوین برنامه چوب خشک کنی مناسب برای این نوع الوارها انجام شد. گرده بینه‌های تبریزی (*Popoulus nigra*) از منطقه طالقان واقع در غرب کرج تهیه شد. از الوارهای دارای چوب کششی با ضخامت اسمی ۶ سانتی‌متر برای بررسی استفاده شد. الوارها با سه برنامه مختلف خشک شدند. در برنامه اول، الوارها به مدت دو ماه در هوای آزاد تا رطوبت نزدیک FSP خشک شدند و سپس در کوره نیمه صنعتی با روش جابجایی هوای گرم و طبق برنامه $T_{10}E_4$خشک شدند. در دو برنامه دیگر از برنامه‌های ملایم تر T_8E_3و T_6E_3 برای خشک شدن الوارها در کوره استفاده شد. سپس، شدت ترک‌های سطحی، ترک‌های درونی و برون سختی در الوارهای خشک شده مورد بررسی قرار گرفت. در هیچ کدام ازالوارها ترک‌های سطحی رخ نداد ولی ترک‌های درونی در امتداد اشعه‌های چوبی و نیز مماس بر دوایر سالیانه در الوارهای خشک شده با هر سه برنامه رخ داد. به طور کلی، در مقایسه با تخته‌های معمولی، تخته‌های دارای چوب کششی علاوه بر ترک‌های شعاعی، به ترک‌های درونی مماس بر حلقه‌های سالیانه نیز حساس هستند و شدت هر دو نوع ترک در این تخته‌ها بیشتر است. شدت بروز معایب در الوارهای خشک شده با برنامه T_6E_3 کمتر بود و برنامه یاد شده برای خشک کردن الوار تبریزی دارای چوب کششی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خشک کردن، تبریزی، چوب کششی، ترک درونی، برون سختی

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۱ فاکس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۱ E-mail: tarmian@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کیفیت خشک شدن الوار در کوره علاوه بر روش و برنامه چوب خشک‌کنی مورد استفاده، روش بارگذاری و دسته بندی الوارها، به ساختمان چوب و ویژگی‌های آن نیز بسیار وابسته است. بسیاری از معایبی که طی خشک کردن چوب رخ می‌دهد ناشی ازهمکشیدگی ناهمگن آن و گسترش تنش‌های چوب خشک‌کنی است. ناهمگنی در ساختمان چوب و بعضی از معایب رشد مانند گره‌ها، مارپیچ تاری و چوب واکنشی و ناهمگنی در همکشیدگی طولی چوب برای مثال در اثر حضور جوان چوب در الوار، موجب تشدید معایب چوب خشک کنی می‌شوند. یکی از انواع معایب رشد که به شدت رفتار خشک شدن چوب را تحت تاثیر قرارمی‌دهد، چوب کششی است. چوب کششی نوعی چوب واکنشی است که در بعضی از درختان پهن برگ مانند صنوبر و اکالیپتوس بسیار رخ می‌دهد (Fang et al., 2007). این نوع بافت چوبی غیر معمول در واکنش به تنش‌های رشد ایجاد می‌شود (Yamamoto et al., 2005). شرایط نامناسب رویشگاه به ویژه شیب رویشگاه و وزش بادهای غالب از عوامل اصلی شکل‌گیری چوب کششی بشمار می‌آیند.

از دیدگاه چوب خشک‌کنی، چوب کششی رطوبت سبز کم تری نسبت به چوب معمولی دارد و طی خشک شدن همکشیدگی طولی قابل توجهی در آن رخ می‌دهد (Keey et al., 2000). بررسی‌های Tarmian et al. (2009) نشان داد که چوب کششی راش در مقایسه با چوب معمولی آن آهسته تر خشک می‌شود و در پایان، شیب گرادیان رطوبت تندی در ضخامت تخته‌های کششی گسترش پیدا می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهد که تخته‌های دارای چوب کششی به معایب چوب خشک‌کنی حساس هستند. به عبارت دیگر، همکشیدگی طولی قابل توجه چوب کششی نسبت به چوب معمولی موجب ناهمگنی شدید در همکشیدگی الوار دارای چوب کششی شده و احتمال بروز معایب ناشی از خشک شدن افزایش می‌یابد (Sassus et al., 1995). Washusen et al. (2001) در تحقیقاتی نشان دادند که معایب به وجود آمده در اثر خشک کردن چوب کششی ناشی از تشکیل لایه ژلاتینی در این نوع چوب است. نتایج آزمایش‌های Cunderlik et al. (1992) نیز نشان داد که تنش‌های رشد بالا در چوب کششی موجب تنش‌های چوب خشک‌کنی شدید در این چوب می‌شود. Sassus (1995) علت تاب خوردگی روکش‌های تهیه شده از گرده بینه صنوبر (*Populus euramericana*) را به حضور چوب کششی در این روکش‌ها و تنش‌های رشد بالای این نوع چوب نسبت داد. تحقیقات Tarmian & Sepehr (2009) نشان داد که شدت تنش‌ها و گرادیان کرنش باقی مانده در تخته‌های کششی تبریزی بیشتر از میزان این تنش‌ها در تخته‌های معمولی است. بر پایه گزارش محققان، احتمال تشکیل چوب کششی در درختان صنوبر زیاد است (Balatinecz& Kretschmann, 2001). بنابراین، با توجه به نامناسب بودن چوب کششی، خشک کردن بهینه الوار صنوبر دارای چوب کششی ضروری است. در برنامه‌ها و یا روش‌های بسیار پیشنهاد شده توسط محققان مختلف برای خشک کردن الوار صنوبر (Rahimi, 2008) به بود و یا نبود چوب کششی در الوارها توجه نشده است. بنابراین، در این تحقیق تلاش می‌شود که علاوه بر بررسی اثر چوب کششی صنوبر بر بروز انواع معایب چوب خشک‌کنی، با تغییر و تعدیل در برنامه پیشنهادی آزمایشگاه فراورده‌های جنگلی آمریکا (FPL)[1] برای خشک کردن الوار صنوبر، تاثیر منفی چوب کششی بر کیفیت الوار خشک شده به کمترین مقدار برسد.

۱- Forest product laboratory

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و تهیه الوار

از گرده بینه‌های تازه قطع شده گونه تبریزی (*Populous nigra*) استفاده شد. گرده بینه‌ها از منطقه طالقان واقع در غرب کرج تهیه شدند. ۹ گرده بینه دارای چوب کششی با طول اسمی ۲/۲۰ متر انتخاب شدند. پس از انتخاب گرده بینه‌های مناسب و دارای چوب کششی قابل توجه، بیدرنگ مقاطع آن‌ها با پارافین به طور کامل اندود شد تا از بروز ترک‌های مقطعی جلوگیری شود. با وجود این، به هنگام تبدیل گرده بینه به الوار، درآغاز از دو سر گرده بینه چند سانتی‌متر بریده و دور ریز شد تا الوارهای تهیه شده بدون ترک‌های مقطعی باشند. همچنین، الوارها به هنگام خشک کردن رطوبت بالاتر از ۱۰۰ درصد داشتند، و آثاری از ترک‌های سطحی و درونی در آن‌ها دیده نشد و بنابراین همه ترک‌های به وجود آمده در الوارها که در قسمت نتایج به آن‌ها اشاره خواهد شد طی خشک شدن در کوره رخ داده است و نه پیش از آن. از درخشندگی ویژه چوب کششی در مقطع عرضی گرده بینه‌ها، برای انتخاب این نوع گرده بینه‌ها استفاده شد. علاوه بر این، از معرف هرزبرگ[۱] برای شناسایی ناحیه چوب کششی نیز استفاده شد که با شناسایی چوب کششی از راه درخشندگی آن همخوانی داشت. معرف هرزبرگ محلولی از کلرید روی، ید و یدید پتاسیم است. در اثر اعمال این معرف ناحیه چوب کششی به رنگ ارغوانی تا آبی تیره و ناحیه چوب عادی به رنگ زرد تغییر می‌کند. گرده بینه‌ها به الوارهایی به ضخامت اسمی ۶ سانتی‌متر، طول ۲/۲۰ متر و پهنای ۱۲ سانتی‌متر تبدیل شدند. تخته‌های مورد بررسی در هر بار کوره به صورت تصادفی از ۹ گرده بینه تبدیل شده انتخاب شدند. میزان و موقعیت چوب کششی با روش‌های یاد شده تنها در مقطع عرضی تخته‌های تبدیل شده تعیین شد. در بین تخته‌های هر بار کوره، تخته‌های معمولی نیز وجود داشت ولی از تخته‌های دارای چوب کششی به عنوان تخته‌های شاهد و کنترل در هر برنامه استفاده شد و نتایج ارائه شده بر مبنای تخته‌های دارای چوب کششی است. شمار تخته‌های شاهد در هر برنامه ۶ عدد بود. از یک کوره نیمه صنعتی با روش جابجایی هوای گرم برای خشک کردن الوارها استفاده شد. هر بار کوره شامل ۲۰ الوار به همراه ۶ نمونه کنترل بود. مقاطع الوارها و نمونه‌های کنترل به منظور کاهش خروج رطوبت و جلوگیری از بروز ترک‌های مقطعی با رنگ روغنی اندود شدند. از نمونه‌های کنترل هر طرف آزمونه‌های تعیین رطوبت به طول ۲/۵ سانتی‌متر برش داده شد. تخته‌های باقی‌مانده به طول ۶۰ سانتی‌متر نمونه‌های کنترل بودند. رطوبت نمونه‌های کنترل با روش خشک کردن در اتو با دمای $100^{\circ}C$ و به مدت ۲۴ ساعت تعیین شد. نمونه‌های کنترل پس از اندود شدن مقطع، توزین شده و در جای تعبیه شده در بار کوره قرار گرفتند. در هر بار کوره سعی شد هر شش نمونه کنترل انتخاب شده دارای چوب کششی کافی باشند.

برنامه خشک کردن الوارها

معیار انتخاب مجموعه‌های دما و رطوبت نسبی در یک برنامه چوب خشک کنی دستیابی به سرعت مناسب خشک کردن با حفظ کیفیت چوب در جریان خشک شدن است. برنامه باید به گونه‌ای تعیین شود که تنش خشک شدن در چوب از مقاومت آن تجاوز نکند. در این تحقیق از سه برنامه متفاوت برای خشک کردن چوب‌های تبریزی استفاده شد. در همه برنامه‌ها از برنامه رطوبت پایه برای خشک کردن تخته‌ها استفاده شد. در حقیقت برآورد رطوبت جاری کوره جهت تنظیم شرایط خشک کردن و اندازه گیری سرعت خشک کردن بار کوره و آگاهی از معایب بوجود آمده با نمونه‌های کنترل صورت گرفت. در همه برنامه‌ها از کدهای پیشنهادی موسسه تحقیقات فرآورده‌های جنگلی ایالات متحده FPL استفاده شد. در برنامه اول، الوارها به مدت دو

۱- Herzberg

Archive of SID

www.SID.ir

ماه در هوای آزاد تا رطوبتی نزدیک به رطوبت FSP خشک شدند و سپس به یک کوره نیمه صنعتی منتقل شدند و آنگاه الوارها در کوره تحت برنامه $T_{10}E_4$ خشک شدند (برنامه اول). در برنامه دوم از کد T_6E_3 استفاده شد. در برنامه سوم به منظور افزایش نرخ خشک شدن از کلاسه دمای خشک بالاتری استفاده شد (T_8E_3) (جدول های ۱ الی ۳). به منظور تغییر گام برنامه چوب خشک کنی، نمونه‌های کنترل روزانه یک بار با توجه به نرخ خشک شدن، توزین و رطوبت جدید بار محاسبه و گام برنامه بر پایه رطوبت ۳ نمونه کنترل مرطوب‌تر تغییر پیدا کرد. تعویض گام برنامه بر پایه رطوبت میانگین ۵۰ درصد مرطوب‌ترین نمونه‌های کنترل برابر آئین‌نامه پیشنهادی FPL انجام شد. هدف از این نوع تعویض گام برنامه چوب خشک‌کنی جلوگیری از رطوبت نهائی بالای بعضی از چوب‌ها در پایان عملیات چوب خشک‌کنی و در حقیقت دستیابی به یکنواختی رطوبت نهائی چوب‌ها و نیز جلوگیری از معایب چوب خشک‌کنی به ویژه ترک‌های سطحی و درونی است. در صورتی که گام برنامه بر پایه رطوبت میانگین کل چوب‌ها تعویض شود، احتمال دارد در چوب‌های خیس‌تر و آن دسته از چوب‌هایی که آهسته‌تر خشک می‌شوند، ترک‌های سطحی و درونی رخ دهد. بنابراین، چنین راهکاریی برای جلوگیری از این معایب ضروری است، هرچند اندکی زمان خشک کردن چوب‌ها افزایش می‌یابد. بار کوره در هر ۳ برنامه تا میانگین رطوبت نهایی ۱۲ درصد خشک شد.

جدول ۱- برنامه خشک کردن الوار تبریزی (کد T_6E_3)

رطوبت تعادل ٪	رطوبت نسبی ٪	اختلاف دمای خشک و تر °C	دمای تر °C	دمای خشک °C	رطوبت گام (٪)
۱۸/۴	۸۴	۳	۴۶	۴۹	بیشتر از ۶۰
۱۶	۸۰	۴	۴۵	۴۹	۶۰
۱۲/۹	۶۹	۶	۴۳	۴۹	۵۰
۹/۸	۵۳	۱۰	۳۹	۴۹	۴۰
۵/۱	۲۲	۱۹	۳۰	۴۹	۳۵
۱/۴	۱۰	۲۸	۲۶	۵۴	۳۰
۲/۵	۱۴	۲۸	۳۲	۶۰	۲۵
۱/۶	۱۸	۲۸	۳۷	۶۵	۲۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۵
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۸
۹	۵۰	۱۸	۶۴	۸۲	متعادل سازی
۱۴/۱	۸۰	۸	۷۴	۸۲	مشروط سازی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- برنامه خشک کردن الوار تبریزی کد (T_8E_3)

رطوبت تعادل ٪	رطوبت نسبی ٪	اختلاف دمای خشک و تر °C	دمای تر °C	دمای خشک °C	رطوبت گام (٪)
۱۸/۲	۸۵	۳	۵۱	۵۴	بیشتر از ۶۰
۱۶/۲	۸۰	۴	۵۰	۵۴	۶۰
۱۳/۲	۷۱	۶	۴۸	۵۴	۵۰
۱۰	۵۵	۱۰	۴۴	۵۴	۴۰
۵/۵	۳۱	۱۹	۳۵	۵۴	۳۵
۲/۵	۱۴	۲۸	۳۲	۶۰	۳۰
۱/۶	۱۷	۲۸	۳۷	۶۵	۲۵
۵/۲	۲۰	۲۸	۴۲	۷۱	۲۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۵
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۸
۹	۵۰	۱۸	۶۴	۸۲	متعادل سازی
۱۵/۷	۸۰	۶	۷۶	۸۲	مشروط سازی

جدول ۳- برنامه خشک کردن الوار تبریزی (کد $T_{10}E_4$)

رطوبت تعادل ٪	رطوبت نسبی ٪	اختلاف دمای خشک و تر °C	دمای تر °C	دمای خشک °C	رطوبت گام (٪)
۱۶/۲۶	۸۵	۴	۵۶	۶۰	بیشتر از ۶۰
۱۴/۹	۸۰	۵	۵۵	۶۰	۶۰
۱۱/۹	۷۱	۸	۵۲	۶۰	۵۰
۸/۲	۵۵	۱۴	۴۶	۶۰	۴۰
۴/۷	۳۱	۲۲	۳۸	۶۰	۳۵
۱/۶	۱۴	۲۸	۳۷	۶۵	۳۰
۵/۲	۱۷	۲۸	۴۳	۷۱	۲۵
۵/۸	۲۰	۲۸	۴۸	۷۶	۲۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۵
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۱۰
۶/۲	۲۵	۲۸	۵۴	۸۲	۸
۶/۲	۵۰	۲۸	۵۴	۸۲	متعادل سازی
۱۶	۸۰	۵/۵	۷۶/۵	۸۲	مشروط سازی

Archive of SID

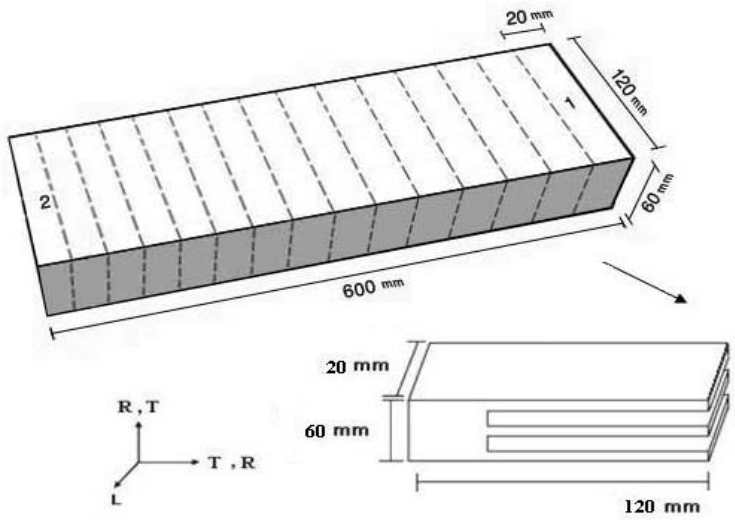
www.SID.ir

بررسی کیفیت تخته‌های خشک شده

شدت برون سختی در تخته‌های خشک شده با استفاده از روش رایج برش نمونه‌های چنگالی شکل تعیین شد. آزمونه‌های برون سختی به ابعاد برابر با ضخامت و پهنای کامل تخته و طول برابر با ۲۰ میلی متر از هر یک از نمونه‌های کنترل خشک شده با استفاده از اره نواری بریده شد. سپس، واکنش آزمونه برون سختی (PR) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$PR = \frac{x - x'}{l^2}$$

در این رابطه: PR، واکنش آزمونه برون سختی (mm^{-1})، x، فاصله دو لبه خارجی آزمونه پیش از برش (mm)، x′، فاصله دو لبه بیرونی آزمونه پس از برش(mm) و l^2 مجذور طول هر یک از شاخه های آزمونه است. همچنین بعد از خشک کردن، احتمال بروز ترک‌های سطحی در لبه و سطح تخته‌ها بررسی شد. شدت ترک‌های درونی پس از خشک کردن تخته مورد بررسی قرار گرفت. الگوی برش نمونه‌ها و اندازه گیری برون سختی و ترک‌های درونی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- الگوی برش آزمونه‌های برون سختی و بررسی ترک‌های درونی؛ نمونه‌های ۱و۲ برای بررسی شدت تنش‌های باقی‌مانده و دیگر نمونه‌ها برای بررسی ترک‌های درونی برش خوردند.

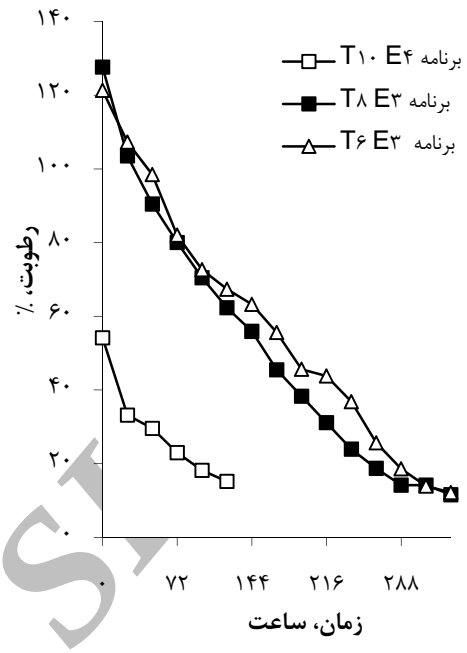
نتایج

نرخ خشک شدن

میانگین منحنی نرخ خشک شدن الوار تبریزی دارای چوب کششی در هر سه برنامه چوب خشک کنی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در هر ۳ برنامه نوسان‌های قابل ملاحظه‌ای در رطوبت اولیه (سبز) نمونه‌های کنترل وجود دارد. در برنامه T_6E_3، رطوبت اولیه نمونه‌ها در دامنه ۹۹ تا ۱۷۶ درصد،در برنامه T_8E_3 در دامنه ۷۰ تا ۱۳۵ درصد و در برنامه $T_{10}E_4$ در دامنه ۱۸تا ۵۴ درصد متغیر بود. در هر سه برنامه الگوی خشک کردن تخته‌ها یکسان بود. در برنامه $T_{10}E_4$ به دلیل استفاده از کلاسه دمای خشک بالاتر، نرخ خشک شدن تخته‌ها تحت این برنامه بالاتر بود و سریع‌تر به رطوبت نهایی حدود ۸ درصد رسیدند. در مقایسه با نتایج تحقیقات Rahimi (2008)، می توان گفت که نرخ خشک شدن تخته‌های تبریزی در اثر وجود چوب کششی در این تخته‌ها کاهش می‌یابد. Tarmian et al. (2009) نیز دریافتند که چوب کششی گونه راش ایران و اروپا (*F. sylvatica, F. orientalis*) تاثیر منفی بر نرخ خشک شدن این گونه دارد.

www.SID.ir

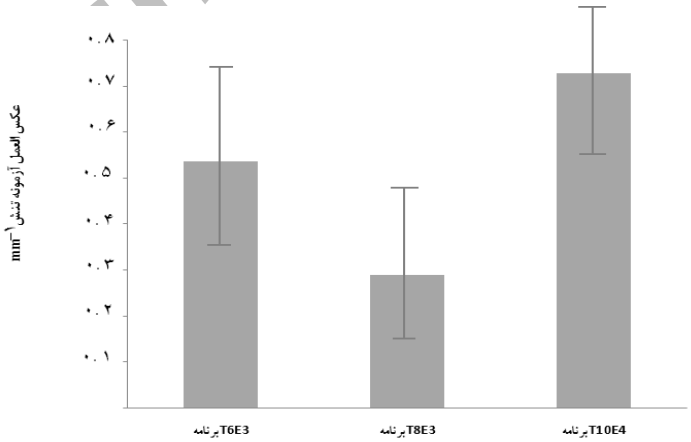
نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بین شدت برون سختی تخته‌های خشک شده با سه برنامه وجود ندارد. با وجود این، شاید به علت شرایط شدید خشک کردن در گام‌های ابتدایی برنامه $T_{10}E_4$ (دمای خشک ۶۰°C و رطوبت نسبی ۸۱درصد) در مقایسه با دو برنامه دیگر (دمای خشک ۴۹°C و رطوبت نسبی ۸۴ درصد در برنامه T_6E_3و دمای خشک ۵۴°C و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در برنامه T_8E_3)، شدت تنش‌های باقی‌مانده در نمونه‌ها در برنامه $T_{10}E_4$ بیشتر بود. در همه برنامه‌ها، شاخه‌های آزمونه‌های برون سختی به سمت درون انحراف جزئی نشان دادند که بیانگر تنش‌های کشش باقی‌مانده در تخته‌های خشک شده است (شکل۴). بر پایه نتایج به دست آمده در این تحقیق و تحقیقات Tarmian & Sepehr (2009) می توان گفت که احتمال برون سختی در هر دو نوع تخته تبریزی عادی و کششی وجود دارد، ولی شدت برون سختی در چوب کششی بیشتر از چوب عادی است.



شکل ۲- منحنی روند خشک شدن الوار تبریزی با برنامه T_6E_3، T_8E_3 و $T_{10}E_4$

برون سختی

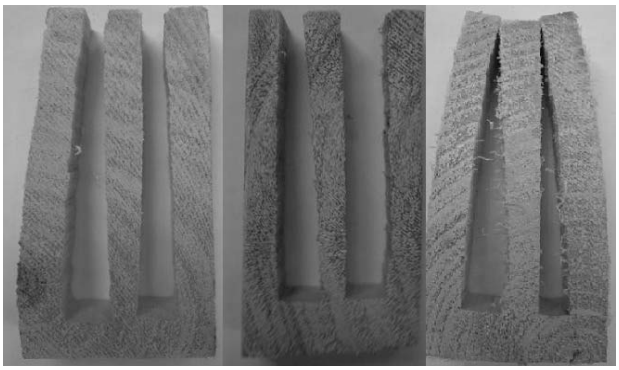
شدت تنش‌های باقی‌مانده (برون سختی) در تخته‌های تبریزی خشک شده با هر یک از سه برنامه در شکل ۳



شکل ۳- شدت برون سختی در تخته‌های تبریزی خشک شده با ۳ برنامه مختلف

Archive of SID

www.SID.ir



الف ب ج

شکل ۴- برون سختی در آزمونه‌های چنگالی شکل (الف:برنامه $T_{10}E_4$، ب: برنامه T_8E_3، ج: برنامه T_6E_3)

ترک‌های درونی

نتایج نشان داد که در هر ۳ برنامه، الوارها دچار ترک درونی به ویژه نزدیک مقاطع عرضی شدند (جدول۴). این ترک‌ها به ۲ صورت رخ داد: ۱- ترک در امتداد پره‌های چوبی (ترک‌های شعاعی) که ساختار پارانشیمی دارند، ۲- ترک در امتداد دوایر سالیانه. تخته‌های خشک شده با برنامهT_6E_3 کمتر دچار ترک شعاعی شدند و تخته‌های خشک شده با برنامه $T_{10}E_4$ کمتر دچار ترک مماسی شدند ولی شدت ترک‌های شعاعی در تخته‌های خشک شده با این برنامه قابل توجه بود. از دلایل اصلی بروز ترک‌های درونی به ویژه ترک‌های شعاعی استفاده از دمای خشک بالا در گام‌های میانی برنامه چوب خشک کنی (در دامنه رطوبتی FSP) است. شمای واقعی از بروز این ترک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است. از دلایل بروز ترک‌های مماسی، شکل گیری غیریکنواخت چوب کششی در حلقه‌های سالیانه است. در حقیقت، در مرز دو بافت چوب غیرهمانند (چوب کششی و معمولی) و بدلیل نرخ هم کشیدگی متفاوت و بروز تنش‌های شدید چوب خشک کنی، این ترک‌ها رخ می‌دهند. ترک‌های سطحی در هیچ یک از الوارهای خشک شده با هر سه برنامه رخ نداد. انتظار می‌رود هنگامی که چوب کششی در سطح تخته وجود دارد به دلیل وجود دو نوع بافت چوبی متفاوت (چوب کششی و چوب عادی) در کنار هم ترک‌های سطحی رخ دهد.

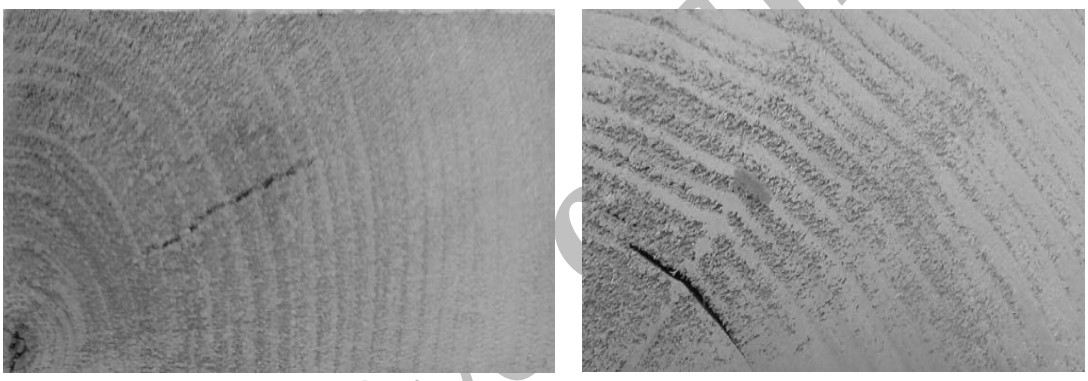
بنابراین، رخ ندادن ترک‌های سطحی در تخته‌های بررسی شده، نشان می‌دهد که لایه سطحی تخته‌ها تنها از چوب عادی و یا چوب کششی بودند. توزیع چوب کششی اغلب در سمت بالای گرده بینه نیز موید این مسئله است. علاوه بر این، بالا بودن رطوبت نسبی کوره در آغاز عملیات چوب خشک‌کنی و در گام‌های ابتدائی (۸۵-۸۰ درصد) به کاهش بروز ترک‌های سطحی کمک می‌کند. لازم به یادآوری است که حتی در صورت بروز ترک‌های سطحی ریز در گام‌های ابتدائی، در هنگام تبدیل تنش و در گام‌های میانی و انتهایی این ترک‌ها بسته می‌شوند. بر پایه تحقیقات Rahimi (2008)، در تخته‌های معمولی تبریزی در صورت بروز ترک‌های درونی، تنها این نوع ترک‌ها به صورت شعاعی و در امتداد پره‌های چوبی رخ می‌دهد، در حالی که بر پایه نتایج این تحقیق، در تخته‌های تبریزی دارای چوب کششی علاوه بر ترک‌های شعاعی، ترک‌های مماسی در امتداد دوایر سالیانه نیز رخ می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- میزان و شمار ترک‌های شعاعی (در امتداد اشعه‌های چوبی) و مماسی (مماس بر دوایر سالیانه) در الوارهای خشک شده با ۳ برنامه

دامنه ترک‌ها (mm)	تعداد در برنامه T6E3		تعداد در برنامه T8E3		تعداد در برنامه T10E4	
	شعاعی	مماسی	شعاعی	مماسی	شعاعی	مماسی
۱-۱۰	-	۶	۱	۱۲	۵	-
۱۱-۲۰	-	۳۱	۱	۲۳	۷	۱
۲۱-۳۰	-	۲۰	۲	-	۴	-
۳۱-۴۰	-	۳	۲	-	۹	-
۴۱-۵۰	-	-	۲	-	-	-
۵۱-۶۰	۲	-	۳	-	-	-
۶۱-۷۰	-	-	۱	-	۱	-



شکل ۵- نمایی از ترک شعاعی (در امتداد اشعه چوبی)، عکس سمت چپ و ترک مماسی (مماس بر دوایر سالیانه)، عکس سمت راست، در الوارهای خشک شده

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی، حضور چوب کششی در الوار تبریزی تاثیر منفی بر کیفیت خشک شدن آن داشت. نتایج نشان داد که الوار تبریزی دارای چوب کششی به بروز معایب چوب خشک کنی به ویژه از نوع ترک‌های درونی حساس است. برخلاف تخته‌های تبریزی معمولی که تحت شرایط چوب خشک‌کنی شدید شاید تنها به تر کهای درونی از نوع شعاعی و در امتداد پره‌های چوبی حساسیت نشان دهند (Rahimi, 2008)، تخته‌های تبریزی دارای چوب کششی به ترک‌های درونی مماسی (در امتداد حلقه‌های سالیانه) نیز حساس هستند. همچنین، در اثر حضور چوب کششی شدت تنش‌های باقی مانده در این نوع تخته‌ها افزایش می‌یابد و برای آزاد کردن آن‌ها به زمان مشروط سازی بیشتری نیاز است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که خشک کردن تخته‌های دارای چوب کششی در هوای آزاد پیش از خشک کردن اصلی در کوره در کنترل بروز ترک‌های درونی ناموفق است. به طور کلی برنامه چوب خشک کنی با کد T_6E_3 برای خشک کردن تخته‌های دارای چوب کششی، به ویژه در کنترل ترک‌های درونی در امتداد اشعه چوبی موفق‌تر بود، ولی مدت زمان خشک شدن چوب‌ها با این برنامه کمی بیشتر از حد معمول بود. نتایج این تحقیق بیانگر آن است که بروز ترک‌های سطحی در الوار تبریزی دارای چوب کششی نگران کننده نیست. از مهم‌ترین دلایل بروز ترک‌های سطحی در الوار طی خشک شدن، رطوبت نسبی کم کوره در گام‌های ابتدائی برنامه چوب خشک‌کنی است. بنابراین، به نظر می‌رسد که بالا

Archive of SID

www.SID.ir

بودن رطوبت نسبی کوره در برنامه‌های چوب خشک‌کنی تدوین شده در این تحقیق و در گام‌های ابتدائی (۸۵-۸۰ درصد) به کاهش بروز ترک‌های سطحی در این نوع تخته‌ها کمک کرده است. همچنین، رخ ندادن ترک‌های سطحی در تخته‌های بررسی شده، نشان می‌دهد که لایه سطحی تخته‌ها تنها از چوب معمولی و یا چوب کششی بودند. در صورتی که در سطح الوار دو بافت چوبی متفاوت (چوب کششی و معمولی) در کنار هم قرارگیرند، بروز ترک‌های سطحی طی خشک شدن دور از انتظار نیست. در مقابل، میزان ترک‌های درونی در این نوع الوارها در هر ۳ برنامه چوب خشک‌کنی قابل توجه بود. دلیل بروز این نوع ترک‌ها تنش‌های درونی شدید در چوب ناشی از تغییر زودهنگام گام دمای خشک کوره است. در حقیقت، این نوع ترک‌ها هنگامی رخ می‌دهد که مغز تخته هنوز رطوبت بالائی (بالاتر از رطوبت FSP) دارد و از دمای خشک بالا برای خشک کردن تخته استفاده شود. بنابراین، تا هنگامی که همه آب آزاد از قسمت های درونی تخته بیرون نشده است نباید اقدام به تعویض گام دمای خشک کوره کرد. با توجه به‌این که برنامه‌های چوب خشک‌کنی بر پایه میانگین رطوبت الوار تدوین می‌شود، بسته به شیب گرادیان رطوبت در ضخامت الوار، اغلب در میانگین رطوبت FSP ، مغز تخته‌ها هنوز دارای میزان زیادی آب آزاد هستند. بنابراین، برای دستیابی به نتایج بهتر (ترک‌های درونی کمتر) در الوار دارای چوب کششی پیشنهاد می‌شود از دمای خشک کمتری در میانگین رطوبت FSP استفاده شود. برای جلوگیری از بروز ترک‌های سطحی که به‌طور معمول در آغاز عملیات چوب خشک‌کنی رخ می‌دهد باید از رطوبت نسبی بالاتر و یا دمای خشک کمتر در گام‌های ابتدائی استفاده کرد. باتوجه به‌این که ترک‌های سطحی در الوار دارای چوب کششی چندان نگران کننده نبود نیازی به اصلاح برنامه چوب خشک‌کنی برای این منظور نیست و می‌توان برای دیگر مقادیر رطوبتی از دمای خشک پیشنهادی در هر برنامه استفاده کرد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی قطب علمی مدیریت کاربردی گونه‌های چوبی تند رشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت که موجب نهایت سپاسگزاری است.

منابع

- Balatinecz, J. and Kretschmann, D.E. 2001. Properties and utilization of poplar wood. Popular culture in North America. Ottawa. NRC Research Press, 277-291.

- Cunderlik, I., Kudela, J. and Molinski, W. 1992. Reaction beech wood in drying process. IUFRO DRYING CONFERENCE, VIENN, 350-353.

- Fang, C.H., Clair, B., Gril, J., and Almeras, T. 2007. Transverse shrinkage in G-fibers as a function of cell wall layering and growth strain. Wood Sci Technol, 41:659-671.

- Keey, R B., Langrish, T.A.G. and Walker, J.C.F. 2000. Kiln-Drying of Lumber, Springer, New York, 311 pp.

- Rahimi, S. 2008. Kiln drying schedule for 50mm thick-poplar wood (*P. nigra*). MS.C Thesis, Department of Wood and paper Science Technology. Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

- Sassus F., Fournier, M. and Thibaut, B. 1995. Longitudinal growth strains and drying shrinkage in tension wood of poplars. IAWA Journal, 16 (1):16-17.

- Tarmian, A., Remond, R., Faezipour, M., Karimi, K. and Perré, P. 2009. "Reaction wood drying kinetics: Compression wood in *Picea abies* and tension wood in *Fagus sylvatica*," Wood Sci. Technol., 43: 113-130.

Archive of SID

www.SID.ir

- Tarmian, A. and Sepehr, A. 2009. Orthotropic Drying Stresses and Residual Strain Gradient in Poplar Tension and Normal wood, Journal of Forest and Wood Products, 62 (3): 275-288.

- Washusen, R, Ades, P. and Vinden P. 2001. Tension wood occurrence in Eucalyptus globules Labill, I. The spatial distribution of tension wood in one 11-year-old tree. Aust . 6:120–126

- Yamamoto, H., Abe, K., Arkawa, Y., Okuyama, T. and Gril, J. 2005 . Role of the gelatinous layer (G-layer) on the origin of the physical properties of the tension wood of *Acer sieboldianum*, J Wood Sci., 51: 222-233.

Archive of SID

www.SID.ir

The Impact of Tension Wood on the Kiln drying Quality of Poplar Lumber

A. Tarmian[*1], M. Shahverdi[2], H. Dashti[3] and I. Mansouryar[4]
[1] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[2] MSc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran and member of Young Researchers Club, Islamic Azad University, Karaj Branch, I.R. Iran
[3]MSc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[4]Senior Expert, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
(Received: 06 September 2009, Accepted: 27 September 2010)

Abstract

This research was conducted to evaluate the negative impact of tension wood on the drying quality of poplar lumber using a desired drying schedule. Poplar lumbers (*P. nigar*) were prepared from Taleghan region. The logs with green moisture content were converted to 6 cm thick lumbers. The lumbers were then dried by three different methods. In the first method, the lumbers were air dried for about 2 months to the moisture content close to FSP and then were conventionally dried in a pilot kiln using $T_{10}E_4$ schedule. In addition, two mild drying schedules (T_8E_3 and T_6E_3) were used. Then, surface and internal checks and casehardening were investigated in the dried lumbers. No surface checks occurred in the dried lumbers, whereas internal checks along rays and annual rings developed in the lumbers dried by all three methods. Based on the similar researches conducted on the normal poplar boards, it can be concluded that the in contrast to the normal boards, the boards containing tension wood are sensitive to both types of internal checks, namely radial and tangential checks. In general, the drying defects in the lumbers dried by T_6E_3 schedule were satisfactory and this schedule is recommended to dry poplar lumbers containing tension wood.

Keywords: Drying, Poplar, Tension wood, Internal check, Casehardening

Archive of SID

*Corresponding author: Tel: +98 261 2249311 , Fax: +98 261 2249311 ,E-mail: tarmian@ut.ac.ir

www.SID.ir