Archive of SID

تدوین برنامه خشک کردن چوب تبریزی (*Populus nigra*) به ضخامت اسمی ۵ سانتی‌متر

سهراب رحیمی[۱]، قنبر ابراهیمی[۲]، داوود پارساپژوه[۳]، اصغر طارمیان*[۴]، ایرج منصوریار[۵]

۱- کارشناس ارشد صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲و۳- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۵- کارشناس ارشد صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

چوب صنوبر (تبریزی) (*Popoulus nigra*) با برش تجاری به ضخامت ۵ سانتی‌متر از منطقه طالقان واقع در غرب کرج، تحت سه برنامه مختلف شامل T_8-F_4 (برنامه پیشنهادی FPL[1] برای تبریزی) T_9-F_4, T_8-F_5 به منظور دستیابی به مطلوب‌ترین برنامه کوره به گونه‌ای که کیفیت چوب را در حد مطلوب حفظ کند تا رطوبت نهایی ۲±۱۱ درصد خشک شد. دمای خشک اولیه در سه برنامه به ترتیب ۵۴، ۵۴ و ۶۰ درجه سلسیوس و دمای خشک نهایی به ترتیب ۸۲، ۸۲ و ۷۱ درجه سلسیوس منظور شد. شدت پیچ خوردگی‌ها، شان‌عسلی و ترک‌های سطحی در تخته‌های خشک شده اندازه‌گیری شد و تجزیه و تحلیل نتایج انجام شد. بررسی نتایج نشان داد که در هر سه برنامه میزان تغییرات معایب ایجاد شده در چوب‌های خشک شده نسبت به پیش از خشک کردن در دامنه قابل قبول مشخصه‌های کمی و کیفی قرار دارد ولی در برنامه T_9-F_4 عیب شان عسلی که بسیار با اهمیت بوده و تا اندازه زیادی از کیفیت تخته‌ها می‌کاهد کمتر از دیگر برنامه‌ها دیده شد؛ در حالی که در مورد دیگر عیب‌ها تفاوت محسوسی به چشم نخورد. لذا، برنامه T_9-F_4 به عنوان برنامه بهینه توصیه می‌شود. در ضمن اعمال تیمار متعادل‌سازی به مدت ۲۴ ساعت نیز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه کوره- خشک کردن- تبریزی- چوب- عیب‌های چوب خشک‌کنی

* مسئول مکاتبات: اصغر طارمیان Email: tarmian@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم چوب ویژگی هیگروسکوپی یا نم‌پذیر بودن آن است. هنگامی که چوب در محیطی با رطوبت مشخص قرار می‌گیرد بسته به درجه خشکی خود رطوبت را جذب یا دفع می‌نماید تا در نهایت رطوبت چوب و محیط به تعادل می‌رسد (EMC[1]). چوب هنگام از دست دادن رطوبت دچار همکشیدگی و موقع جذب آن دچار واکشیدگی می‌شود [۲]. لذا چنانچه هنگام عملیات چوب خشک‌کنی دقت لازم به عمل نیاید با عیب‌هایی مانند پیچ خوردگی‌ها و بروز ترک و شکاف و نیز افزایش احتمال پوسیدگی روبرو خواهد شد. در جهان کوره‌ها و برنامه‌های مختلفی برای خشک کردن چوب‌آلات سوزنی‌برگ و پهن برگ تهیه شده که منجر به پیشرفت در جهت رسیدن به انرژی کمتر، زمان کوتاه‌تر و کیفیت بهتر و ... گشته است.

بهره‌گیری از برنامه بهینه در خشک کردن چوب‌ها و از جمله گونه صنوبر سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود. این صرفه‌جویی هم در بخش هزینه های خشک کردن در کوره به لحاظ کاهش زمان و کاهش انرژی و هم در بخش بهره‌گیری از چوب‌آلات خشک شده به لحاظ کاهش میزان ضایعات و حفظ کیفیت چوب دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد.

در سال‌های اخیر بررسی بر روی تطبیق برنامه‌های چوب خشک‌کنی برای گونه‌های بومی ایران صورت گرفته است. در سال ۱۳۷۴، مدهوشی برنامه راش ایران (*Fagus orientalis*) با ضخامت ۵ سانتی‌متر از منطقه نوشهر را تدوین نمود و برنامه T_5-D_1را پیشنهاد نمود [۶]. در سال ۱۳۷۷، نجفی برنامه بلوط بلند مازو از منطقه نوشهر به ضخامت ۳۲ میلی‌متر را تدوین نمود و برنامه T_5-D_3 را برای این گونه پیشنهاد نمود [۷]. در سال ۱۳۷۸، چاوش اکبری برنامه بلوط بلندمازو به ضخامت ۵ سانتی‌متر را تدوین نمود و کد T_4-D_2 را مناسب برای خشک کردن تخته‌های بلوط دانست [۴]. در سال ۱۳۸۰، خرسنداعلم تدوین برنامه چوب خشک‌کنی برای گونه افرا از منطقه نوشهر به ضخامت ۵ سانتی‌متر را بررسی و کد T_5-E_3 را پیشنهاد کرد [۵].

در این راستا تدوین برنامه خشک کردن تخته‌های گونه صنوبر (تبریزی) (*Populus nigra*) به ضخامت ۵ سانتی‌متر در کوره تا کنون از رویشگاه‌های مختلف تدوین نشده است. در این بررسی تدوین برنامه خشک کردن تبریزی به ضخامت ۵ سانتی‌متر در کوره برای بهره‌گیری در مقیاس صنعتی، به عنوان هدف این پژوهش تعیین شده است.

مواد و روش‌ها

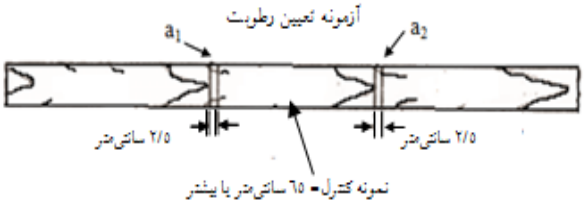
نمونه‌برداری: از سه برنامه مختلف برای خشک کردن چوب‌آلات گونه تبریزی (*Populus nigra*) منطقه طالقان واقع در غرب کرج استفاده شد. ضخامت اسمی چوب‌های مورد بررسی در هر ۳ برنامه ۵ سانتی‌متر انتخاب شد. علت انتخاب این ضخامت، مصرف بالای چوب صنوبر با این ضخامت در صنایع می‌باشد.

روش خشک کردن چوب‌آلات: از برنامه رطوبت پایه برای خشک کردن چوب‌آلات استفاده شد. در برنامه رطوبت پایه زمان تغییر گام‌های برنامه (زمان تغییر دما و رطوبت نسبی) را رطوبت چوب بار کوره تعیین می‌کند. بنابراین باید وسیله‌ای برای برآورد آن در دست داشت. برآورد رطوبت جاری چوب‌های بار کوره با نمونه‌هایی که از چوب‌های بار کوره تهیه می‌شوند و در اصطلاح نمونه‌های کنترل نام دارند، انجام می‌گیرد. نمونه‌های کنترل به شمار ۶ تخته از چوب‌های یادشده بدون عیب‌هایی مانند گره، انحراف الیاف، شکاف و باختگی انتخاب شد. از میان تخته‌ها قطعه‌ای به طول ۶۵ سانتی‌متر جدا شد. از دو انتهای نمونه‌های یاد شده، آزمونه‌های تعیین رطوبت به طول ۲/۵ سانتی‌متر جدا شد که باقی‌مانده به طول ۶۰ سانتی‌متر نمونه کنترل بود و نمونه‌های کنترل پس از برش، شماره‌گذاری و تمیز شده و بی‌درنگ توزین شد. سپس مقاطع آنها با استفاده از رنگ ضدزنگ اندود شد (شکل ۱).

[1] Equilibrium Moisture Content

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- روش بریدن نمونه‌های کنترل و آزمونه‌های تعیین رطوبت

برای تعیین رطوبت اولیه چوب‌های بار کوره و نیز رطوبت نمونه‌های کنترل از دو آزمونه تعیین رطوبت که از دو سر هر نمونه کنترل بریده می‌شود، استفاده شد (جدول ۱) [۱]. با استفاده از روابط زیر رطوبت هر یک از نمونه‌های کنترل محاسبه شد:

رابطه ۱- فرمول محاسبه‌ی درصد رطوبت آزمونه‌ها:

$$\%MC = \frac{M_1 - M_2}{M_2}$$

M_1: وزن تر آزمونه تعیین رطوبت

M_2: وزن خشک آزمونه تعیین رطوبت

MC٪: درصد رطوبت آزمونه تعیین رطوبت

رابطه۲- فرمول محاسبه میانگین رطوبت دو آزمونه تعیین رطوبت:

$$\%MC = \frac{MC_1 + MC_2}{2} \text{متوسط رطوبت}$$

MC_1: رطوبت آزمونه تعیین رطوبت شماره ۱

MC_2: رطوبت آزمونه تعیین رطوبت شماره ۲

رابطه ۳ - فرمول محاسبه وزن خشک نمونه‌های کنترل

$$\text{وزن خشک نمونه کنترل} = \frac{100M_1}{MC + 100}$$

M_1: وزن اولیه نمونه کنترل (وزن تر)

MC: میانگین رطوبت آزمون‌های ۱ و ۲ (رطوبت نمونه‌کنترل)

رابطه ۴ - فرمول محاسبه رطوبت جاری نمونه کنترل

$$\text{رطوبت‌جاری} = \frac{\text{وزن خشک محاسبه شده- وزن جاری نمونه کنترل}}{\text{وزن خشک محاسبه شده}} \times ۱۰۰$$

جدول ۱- میانگین رطوبت اولیه چوب‌های بار کوره در هر یک از بارها

شماره بار	میانگین رطوبت (درصد)	انحراف معیار
۱	۹۵	۸/۵
۲	۹۵	۸/۵
۳	۹۵/۵	۹/۵

شمار کل تخته‌های هر بار ۴۲ عدد بود. چوب‌ها در ۶ ردیف و در هر ردیف ۷ تخته قرار گرفت.

(ابعاد اسمی تخته ها:۱متر طول ۱۳ سانتیمتر پهنا و ۵ سانتیمتر ضخامت) هنگام دسته بندی و چیدن هر طبقه انتهای چوب آلات با رنگ ضدزنگ اندود شد تا از انتقال رطوبت در جهت محوری (طولی از راه مقاطع) و ایجاد ترک ها و شکاف های مقطعی تا حد امکان جلوگیری شود. لازم به توضیح است که مرحله اندود کردن در هنگام تبدیل گرده بینه به الوار نیز با رنگ ضد زنگ صورت گرفت. به هنگام دسته بندی، محل نمونه های کنترل بار کوره نیز در بین دیگر چوب ها تعبیه شد.

نمونه های کنترل پس از برش و آماده سازی یعنی علامت‌گذاری و اندود مقاطع و توزین آنها، در قسمت‌های جانبی (یعنی در قسمت مجاور دیواره های کوره و در ردیف تخته های آزمایشی) و در طول بار کوره جاسازی شد. چوبدستک‌های مورد استفاده در این پژوهش از گونه راش با ابعاد مقطع ۲/۵×۳/۵ سانتی‌متر بودند. برای کاهش تأثیر فضای خالی در پیرامون دسته‌بندی چوب‌های بار کوره و تأمین یکنواختی جریان هوا هنگام عبور از بار کوره، مسیر آزاد حرکت هوا با موانعی از صفحه‌های چوبی بسته شد. پس از قرار گرفتن بار در کوره، فاصله بین سطح بالایی بار کوره تا سقف کاذب نیز مانع‌گذاری شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب برنامه و اجرای آن: انتخاب برنامه و اجرای آن جزء مهم‌ترین مراحل فرایند چوب خشک‌کنی می‌باشد که کلیه مراحل پیشین مقدمه‌ای برای این مرحله بشمار می‌آیند [۳]. از سه برنامه متفاوت برای خشک کردن چوب‌آلات استفاده شد (جدول ۲ تا ۴).

جدول ۲- برنامه خشک کردن تبریزی به ضخامت ۵ سانتی‌متر کد T_8-F_4

رطوبت گام (٪)	دمای خشک (°C)	دمای تر (°C)	**اختلاف دمای خشک و تر** (°C)	رطوبت نسبی (٪)	رطوبت تعادل (٪)
بیش از ۷۰	۵۴	۵۰	۴	۸۰	۱۶/۳
۷۰	۵۴	۴۹	۵	۷۴	۱۴/۵
۶۰	۵۴	۴۶	۸	۶۲	۱۱/۶
۵۰	۵۴	۴۰	۱۴	۴۰	۷/۹
۴۰	۵۴	۳۲	۲۲	۱۷	۴
۳۵	۵۴	۲۶	۲۸	۵	۱/۴
۳۰	۶۰	۳۲	۲۸	۱۰	۲/۵
۲۵	۶۵	۳۷	۲۸	۱۶	۱/۶
۲۰	۷۱	۴۳	۲۸	۲۴	۵/۲
نهایی – ۱۵	۸۲	۵۴	۲۸	۳۲	۶/۳

جدول ۳- برنامه خشک کردن تبریزی به ضخامت ۵ سانتی‌متر کد T_8-F_5

رطوبت گام (٪)	دمای خشک (°C)	دمای تر (°C)	**اختلاف دمای خشک و تر** (°C)	رطوبت نسبی (٪)	رطوبت تعادل (٪)
بیش از ۷۰	۵۴	۴۹	۵	۷۴	۱۴/۵
۷۰	۵۴	۴۶	۸	۶۲	۱۱/۶
۶۰	۵۴	۴۳	۱۱	۴۹	۹/۳
۵۰	۵۴	۳۵	۱۹	۲۵	۵/۵
۴۰	۵۴	۲۶	۲۸	۵	۱/۴
۳۵	۵۴	۲۶	۲۸	۵	۱/۴
۳۰	۶۰	۳۲	۲۸	۱۰	۲/۵
۲۵	۶۵	۳۷	۲۸	۱۶	۱/۶
۲۰	۷۱	۴۳	۲۸	۲۴	۵/۲
نهایی – ۱۵	۸۲	۵۴	۲۸	۳۲	۶/۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- برنامه خشک کردن تبریزی به ضخامت ۵ سانتی‌متر کد T_9-F_4

رطوبت گام (٪)	دمای خشک (°C)	دمای تر (°C)	**اختلاف دمای خشک و تر** (°C)	رطوبت نسبی (٪)	رطوبت تعادل (٪)
بیش از ۷۰	۶۰	۵۶	۴	۸۱	۱۶/۶
۷۰	۶۰	۵۵	۵	۷۶	۱۴/۹
۶۰	۶۰	۵۲	۸	۶۴	۱۱/۹
۵۰	۶۰	۴۶	۱۴	۴۳	۸/۳
۴۰	۶۰	۳۸	۲۲	۲۱	۴/۷
۳۵	۶۰	۳۲	۲۸	۱۰	۲/۵
۳۰	۶۵	۳۷	۲۸	۱۶	۱/۶
۲۵	۷۱	۴۳	۲۸	۲۴	۵/۲
۲۰	۷۱	۴۳	۲۸	۲۴	۵/۲
نهایی – ۱۵	۷۱	۴۳	۲۸	۲۴	۵/۲

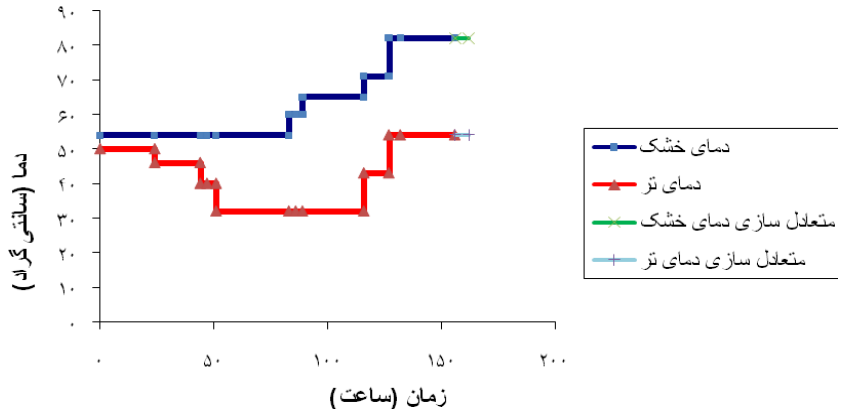
روند ایجاد تغییرات در برنامه ها بدین صورت بود:

۱- کد پیشنهادی مؤسسه تحقیقات فراورده‌های جنگلی ایالات متحده F.P.L که برنامه T_8-F_4 می‌باشد.

۲- در برنامه دوم، ردیف (کلاسه) بالاتر رطوبت انتخاب شد. T_8-F_4→T_8-F_5

۳- در برنامه سوم، اختلاف دمای خشک و تر افزایش یافت(کلاسه دمای خشک تغییر نمود). T_8-F_4→T_9-F_4

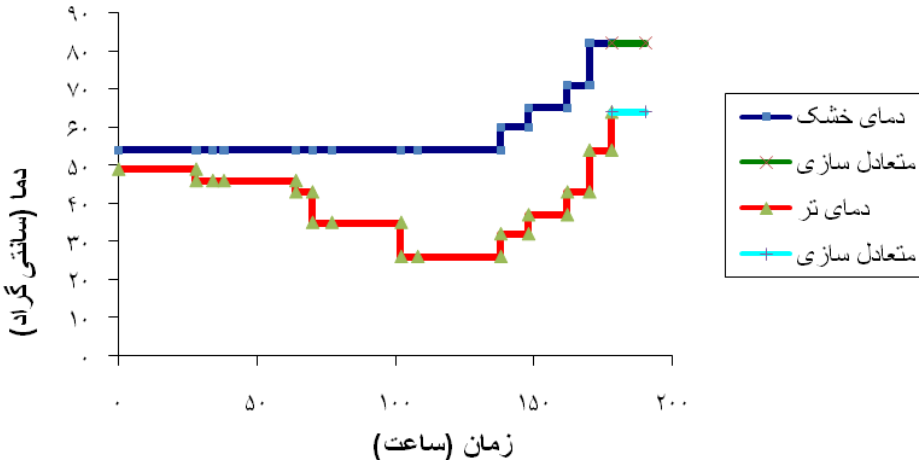
روند تغییرات دمای خشک و دمای تر کوره در شکل‌های ۳ الی ۵ ارائه شده است.



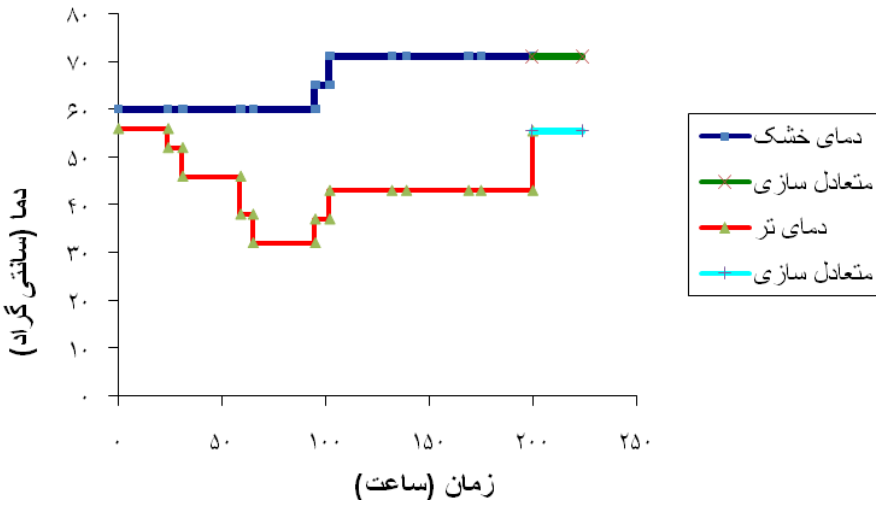
شکل ۳ - منحنی تغییرات دمای کوره با زمان در برنامه اول

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- منحنی تغییرات دمای کوره با زمان در برنامه دوم



شکل ۵- منحنی تغییرات دمای کوره با زمان در برنامه سوم

برابر دستور پیشنهادی F.P.L، گام آغاز برنامه بر پایه رطوبت اولیه بار کوره تنظیم شد و برنامه تا رسیدن رطوبت بار به میانگین رطوبت نهایی ۲±۱۱ درصد ادامه یافت. به منظور تعیین شرایط جدید برنامه در مراحل

www.SID.ir

Archive of SID

اجرایی کار، نمونه‌های کنترل روزانه حداقل یک بار بسته به سرعت کاهش رطوبت بار، توزین شد و رطوبت جدید بار محاسبه و گام دیگر برنامه بر پایه میانگین رطوبت نمونه‌ها اجرا شد. تیمار متعادل‌سازی برای برنامه اول۶، برای برنامه دوم ۱۲ و برای برنامه سوم ۲۴ ساعت اعمال شد و گرادیان رطوبت تخته‌های خشک‌شده اندازه‌گیری شد.

کنترل کیفیت تخته‌های خشک شده:

برای انجام آزمون گرادیان رطوبت، در آغاز قطعه‌ای به طول ۱۲ سانتی‌متر از یک انتهای نمونه کنترل بریده شد و سپس از انتهای تازه برش خورده نمونه کنترل، آزمون رطوبت پوسته و مغزی در امتداد الیاف بریده شد. آن گاه از آزمونه رطوبت پوسته و مغزی با برش‌هایی در یک چهارم ضخامت تبدیل به ۳ قسمت شد. سپس همه آزمونه‌ها پس از توزین در اتو خشک شدند تا رطوبت آنها محاسبه شود (شکل ۲).

شکل ۲- نمونه های پوسته و مغزی

وضعیت پراکنش رطوبت نهایی در کل بار کوره برای همه تخته‌ها از راه توزین بدست آمد (جدول ۵).

شدت پیچ خوردگی‌ها در تخته‌های خشک شده هر بار کوره شامل تاب‌خورگی، کمانی، خمیدگی، ناودانی و الماس‌گونی اندازه‌گیری شد.

شدت بروز ترک‌های سطحی و ترک‌های درونی (شان-عسلی[1]) در هر بار کوره اندازه‌گیری شد.

جدول ۵- درصد کل چوب هر بار در محدوده رطوبت نهایی مورد نظر

محدوده رطوبتی (٪)	بار اول	بار دوم	بار سوم
۹-۱۳	۶۹/۰۵	۹۰/۴۸	۱۰۰
کمتر از ۹	۱۶/۶۷	۰	۰
بیش از ۱۳	۱۴/۲۸	۹/۵۲	۰

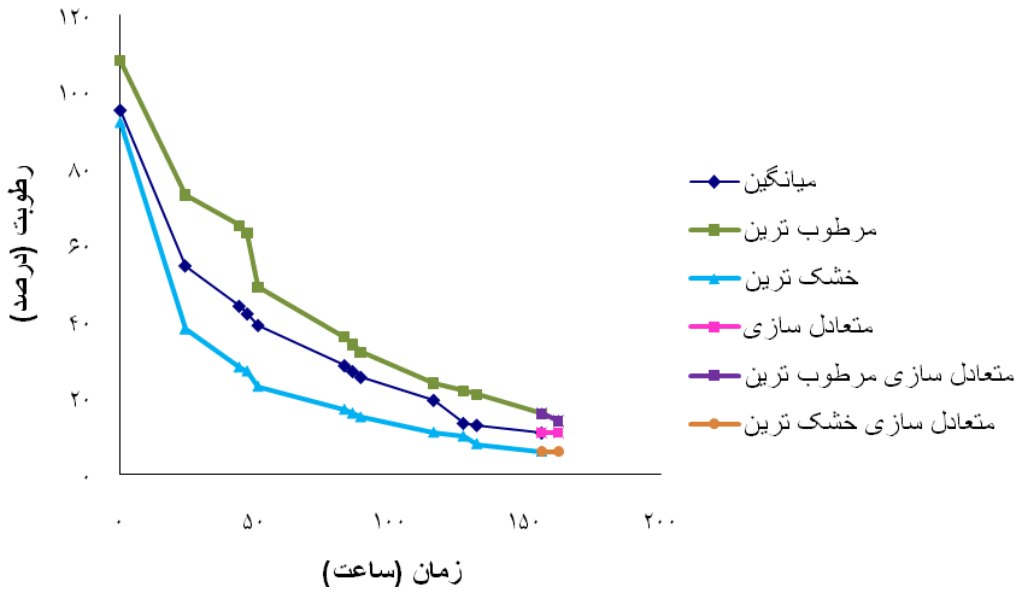
نتایج و بحث

نتایج نشان داد چوب‌ها با بهره‌گیری از برنامه سوم تندتر به رطوبت نهایی می‌رسند و در حقیقت سرعت خشک شدن چوب در این برنامه نسبت به برنامه‌های دیگر بالاتر بود (شکل ۳ تا ۸). چوب‌های خشک شده در برنامه دوم در مقایسه با برنامه‌های اول تا سوم از گرادیان رطوبت کمتری برخوردار بودند (شکل ۹). با توجه به این که یکی از هدف‌های مهم این تحقیق کنترل کیفیت تخته‌های خشک شده است، بنابراین صرف نظر از نرخ خشک شدن چوب‌ها، بررسی عیب‌های چوب خشک‌کنی دارای اهمیت است. نتایج نشان داد که در هر سه برنامه به ویژه در برنامه سوم شدت پیچ خوردگی‌ها به میزان قابل قبول بوده و کیفیت تخته‌ها تحت تاثیر این نوع عیب‌ها قرار نگرفته است (جدول ۶ تا۸). انواع پیچ خوردگی‌ها شامل ناودانی، کمانی، خمیدگی، الماس‌گونی و تاب بیشتر تحت تاثیر کیفیت چوب‌ها پیش از خشک شدن و روش دسته-بندی چوب‌ها می‌باشدو بنابراین انتظار می‌رود و نتایج نیز نشان داد که شدت پیچ خوردگی‌ها کمتر تحت تاثیر شرایط خشک شدن و نوع برنامه چوب‌خشک‌کنی مورد استفاده بود.

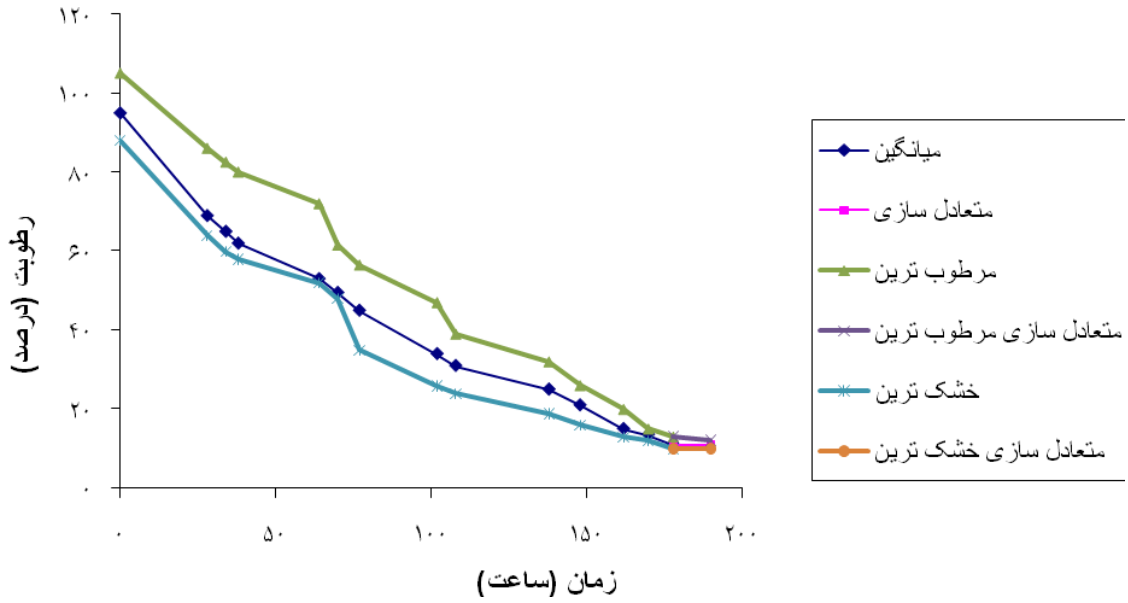
[1] honeycombing

www.SID.ir

Archive of SID



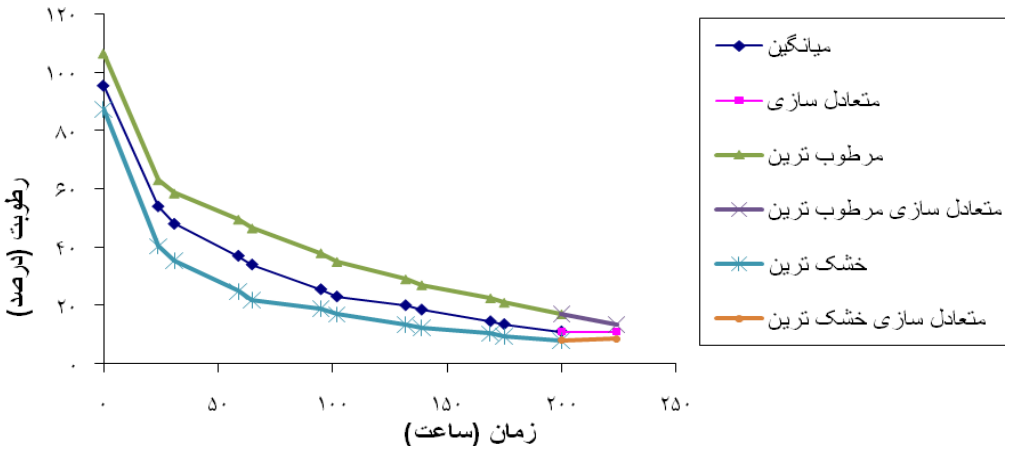
شکل ۶- منحنی کاهش رطوبت چوب‌های بار کوره طی زمان در برنامه اول



شکل ۷- منحنی کاهش رطوبت چوب‌های بار کوره طی زمان در برنامه دوم

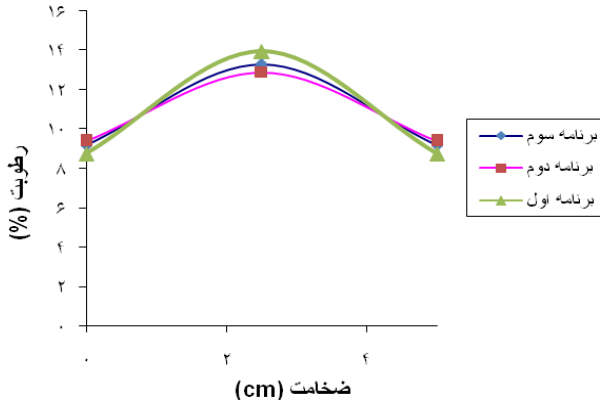
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- منحنی کاهش رطوبت چوب‌های بار کوره طی زمان در برنامه سوم

در مورد پیچ خوردگی‌ها علاوه بر نوع برنامه چوب خشک‌کنی مورد استفاده وجود جوان‌چوب، چوب واکنشی، دیفرانسیل همکشیدگی و کج‌تاری بیشترین تاثیر را در بروز این عیب‌ها به دنبال دارد. بر خلاف پیچ خوردگی‌ها در هر سه برنامه شدت رخداد ترک‌های سطحی و ترک‌های درونی (شان‌عسلی) تفاوت محسوسی نشان داد.



شکل ۹- گرادیان رطوبت در ضخامت چوب‌ها در هر یک از برنامه‌های مورد استفاده

نتایج نشان داد در برنامه اول میانگین شدت بروز ترک‌های سطحی بیش از دو برنامه دیگر و میانگین شدت بروز ترک‌های درونی کمتر از دو برنامه دیگر بود (جدول ۹ و ۱۰). علت آن است که در برنامه سوم (کد T_9-F_4) دمای گام نخست (°C ۶۰) بیش از دمای گام نخست در دو برنامه پیشین بود و همین مسئله باعث ایجاد شوک در قسمت سطحی تخته‌ها و پدید آمدن ترک‌های سطحی شد. اما به دلیل روند ملایم‌تر کاهش رطوبت در گام‌های برنامه سوم نسبت به دو برنامه دیگر ترک‌های داخلی کمتر پدید آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- شدت پیچ خوردگی‌ها در چوب‌های خشک‌شده بار اول

نوع پیچ خوردگی‌ها	میانگین (mm)	انحراف معیار (mm)
کمانی	۰/۸۳	۱/۹۸
تاب	۱/۳۳	۲/۱۳
ناودانی	۰/۴۷	۱/۱۵
خمیدگی	۱/۱۲	۲/۶۳
الماس‌گونی	۰	۰

جدول ۷- شدت پیچ خوردگی‌ها در چوب‌های خشک‌شده بار دوم

نوع پیچ خوردگی‌ها	میانگین (mm)	انحراف معیار (mm)
کمانی	۰/۶۰	۱/۹۰
تاب	۰/۶۰	۱/۱۳
ناودانی	۰/۴۳	۰/۹۱
خمیدگی	۰/۵۲	۱/۷۸
الماس‌گونی	۰	۰

جدول ۸- شدت پیچ خوردگی‌ها در چوب‌های خشک‌شده بار سوم

نوع پیچ خوردگی‌ها	میانگین (mm)	انحراف معیار (mm)
کمانی	۰/۲۴	۱/۰۸
تاب	۰/۳۳	۰/۸۵
ناودانی	۰/۱۷	۰/۵۸
خمیدگی	۰	۰
الماس‌گونی	۰	۰

ترک سطحی پدیده‌ای است که به طور معمول در قسمت اشعه‌های چوبی در سطحی که به طور مماسی قطع شده است حاصل می‌شود. علت آن بر اثر تنش‌هایی است که در قسمت سطحی چوب در طول خشک شدن حاصل می‌شود. سرعت بسیار زیاد خشک شدن و استفاده از دمای بالا و رطوبت نسبی پایین در آغاز کار کوره و مراحلی از برنامه که چوب هنوز دارای رطوبت است، این امر را تشدید می‌نماید. شان عسلی پدیده شان عسلی یک ترک درونی است که به طور معمول به صورت یک شکاف محدود و در جهت اشعه‌های چوبی و در میان اشعه‌های چوبی پدید می‌آید علت این پدیده آن است که تنش‌های درونی در چوب و در قسمت‌های درونی در طول خشک شدن حاصل می‌شود. این پدیده هنگامی رخ می‌دهد که قسمت‌های درونی چوب دارای درصد رطوبت بالایی است و دمای خشک شدن نیز بالا و طولانی است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

با توجه به این که شدت پیچ خوردگی‌ها در تخته‌های هر سه برنامه جزئی بود، برای بررسی کیفیت تخته ها بیشتر به میزان ترک های سطحی و شان عسلی توجه می کنیم. از سویی می‌دانیم ترک های سطحی نسبت به شان عسلی از اهمیت کمتری برخوردار بوده و در بسیاری موارد با رنده کردن سطح چوب پس از خشک شدن بر طرف می‌گردد. با توجه به نتایج مشاهده‌های این بررسی، برنامه خشک کردن چوب تبریزی (*Populus nigra*) به ضخامت ۵ سانتی متر با برنامه T9-F4و اعمال ۲۴ ساعت تیمار متعادل سازی توصیه می‌شود. این برنامه به عنوان برنامه‌ی پیشنهادی برای خشک کردن در مقیاس صنعتی چوب تبریزی از رویشگاه طالقان و با برش تجاری ۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود. به منظور بهینه نمودن عوامل مؤثر بر خشک کردن، ادامه‌ی تحقیقات در این زمینه برای ضخامت‌های تجاری دیگر و نیز در همین ضخامت برای دیگر رویشگاه‌ها توصیه می‌شود. با توجه به اهمیت تیمار مشروط سازی و نقش آن در رفع تنش های چوب اجرای آن در تحقیقات بعدی توصیه می شود تا زمان مناسب برای این مرحله به دست آید.

تقدیر و تشکر:

این تحقیق با حمایت مالی قطب علمی مدیریت کاربردی گونه‌های تندرشد چوبی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت

جدول ۹- شدت ترک‌های سطحی در چوب‌های خشک‌شده

دامنه ترک ها (mm)	فراوانی در برنامه اول	درصد در برنامه اول	فراوانی در برنامه دوم	درصد در برنامه دوم	فراوانی در برنامه سوم	درصد در برنامه سوم
۱-۱۰	۲	۲۰	۱۴	۳۵	۸	۱۹/۵۱
۱۱-۲۰	۱	۱۰	۹	۲۲/۵	۱۳	۳۱/۷۱
۲۱-۳۰	۴	۴۰	۷	۱۷/۵	۸	۱۹/۵۱
۳۱-۴۰	۲	۲۰	۲	۵	۵	۱۲/۲۰
۴۱-۵۰	۰	۰	۱	۲/۵	۰	۰
۵۱-۶۰	۰	۰	۳	۷/۵	۱	۲/۴۴
۶۱-۷۰	۰	۰	۰	۰	۳	۷/۳۲
۷۱-۸۰	۱	۱۰	۰	۰	۰	۰
۸۱-۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹۱-۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۱	۲/۴۴
۱۰۱-۱۱۰	۰	۰	۰	۰	۲	۴/۸۸
۱۱۱-۱۲۰	۰	۰	۱	۲/۵	۰	۰
۱۲۱-۱۳۰	۰	۰	۱	۲/۵	۰	۰
۱۳۱-۱۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۴۱-۱۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵۱-۱۶۰	۰	۰	۲	۵	۰	۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰- شدت ترک‌های درونی در چوب‌های خشک‌شده

دامنه ترک ها (mm)	فراوانی در برنامه اول	درصد در برنامه اول	فراوانی در برنامه دوم	درصد در برنامه دوم	فراوانی در برنامه سوم	درصد در برنامه سوم
۱-۱۰	۹	۳۶	۹	۴۳	۲	۵۰
۱۱-۲۰	۸	۳۲	۱۰	۴۷/۵	۰	۰
۲۱-۳۰	۳	۱۲	۲	۹/۵	۲	۵۰
۳۱-۴۰	۴	۱۶	۰	۰	۰	۰
۴۱-۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۱-۶۰	۱	۴	۰	۰	۰	۰

منابع

1- Ebrahimi, Gh., 1983, Air Drying of Lumber, Scientific and Technical Press, 253 Pages. (In Persian)
2- Ebrahimi, Gh., 1991, Transport Processes in Wood, Tehran University Publications, 290 Pages. (In Persian)
3- Ebrahimi, Gh., Faezipoor, M., 2003, Kiln Drying Lumber, Tehran University Publications, Second Edition, 460 Pages. (In Persian)
4- Chavoshakbari, M., 2000, Establishing kiln drying schedule for Oak lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Islamic Azad University. (In Persian)
5- Khorsandalam, M., 2001, Establishing kiln drying schedule for Maple lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)
6- Madhooshi, M., 1996, Establishing kiln drying schedule for Beech lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)
7- Najafi, H., 1999, Establishing kiln drying schedule for Oak lumber of 32 mm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)
8- Ebrahimi, Ghanbar, 1362, Air Drying of Lumber, Scientific and Technical Press, 253 Pages. (In Persian)
9- Ebrahimi, Ghanbar, 1370, Transport Processes in Wood, Tehran University Publications, 290 Pages. (In Persian)
10- Ebrahimi, Ghanbar, Faezipoor, Mehdi, 1382, Kiln Drying Lumber, Tehran University Publications, Second Edition, 460 Pages. (In Persian)
11- Chavoshakbari, Mazda, 1379, Establishing kiln drying schedule for Oak lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Islamic Azad University. (In Persian)
12- Khorsandalam, Mostafa, 1380, Establishing kiln drying schedule for Maple lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)
13- Madhooshi, Mehrab, 1375, Establishing kiln drying schedule for Beech lumber of 5 cm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)
14- Najafi, Hooman, 1378, Establishing kiln drying schedule for Oak lumber of 32 mm in thickness, Thesis Presented for the Degree of Master of Science, Tarbiat Modares University. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Preparation of a Kiln Drying Schedule for Poplar (*Populus nigra*) Lumber of 5 cm Thickness

Sohrab Rahimi[1], Ganbar Ebrahimi[2], Davood Parsapajouh[3]
Asghar Tarmian[4*], Iraj Mansouryar[5]

Abstract

In order to establish a kiln drying schedule for Poplar (*Populus nigra*) lumbers of 5 cm thickness commercially cut from Taleghan region, three schedules, namely T8-F4, T8-F5 and T9-F4 were adopted to dry the lumbers to the final moisture content of 11 ± 2% . Dry bulb temperatures for the schedules were adjusted at 54, 54 and 60 °C, while the final dry-bulb temperatures were adjusted at 82, 82 and 71 °C, respectively. The severity of surface, internal checks and warp in the lumbers were measured before and after the drying process and quality control methods were used to analyze wood defects. Results indicated that drying of Poplar lumber using each of the three schedules was satisfactory; however, the third schedule (T9-F4) resulted in better drying quality than did the others. Also, equalizing of lumbers for 24h is recommended.

Key words: Wood, Poplar, Kiln schedule , Drying, Drying defects

*Corresponding author: Email: tarmian@ut.ac.ir

www.SID.ir