

## طراحی و ساخت تراورس‌های دولنگه و مقایسه تحلیلی آنها با تراورس‌های متعارف<sup>۱</sup>

سهیلا ایزدیار<sup>۲</sup>      قنبر ابراهیمی<sup>۳</sup>      بهزاد اسدی<sup>۴</sup>

### چکیده

با هدف کاستن نیاز به گرده‌بینه‌های قطر بالا جهت تهیه تراورس‌های استاندارد (به مقطع ۱۵×۲۵ سانتی‌متر) و بهبود عمر مفید تراورس‌ها از طریق اشباع بهتر آنها، تراورس‌های دولنگه کنارهم و روی هم طراحی شدند. همچنین برای ارزیابی امکان ساخت آنها با تطبیق تئوری و عمل، در واحد تهیه و توزیع تراورس چوبی راه‌آهن کشور، تراورس‌های طراحی شده ساخته شدند. نیم‌تراورس‌های موردنیاز این مطالعه از مازاد برش تراورس‌های استاندارد به ابعاد ۱۲/۵×۱۵ سانتی‌متر و ۷/۵×۲۵ سانتی‌متر تهیه شدند. به منظور مقایسه سرعت خشک‌شدن با تراورس‌های استحصالی هم‌زمان، زیرسرپناه کارخانه دسته‌بندی و تا ۲۴ درصد رطوبت خشک شدند. برای رسیدن به رطوبت قید شده ۹۵ روز سپری گردید و سپس نیم‌تراورس‌ها با اتصال‌دهنده‌های مکانیکی به هم وصل شدند تا مقطع استاندارد تراورس را پیدا کنند (با احتساب رواداری مجاز). بیست نمونه تراورس دولنگه کنار هم برای تعیین مقدار تزریق و عمق نفوذ، نخست وزن شده، سپس با تراورس‌های استاندارد در یک دیگ اشباع شدند. بیست اصله تراورس‌های استاندارد نیز برای مقایسه قبل از اشباع نشانه‌گذاری و وزن شدند. دو روز پس از انجام فرایند اشباع تراورس‌های دولنگه و متعارف نشانه‌گذاری شده مجدداً توزین شدند. مقدار تزریق در تراورس‌های دولنگه از گونه راش ۲۶۶/۵، بلوط ۱۰۰ و توام راش و بلوط ۱۷۷/۵ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. مقدار تزریق در تراورس‌های استاندارد از گونه راش ۲۰۶/۵ و بلوط ۸۶/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. نمونه‌های تهیه‌شده با مته سال‌سنج برای سنجش عمق نفوذ نشان داد که چوب تراورس‌های دولنگه به‌طور کامل اشباع شدند. بنابراین تخریب بیولوژیکی این دسته از تراورس‌ها زیر ریل به شرط مطلوب بودن مخلوط ماده حفاظتی، منتفی خواهد بود.

**واژه‌های کلیدی:** نیم تراورس، تراورس دولنگه، قطر گرده‌بینه، تراورس چوبی و عمر مفید.

۱- تاریخ دریافت: ۸۰/۷/۱۰، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۲/۱۶

۲- کارشناس ارشد صنایع چوب، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: ebrahimi@nrf.ut.ac.ir)

۴- دانشجوی پیشین تحصیلات تکمیلی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

## مقدمه

توسعه راه‌های ریلی به‌منظور کاهش هزینه‌های حمل و نقل و نیز جابه‌جایی مسافر و افزایش ایمنی، در اغلب کشورها، به ویژه بعد از جنگ جهانی دوم، مورد توجه قرار گرفته است. اقتصاد مهندسی نیز برای توسعه راه‌های ریلی امتیاز بیشتری قائل است. احداث و توسعه راه‌های ریلی با تراورس‌های چوبی آغاز شده و هنوز هم اهمیت آن به قوت خود باقی است.

کاربرد تراورس‌های چوبی در احداث خطوط جدید و نگهداری راه‌های موجود، پیوسته نیاز به تولید تراورس‌های متعارف را ایجاب می‌کند که بدون تردید این شدت مصرف با حفظ حیات جنگل سازگاری ندارد. چون تراورس‌های چوبی به اقتضای اندازه و استاندارد کیفیتی که دارند، از گرده‌بینه‌های قطر بالا تهیه می‌شوند. سیر صعودی کاهش قطر گرده‌بینه‌های استحصالی در جنگل نیز بر محدودیت منابع تهیه تراورس می‌افزاید.

روند حاضر در تهیه و توزیع تراورس‌های چوبی مسائل اجرایی و خصوصاً طولانی‌شدن گردش سرمایه را در پی دارد. مرحله عمل‌آوری تراورس‌های متعارف پس از برش تا اشباع چنانچه کیفیت بالای اشباع مدنظر باشد، اغلب طولانی است و به گونه چوب مورد عمل بستگی دارد. نتیجه اشباع ناقص تراورس‌ها به دلیل قبل از رسیدن به حد مطلوب رطوبت، سبب کوتاهی عمر مفید آنها می‌شود. به این مسئله باید افت کیفیت استاندارد تراورس‌های متعارف را طی مدت خشک شدن افزود. ابعاد مقطع تراورس‌های استاندارد (۱۵×۲۵ سانتی‌متر) درشت است و موجب تشدید ترک‌های ناشی از تنش‌های هم‌کشیدگی و آزادشدن تنش‌های باقیمانده رشد خواهد شد و بر تعداد اصله‌های خارج از استاندارد در مرحله کنترل کیفیت قبل از اشباع می‌افزاید.

علاوه بر شناسایی مشکلات در مرحله عمل‌آوری تراورس‌های چوبی استاندارد، پژوهشگران روند تخریب و عوامل مخرب آنها را در خطوط راه‌آهن مطالعه کردند (۶). فرسایش چوب توسط صفحه اتصال به ریل، کهنگی، شکاف انتهایی، پوسیدگی،

شکاف سوراخ پیچ اتصال و تجمع آب (به‌علت فقدان زهکشی)، از جمله عوامل عمده تخریب تراورس‌ها در زیر ریل است. شماری از پژوهشگران کوشیدند تا عمر مفید تراورس‌های چوبی را از طریق شناسایی عوامل قارچی تخریب و بهینه کردن اشباع تراورس، افزایش دهند (۱). نتایج کار این دسته از محققان سبب توسعه فنون خشک‌کردن، سوزن یا تیغ‌زدن تراورس قبل از اشباع و بالابردن مقدار تزریق ماده حفاظتی، گردید. با به‌کارگیری نتایج این مطالعات، در اکثر کشورهای صنعتی متوسط عمر مفید تراورس به ۳۱ سال (۲۴-۳۷) رسیده است (۴). این میزان در مقایسه با عمر سرویس‌دهی زیر ۱۵ سال، دستیابی به صرفه‌جویی بزرگی در مصرف چوب است.

بن‌بستی که با کاهش قطر گرده‌بینه در انتظار تولید تراورس‌های چوبی موردنیاز است، می‌تواند با توسعه مناسب پیشگیری گردد. تولید تراورس بتنی یک راه چاره است، به شرطی که تجهیزات لازم برای تولید شمارگان مورد احتیاج و با کیفیت فراهم آید. چاره دیگر را می‌توان در ساخت تراورس‌های دولنگه جستجو کرد و بر بهره‌وری واحدهای موجود تولید تراورس چوبی و تداوم کار آنها افزود.

طی دو دهه گذشته تعدادی از محققان با جدی دیدن کاهش قطر گرده‌بینه‌های برشی، اقدام به انجام پژوهش‌هایی در خصوص استفاده از گرده‌بینه‌های کم‌قطر برای ساخت تراورس‌های چوبی کردند (۳ و ۲) و اندیشه ساخت تراورس دو یا چند جزئی را مطرح ساختند. حاصل تحقیقات این دسته از اندیشمندان اگرچه هنوز در گام توسعه است، ولی ایده ساخت تراورس لایه‌ای و دولنگه نویددهنده است و در صورت توسعه روند تولیدشان می‌توانند از شدت مسئله کمیابی گرده‌بینه‌های با قطر بالا بکاهند.

با اتصال مکانیکی یا شیمیایی (مقاوم به رطوبت) می‌توان دونیم‌تراورس ۱۲/۵×۱۵×۲۶۰ سانتی‌متری را برای ایجاد مقطع ۱۵×۲۵ سانتی‌متر در کنار هم یا دونیمه ۷/۵×۲۵×۲۶۰ سانتی‌متری را جهت ساخت مقطع ۱۵×۲۵ سانتی‌متر روی هم قرار داد. این طرح محدودیت قطر گرده‌بینه را برای تولید تراورس کاهش می‌دهد و هر یک از دو نیم تراورس به‌علت

استاندارد در تراورس‌های متعارف نرخ بالایی داشت، حال آنکه نیم‌تراورس‌ها با وجودی که اغلب از برش‌های مماسی بودند، افت کیفیت چندانی نداشتند.

نیم‌تراورس‌های تهیه‌شده از نوع کنارهم فراوانی بیشتر و در واقع اکثریت داشتند، زیرا ابعاد مازاد برش تراورس‌های متعارف برای نیم‌تراورس‌های روی هم کافی نبود و فقط نیمه‌های دواصله به دست آمد.

#### ساخت تراورس‌های نمونه دو لنگه

بعد از ۹۵ روز، نیم‌تراورس‌ها برای طرح ساختی که نقشه آن تهیه شده بود، آماده‌سازی شدند. شابلونی برای تعبیه سوراخ پیچ‌های اتصال دولنگه به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۲۸ سانتی‌متر ساخته شد و در آن فواصل لازم تا لبه، انتها و سوراخ پیچ‌های اتصال زیر ریل پیش‌بینی (شکل‌های ۱ و ۲) گردید. نیم‌تراورس‌های کنارهم با ۴ عدد پیچ به شرح شکل ۳ به هم متصل شدند. پیچ و مهره‌ها از نوع گالوانیزه بودند، اما برای رعایت احتیاط بین چوب و سربیس و مهره و چوب، واشر لاستیکی قرار داده شد تا از احتمال پوسیدگی آهن در تراورس پیشگیری شود. نیم‌تراورس‌های روی هم نیز مطابق شکل ۴ سوار و پیچ‌های مربوط محکم شدند. اندازه مقطع تراورس‌های دولنگه بارواداری متعارف با مقطع تراورس‌های یکپارچه (استاندارد) مطابقت داشت.

#### اشباع و اندازه‌گیری مقدار تزریق

۲۰ اصله تراورس‌های دولنگه همراه با تراورس‌های متعارف در یک دیگ اشباع بار زده شدند تا تحت شرایط مساوی فشار، دما و زمان به روش بتل<sup>۱</sup> و با کریئوزوت<sup>۲</sup> اشباع شوند. برای تعیین مقدار تزریق، تعدادی از تراورس‌های متعارف و تمام تراورس‌های دولنگه‌ای، قبل از بار زدن توزین شدند. پس از اشباع و گذشت زمان معمول برای خنک‌شدن بار اشباع‌شده و قطع ریزش قطره‌های ریزشی کریئوزوت، تراورس‌های متعارف نشانه‌گذاری شده و کلیه تراورس‌های دولنگه‌ای مجدداً وزن شدند و با مته

اندازه کوچکتر مقطع در مقایسه با تراورس‌های متعارف سریعتر خشک می‌شوند و معایب ناشی از خشک‌شدن (از جمله ترک و شکاف مقطعی) در آنها کمتر خواهد بود. افزون بر این، نیم‌تراورس‌ها به اقتضای رطوبت پایین‌تر و ابعاد کوچکتر مقطع، کامل‌تر اشباع می‌شوند، از این رو به شرط دوام اتصال بین آنها و مصون ماندن از شکست‌های مکانیکی، عمر مفید طولانی‌تری خواهند داشت، زیرا توزیع بهتر و نفوذ بیشتر ماده حفاظتی در آنها از تخریب بیولوژیکی پیشگیری می‌کند.

#### روش تحقیق

طرح تراورس‌های دولنگه از دونیم‌تراورس هر یک به ابعاد  $12/5 \times 15$  سانتی‌متر و طول  $2/6$  متر، برای کنارهم قرارگرفتن و دونیمه به ابعاد  $25 \times 7/5$  سانتی‌متر و طول  $2/6$  متر برای روی هم قرارگرفتن تهیه و طرز اتصال آنها به یکدیگر مورد تحلیل قرارگرفت و نقشه اجرایی کار آماده شد. سپس به واحد تولید تراورس راه‌آهن در شیرگاه مراجعه گردید تا از مازاد برش تراورس‌های متعارف، نیم‌تراورس‌های موردنیاز این پژوهش تهیه شود.

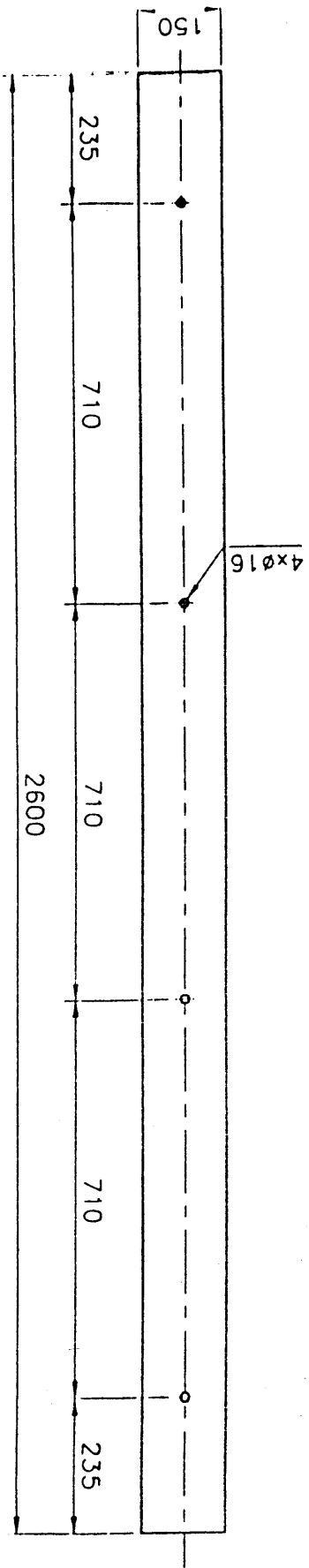
در واحد مذکور نیم‌تراورس‌های لازم برای ساخت ۲۴ اصله تراورس با لنگه‌های کنار هم برش و گردآوری شد. نیم‌تراورس‌ها پس از اندودکردن مقطع‌شان زیرسقف سوله کارخانه تحت شرایط تراورس‌های استحصالی همزمانشان برای خشک‌شدن دسته‌بندی شدند. گونه‌های موردعمل هنگام تهیه نیم‌تراورس‌ها، اغلب راش و بعضاً بلوط بودند که از هر دوگونه استفاده شد.

رطوبت نیم‌تراورس‌ها و نوع متعارف برش‌شده از یک گروه‌بینه، قبل از دسته‌بندی اندازه‌گیری گردید و وضعیت فیزیکی آنها بررسی و وجود معایب احتمالی ثبت شد.

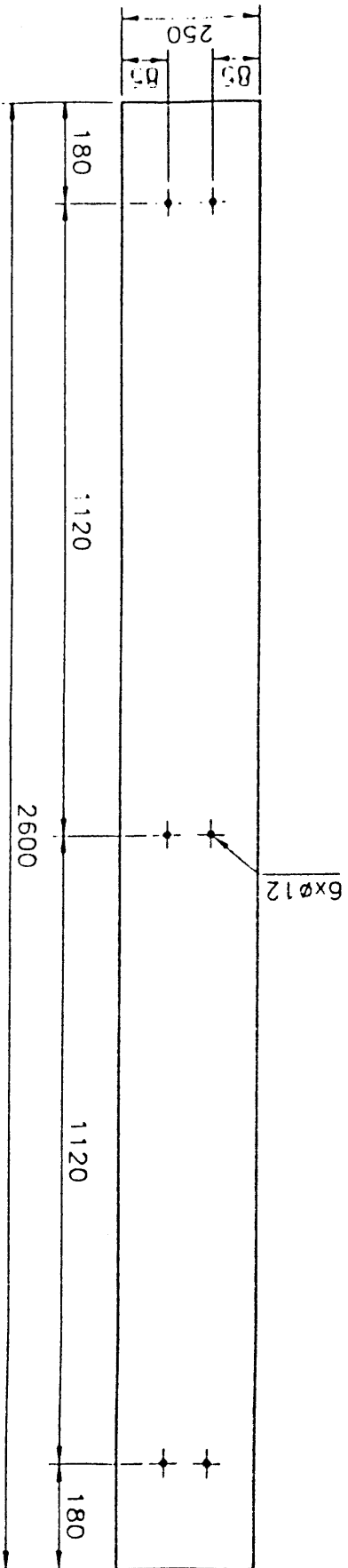
پس از ۶۵ روز رطوبت نیم‌تراورس و تراورس‌های همزمان آنها اندازه‌گیری شد. به هر دو سری فرصت بیشتری برای خشک‌کردن داده شد و بعد از ۹۵ روز مجدداً رطوبت آنها اندازه‌گیری و معایب ناشی از خشک‌شدنشان بررسی گردید. افت کیفیت و خروج از

<sup>۱</sup> - Bettle

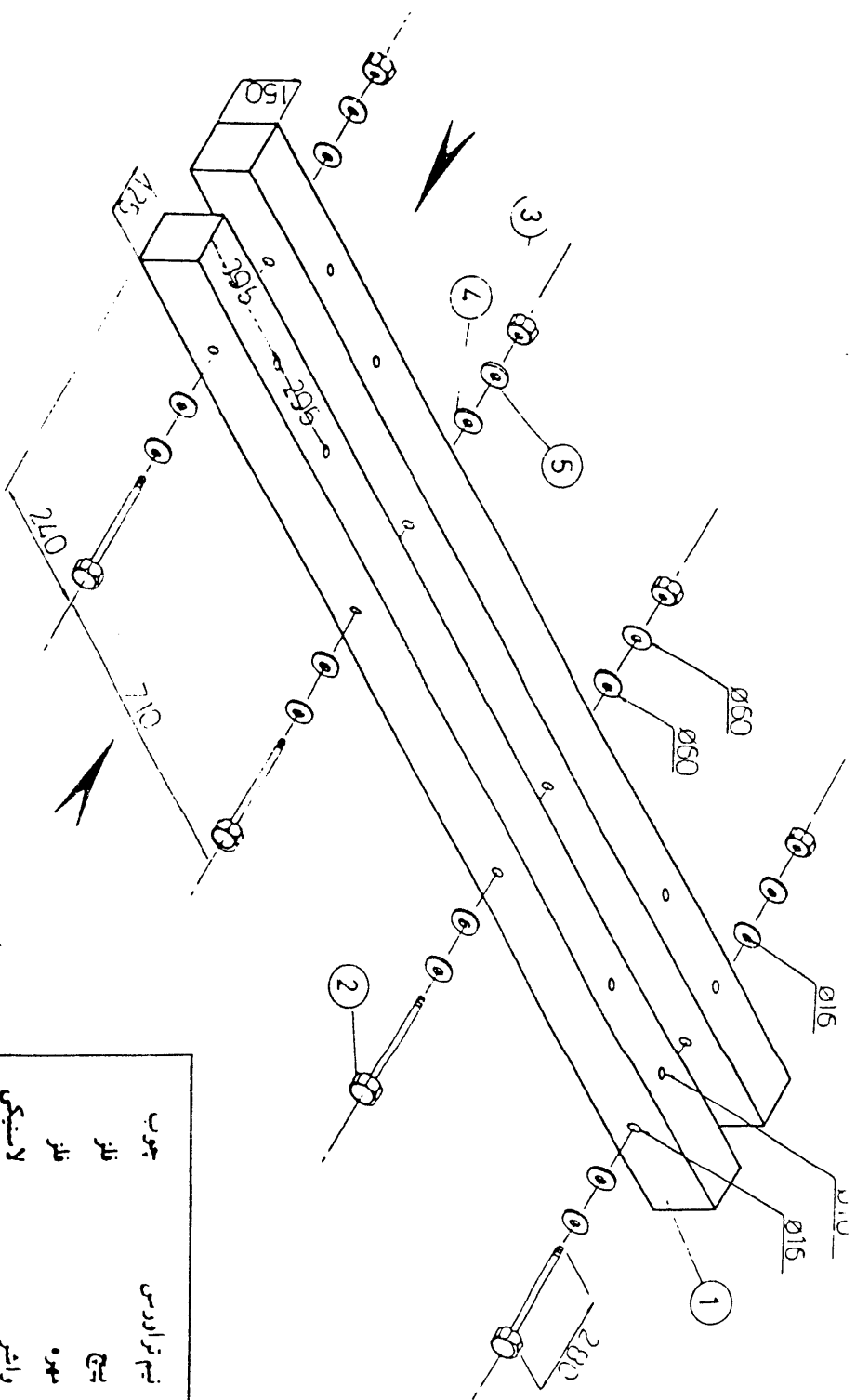
<sup>۲</sup> -Krusete



شکل ۱- پانلین اندازه تراوس برلنگه کار هم



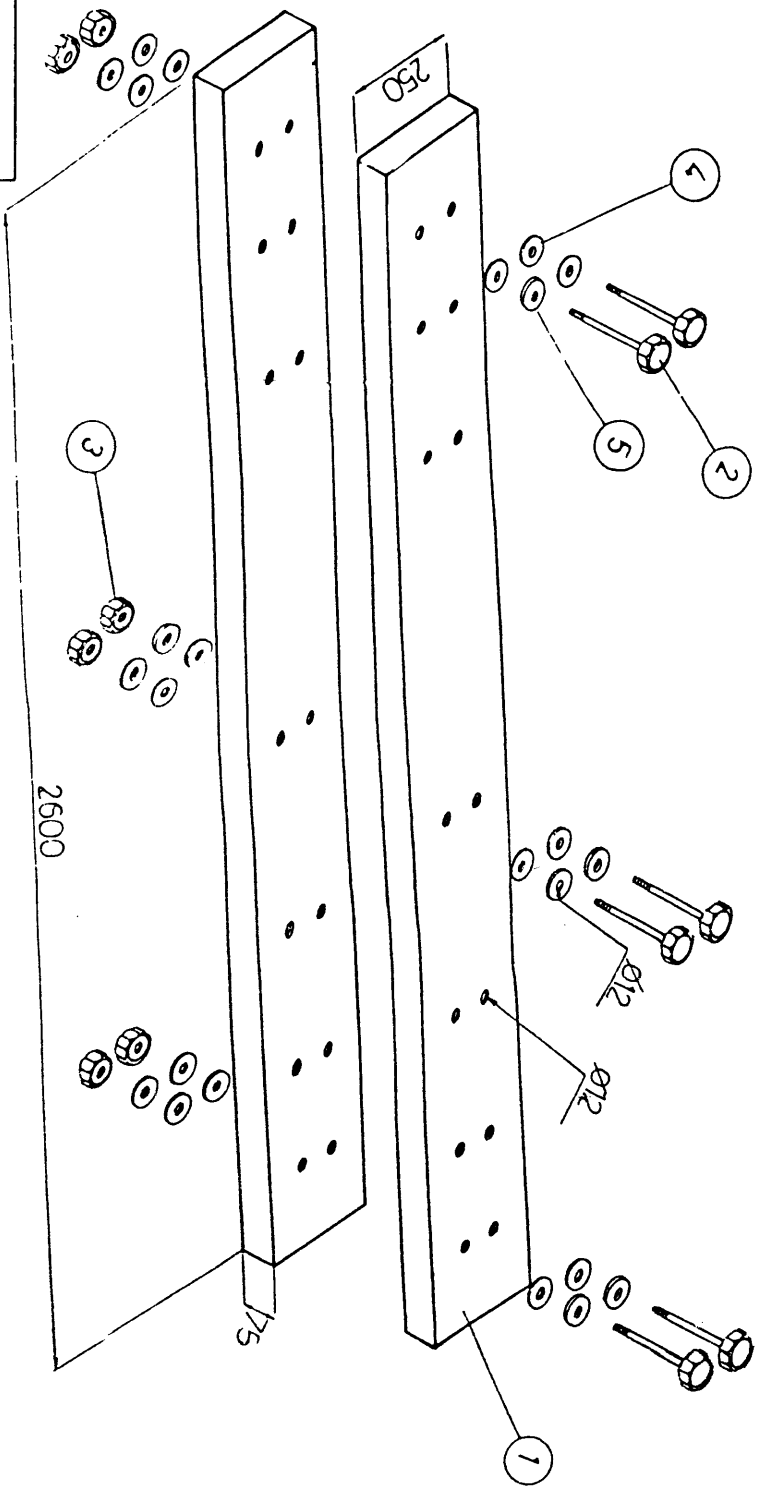
شکل ۲- پانلین اندازه تراوس برلنگه کار هم



شکل ۳- تراورس وولنگه کارهم

نوع	شماره	توضیح
چوب	۱	سیم تراورس
فلز	۲	پیچ
فلز	۳	مهره
لاستیکی	۴	واشر
فلز	۵	واشر

چوب	نیم تراورس	۱
فلز	پیچ	۲
فلز	مهره	۳
لاستیکی	واشر	۴
فلز	واشر	۵



شکل ۴- تراورس دولنگه روپیم

روی نیم‌تراورس‌ها و تراورس‌های استاندارد استحصال‌شده همزمان، جمع‌آوری شد. مشاهدات خشک شده در جدول ۱ ارائه شده است، ولی نرخ افت کیفیت به علت بالابودن رطوبت تراورس‌های استاندارد، هنوز زمان پایانی تعیین را نداشت.

سال‌سنج عمق نفوذ کریئوزوت آنها اندازه‌گیری گردید (جدول ۲).

## نتایج

برای مقایسه سرعت خشک‌شدن و نیز نرخ افت کیفیت (خارج از استانداردشدن) مشاهدات مربوط

جدول ۱- مشاهدات رطوبت تراورس‌های نمونه طی خشک‌شدن

گونه و نوع	تاریخ دسته‌بندی	رطوبت اولیه (%)	رطوبت پس از ۶۵ روز (%)	رطوبت پس از ۹۵ روز (%)
راش - متعارف	۷۹/۲/۲۵	بیش از ۶۰	۳۶	۳۱
راش - دولنگه	۷۹/۲/۲۵	بیش از ۶۰	۳۶	۲۴
بلوط - دولنگه	۷۹/۲/۲۵	بیش از ۶۰	۴۰	۳۵

اندازه‌گیری‌های بعد از اشباع (جدول ۲) روی تعیین مقدار تزریق و عمق نفوذ صورت گرفت.

تراورس‌های دولنگه تحت شرایط مساوی (در یک دیگ) با تراورس‌های استاندارد اشباع شدند.

جدول ۲- مشاهدات مربوط به اشباع تراورس‌های نمونه

گونه و نوع تراورس	تعداد اصله	وزن قبل از اشباع (Kg)	وزن بعد از اشباع (Kg)	مقدار تزریق (Kg)	مقدار تزریق در هر اصله (Kg)	مقدار تزریق در هر اصله (Kg/m <sup>3</sup> )
راش - متعارف	۱۵	۱۰۰۸	۱۳۱۰	۳۰۲	۲۰/۱۳	۲۰۰/۵
بلوط - متعارف	۵	۴۲۰	۴۶۲	۴۲	۸/۴	۸۶/۱۵
راش - دولنگه	۱۵	۹۹۲	۱۳۸۲	۳۹۰	۲۶	۲۶۶/۵
بلوط - دولنگه	۲	۱۵۴	۱۷۳/۵	۱۹/۵	۹/۷۵	۱۰۰
راش و بلوط - دولنگه	۳	۲۱۷	۲۶۶	۵۲	۱۷/۳	۱۷۷/۵

وضعیت فیزیکی آنها بیش از ۱۵ درصد برآورد شده است. تراورس‌های مرجوع اغلب به مصارف نازل تری می‌رسند که با ضایعات زیادی نیز همراه است. به این ضایعات باید دورریز زمان برش گرده‌بینه را برای تولید تراورس استاندارد افزود.

مقدار تزریق در هر اصله تراورس دولنگه از گونه راش ۲۶، گونه بلوط ۹/۷۵ و توام راش و بلوط ۱۷/۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد، درحالی‌که در هر اصله تراورس استاندارد راش مقدار تزریق ۲۰ و در بلوط ۸/۴ کیلوگرم بود. چنانچه مقدار تزریق در هر اصله با معیار رایج محاسبه شود، در تراورس استاندارد راش و

## بحث و نتیجه‌گیری

سرعت خشک‌شدن نیم‌تراورس‌ها در مقایسه با تراورس‌های استاندارد تحت شرایط رطوبت نسبی بالای ماه‌های اوایل سال در ناحیه (شیرگاه)، مطلوب و قابل توجه بود. این کاهش رطوبت نیم‌تراورس‌ها سبب اشباع بهتر آنها گردید. نرخ افت کیفیت نیم‌تراورس‌ها بسیار کم بود و به ۵ درصد نرسید. تعیین این نرخ در بین تراورس‌های استاندارد استحصال‌شده همزمان با نیم‌تراورس‌ها به علت رطوبت بالای آنها ممکن نشد، ولی در تراورس‌های استاندارد با تاریخ استحصال قبلی این نرخ برحسب

و شکاف مقطعی و انتهایی در تراورس‌های استاندارد اغلب به دلیل رطوبت بالا و متعاقب آن خوب اشباع نشدن اتفاق می‌افتد، زیرا تراورس‌ها در محیط نصب بتدریج خشک می‌گردند و هم‌کشیده شدنشان با مانع پیچ‌های نصب ترک و شکاف را در آنها تشدید می‌کند و قسمت‌های اشباع‌نشده میانی تراورس به سهولت در دسترس اسپر قارچ‌های عامل پوسیدگی قرار می‌گیرد.

تراورس‌های دولنگه به صورت توام (یک در میان) با تراورس‌های متعارف یا بتنی می‌توانند تجربه شوند تا کارایی و قابلیت اطمینان‌شان از نظر ضریب اطمینان کاربرد تعیین شود. نصب یکدست تراورس‌های دولنگه در طول کوتاه زیر ریل برای سنجش توان آنها تجربه خوبی خواهد بود.

بلوط به ترتیب ۲۰۶/۵ و ۸۶/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب به دست می‌آید. اما در دولنگه‌ای راش این رقم ۲۶۶/۵، در بلوط ۱۰۰ و در دولنگه توام راش و بلوط ۱۷۷/۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌شود. نمونه‌های اندازه‌گیری عمق نفوذ با مته سال‌سنج نشان داد که تراورس‌های دولنگه حاوی ذرات چوب خام نبودند، یعنی چوب هر دو لنگه کاملاً اشباع شده بود. اگر کیفیت مخلوط کریئوزوت به کاررفته برای اشباع این تراورس‌ها، براساس استاندارد مربوط مطلوب بوده باشد، قطعاً تخریب پوسیدگی در تراورس‌های دولنگه و شکاف انتهایی در نتیجه پایین آمدن رطوبت چوب در محل نصب منتفی است و فقط عوامل مکانیکی (ساییدگی توسط صفحه اتصال، شکاف پیچ اتصال، ضربات مکانیکی، بازشدن دولنگه از هم) می‌توانند موجبات تعویض آنها را فراهم آورند. مسئله پوسیدگی و ترک

## منابع

- 1-Franciosi, G.C., 1967. Behavior of Incised Beech Cross-ties Installed in Track. F.P.Jour.14 (7): 269-274.
- 2- Hale R.A. & J.P. Howe, 1992. Technical Practicality of Dowel-Laminated Cross-ties before Drying and Treating. F.P. Jour 42(6).
- 3- Howe J.P., P.Koch, 1976. Dowel-Laminated Cross-ties, Performance in Service, Technology of Fabrication, and Future Promise. F.P.Jour.26(5).
- 4- McCurdy, D.R. & M.H.Case, 1934. Tie Procurement by Class I railroads in the United States. F.P. Jour. 32 (11/12).
- 5- Ephelps, J. D.R. McCurdy, 1991. Railroad Tie Production in the United States, F.P. Jour. 43 (3).
- 6- Sonti, S.S. et al., 1995. A Review of Wood Crosstie Performance. F.P.Jour. 45(9).



## Design and Fabrication of Dowel-Laminated Cross-ties Compared with Standard Ties Analytically

S. Izadyar<sup>1</sup> Gh. Ebrahimi<sup>2</sup> B. Asadi<sup>3</sup>

### Abstract

With goal on reducing demand for large diameter logs to cut standard ties out of them and also improving life expectancy of ties through improved treatment, dowel-laminated cross-ties were designed and for practicality evaluation were fabricated. Required half-ties for this study were cut from residues of beech & oak logs which were being cut to produce conventional ties in a saw-mill that manufactures ties only. Each half-tie had a cross-section of 12.5×15 centimeters and a length of 2.6 meters. Totally, 48 half-ties were cut and stickered to dry in a shelter. Standard ties, cut simultaneously with half-ties, were also stickered in the vicinity to estimate their drying time and to evaluate degrading rate as well. After a 95-day period, moisture content (MC) of beech half-ties lowered down to 24% and that of oak to 35% while MC of standard ties was about 31% on average. Twenty dowel-laminated cross-ties were fabricated (by bolting together), weighed and impregnated under conventional treating process in a cylinder simultaneous with conventional ties. 15 beech and 5 oak standard ties were also weighed prior to treatment. After impregnation, both dowel-laminated and standard ones were reweighed to calculate retention of preservative in them and an increment core taker samples were taken for penetration comparisons.

In beech dowel-laminated ties retention was calculated to be 266.5, in oak 100 and combined beech oak 177.5 kg/m<sup>3</sup>. The increment core samples showed that half-ties were impregnated thoroughly, but in standard ties this was not deeper than 5 mm. This would indicate that dowel-laminated cross-ties should last in service longer than conventional wooden ties if their mechanical connections do not fail. This is because they are less susceptible to end split checks and split; thus, they-will not decay as fast as those containing untreated wood in their core part.

**Keywords:** Half-tie, Penetration, Dowel, Laminated, Beech ties, Retention, Bolted-tie.

---

<sup>1</sup> -Senior Expert, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

<sup>2</sup> -Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

<sup>3</sup> -Former graduate student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran