

بررسی خواص راستایی تخته خرده چوب به وسیله روش استاتیک و اکوستیک^۱ و^۲

سعید کاظمی نجفی^۳ ویچیتا بوکور^۴ قنبر ابراهیمی^۵

چکیده

ویژگی‌های راستایی سه نوع تخته خرده چوب ساخت داخل به وسیله نسبت سرعت‌های اولتراسونیک (موج طولی و موج عرضی)، مدول الاستیسیته استاتیک و تغییرناپذیری صوتی مورد مطالعه قرار گرفت. سرعت امواج اولتراسونیک در جهات اصلی تخته خرده چوب به وسیله روش عبوری اندازه‌گیری شد. مدول الاستیسیته استاتیک در جهت موازی و عمود بر جهت ساخت روش خمش با چهارنقطه بارگذاری تعیین شد و خواص راستایی تخته‌ها به وسیله نسبت سرعت‌های اولتراسونیک و مدول‌های الاستیسیته در جهت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهند که سرعت امواج اولتراسونیک در تخته خرده چوب متأثر از نحوه جهت‌یابی خرده چوب‌ها است، طوری که بیشترین سرعت امواج اولتراسونیک در جهت ساخت تخته (موازی با جهت خرده چوب‌ها) و کمترین آن در جهت ضخامت مشاهده شده است. به دلیل تاثیر ساختمان تخته خرده چوب بر سرعت امواج اولتراسونیک، خواص راستایی تخته خرده چوب را می‌توان به وسیله نسبت سرعت‌های اولتراسونیک در جهات مختلف توضیح داد. روش‌های مختلف تخمین شدت هرسونا یکسانی به وسیله اولتراسونیک و روش استاتیک همگرایی خوبی را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: هرسونا یکسانی، تخته خرده چوب، امواج اولتراسونیک، موج طولی، موج عرضی، تغییرناپذیری صوتی، مدول الاستیسیته.

^۱- تاریخ دریافت: ۸۱/۲/۲۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۲/۲/۲۲

^۲- این بررسی با استفاده از اعتبار مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است

^۳- عضو هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

^۴- استاد دانشگاه نانسی فرانسه

^۵- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

مقدمه

هرسونایکسانی^۱ (شدت خواص راستایی)^۲ از عوامل مهم موثر بر رفتار مکانیکی مواد می‌باشد. مواد هرسونایکسان دارای خواص راستایی هستند، یعنی عکس‌العمل این مواد نسبت به تنش اعمال شده در راستاهای مختلف، متفاوت می‌باشد. این عکس‌العمل‌ها که در واقع کرنش‌های الاستیک می‌باشند با تنش‌های اعمال شده رابطه خطی دارند. بنابراین هرسونایکسانی از خواص الاستیک مواد بوده و نتیجه نحوه توزیع و جهت‌یابی اجزای متشکله آنها می‌باشد، در نتیجه می‌توان از نسبت‌های پارامترهای الاستیک مواد از قبیل نسبت مدول‌های الاستیسیته، مدول‌های برشی، عناصر ماتریس سفتی و عکس سفتی و ضرایب پواسون در راستاهای مختلف نسبت به یکدیگر برای ارزیابی ویژگی‌های راستایی مواد استفاده کرد.

با توجه به ارتباط انتشار امواج اولتراسونیک با خواص الاستیک مواد و سهولت اندازه‌گیری سرعت امواج اولتراسونیک، استفاده از پارامترهای اولتراسونیک می‌تواند به عنوان یکی از ساده‌ترین روش بیان خواص هرسونایکسانی مواد مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اینکه چوب و مواد مرکب چوبی ویژگی‌های راستایی از خود نشان می‌دهند، استفاده از نحوه انتشار امواج اولتراسونیک می‌تواند به عنوان یک روش موثر در تخمین این خواص استفاده شود. بوکور^۳ (۱۹۹۵) از نسبت‌های سرعت امواج اولتراسونیک طولی، عرضی و سطحی در جهت‌های طولی، شعاعی و مماسی برای تخمین خواص راستایی چوب استفاده کرد. خواص راستایی تخته تراشه^۴ به‌وسیله بوکور (۱۹۹۱) و OSB و MDF به‌وسیله بوکور و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از نحوه انتشار امواج اولتراسونیک طولی، عرضی و سطحی در جهت‌های مختلف این مواد ارزیابی شد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که

استفاده از نسبت سرعت‌های اولتراسونیک یک روش موثر در ارزیابی خواص راستایی مواد مذکور می‌باشد. تخته‌خرده‌چوب به عنوان یک ماده مرکب چوبی به‌صورت گسترده‌ای استفاده می‌شود. خرده‌چوب‌ها که اصلی‌ترین جزء تشکیل‌دهنده تخته‌خرده‌چوب هستند در هنگام ساخت طوری جهت‌دار می‌شوند که سبب به‌وجود آمدن خواص راستایی در تخته‌خرده‌چوب می‌شوند. بنابراین شکل، اندازه و نحوه جهت‌یابی خرده‌چوب تاثیر مهمی بر خواص راستایی تخته‌خرده‌چوب خواهد داشت. به دلیل تاثیر زیاد خواص راستایی بر خواص مکانیکی تخته‌خرده‌چوب، هرسونایکسانی سه نوع تخته‌خرده‌چوب ساخت داخل بر اساس پارامترهای اولتراسونیک و نسبت مدول‌های الاستیسیته (حاصل از روش استاتیک) و مقایسه روش‌های مورد ارزیابی با یکدیگر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد

سه نوع مختلف تخته‌خرده‌چوب ساخته شده در کارخانجات ایران برای انجام این مطالعه استفاده شدند، (جدول ۱) با توجه به اینکه ویژگی‌های الاستیک جهات مختلف تخته‌خرده‌چوب با یکدیگر فرق دارند از هر تخته ۲۸ نمونه با ابعاد ۲۵۰×۵۰ میلی‌متر درجهت موازی و عمود بر جهت ساخت تهیه شد. برای یکنواختی رطوبت نمونه‌ها و کاهش اثر رطوبت روی پارامترهای مورد اندازه‌گیری، کلیه نمونه‌ها در دمای ۲۰±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد بمدت دوهفته کلیماتیزه (مشروط) شدند. لازم به ذکر است در این مطالعه جهت موازی با جهت ساخت تخته‌ها به عنوان جهت ۱ و جهت عمود بر آن به عنوان جهت ۲ در نظر گرفته شده است. جهت ۳ مربوط به ضخامت تخته است. همچنین نمونه‌های با ابعاد ۳۶۰×۴۰ میلی‌متر طبق استاندارد فرانسوی NF B 51-061 برای آزمایش خمش استاتیکی با چهار نقطه بارگذاری تهیه شده است.

^۱ -Anisotropy^۲ -Orthotropy^۳ -Bucur^۴ -Flackboard

روش‌ها

اندازه‌گیری سرعت امواج اولتراسونیک

از روش عبوری اولتراسونیک^۱ برای اندازه‌گیری سرعت امواج طولی و عرضی استفاده شده است. در این روش از یک مبدل^۲ فرستنده و یک مبدل دریافت‌کننده که در مقابل هم در راستای محور مورد آزمون نمونه قرار گرفته بودند، استفاده شد. این روش در ارزیابی غیرمخرب کاربرد زیادی دارد و بخصوص برای موادی که تضعیف‌کننده قوی امواج اولتراسونیک هستند استفاده می‌شود. سرعت امواج اولتراسونیک طولی و عرضی (V) برحسب متر بر ثانیه با مسافتی که امواج در مدت صرف شده طی کرده‌اند محاسبه گردید:

$$V=d/t$$

d مسافت پیموده شده به وسیله موج برحسب متر و t زمان طی کردن موج برحسب ثانیه می‌باشد.

روش و وسایل مورد استفاده برای اندازه‌گیری سرعت امواج طولی و عرضی اولتراسونیک به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. برای تماس بهتر بین مبدل و سطح نمونه‌ها از یک ژل مخصوص (Aquasonic 100) استفاده شده است.

V_{11} ، V_{22} و V_{33} سرعت‌های موج طولی به ترتیب در جهت ساخت، عمود بر جهت ساخت و ضخامت تخته‌ها و V_{12} ، V_{21} ، V_{13} ، V_{31} ، V_{23} ، V_{32} سرعت‌های موج عرضی اندازه‌گیری شده می‌باشند، (در موج‌های عرضی اندازه‌گیری شده، اندیس اول جهت انتشار موج و اندیس دوم جهت پولاریزاسیون را نشان می‌دهند، مثلاً V_{12} نشان‌دهنده سرعت انتشار موج در جهت ۱ و با پولاریزاسیون در جهت ۲ می‌باشد) و بوسیله سرعت‌های موج عرضی اندازه‌گیری شده V_{44} ، V_{55} و V_{66} محاسبه شدند:

$$V_{44} = \frac{1}{2}(V_{23} + V_{32})$$

$$V_{55} = \frac{1}{2}(V_{13} + V_{31})$$

$$V_{66} = \frac{1}{2}(V_{12} + V_{21})$$

اندازه‌گیری مدول الاستیسیته استاتیکی

برای اندازه‌گیری مدول الاستیسیته استاتیکی آزمون خمش چهارنقطه بارگذاری^۳ مطابق آیین‌نامه B 51-061 استاندارد NF انجام شد. تغییر مکان در نقطه مرکزی خمشی خالص در غیاب تغییر شکل برشی اندازه‌گیری شد. شکل (۳) آزمون خمش استاتیکی و اندازه‌گیری تغییر مکان خمشی را نشان می‌دهد. مدول الاستیسیته استاتیکی با فرمول زیر محاسبه شد:

$$E=3P(L_s-a)m^2/8bh^3u$$

که P مجموع نیروی اعمال شده، L_s طول دهانه (۳۲۰ mm)، a فاصله بین دو نقطه اثر بار (۱۶۰ mm)، m فاصله بین دو نقطه تماس اندازه‌گیر تغییر مکان (۱۲۰ mm)، b پهناي نمونه (۴۰ mm)، h ارتفاع نمونه (ضخامت نمونه) و u تغییر مکان اندازه‌گیری شده در نقطه میانی بین دو نقطه تماس اندازه‌گیری تغییر مکان می‌باشد.

محاسبه هرسونایکسانی

در این مطالعه ضرایب هرسونا یکسانی در تخته خرده‌چوب‌های مورد آزمایش با روش‌های زیر مورد مطالعه قرار گرفت:

- ضرایب هرسونایکسانی به عنوان نسبت سرعت‌های موج طولی اولتراسونیک:

$$V_{22}/V_{33} \text{ و } V_{11}/V_{33}$$

$$A_{12} = (V_{11} - V_{22})/V_{11} \text{ در صفحه ۱ و ۲}$$

$$A_{13} = (V_{11} - V_{33})/V_{11} \text{ در صفحه ۱ و ۳}$$

$$A_{23} = (V_{22} - V_{33})/V_{22} \text{ در صفحه ۲ و ۳}$$

- ضرایب هرسونایکسانی به عنوان نسبت سرعت‌های موج عرضی اولتراسونیک:

$$V_{23}/V_{32} \text{ و } V_{13}/V_{31}$$

$$A_{12} = (V_{12} - V_{21})/V_{12} \text{ در صفحه ۱ و ۲}$$

$$A_{13} = (V_{13} - V_{31})/V_{13} \text{ در صفحه ۱ و ۳}$$

$$A_{23} = (V_{23} - V_{32})/V_{23} \text{ در صفحه ۲ و ۳}$$

^۱ -Through-transmission method

^۲ -Transducer

^۳ -Four point bending

تغییر ناپذیری صوتی^۱

$$I_{12} = 1/2(V_{11}^2 + V_{22}^2 + V_{66}^2)^{1/2} \text{ در صفحه ۱ و ۲}$$

$$I_{13} = 1/2(V_{11}^2 + V_{33}^2 + V_{55}^2)^{1/2} \text{ در صفحه ۱ و ۳}$$

$$I_{23} = 1/2(V_{22}^2 + V_{33}^2 + V_{44}^2)^{1/2} \text{ در صفحه ۲ و ۳}$$

که با استفاده از ضرایب فوق، هرسونایکسانی کلی I_{gl} تخته‌ها با معادله زیر محاسبه شد:

$$I_{gl} = I_{23}/2(I_{12} + I_{13})$$

برای مواد ایزوتروپیک I_{gl} مساوی یک می‌باشد. هرچه هرسونا یکسانی کلی محاسبه شده به یک نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده طبیعت نزدیک به ایزوتروپیکی تخته‌های آزمونی می‌باشد.

- نسبت مدول‌های الاستیسیته اندازه‌گیری شده با روش استاتیکی (E_1/E_2) برای مقایسه با روش‌های یادشده.

نتایج

علاوه بر متغیرهای اولتراسونیک، هرسونایکسانی تخته‌ها به‌وسیله نسبت‌های مدول الاستیسیته استاتیکی و تغییر ناپذیری صوتی ارزیابی شد (جدول ۶). براساس نسبت‌های مدول الاستیسیته استاتیکی، در صفحه ۲ و ۱، بیشترین ویژگی هرسونایکسانی در تخته C و کمترین در تخته A مشاهده می‌شود. تغییر ناپذیری صوتی I_{gl} که نشان‌دهنده هرسونایکسانی کلی تخته‌ها می‌باشد در C بیشترین مقدار و در A کمترین مقدار را دارد. مقادیر نزدیک‌تر به یک (واحد) نشان‌دهنده ویژگی راستایی کمتر تخته‌ها می‌باشد. بنابراین تخته C از سایر تخته‌های هرسونایکسانتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

در تخته‌خرده‌چوب سرعت امواج اولتراسونیک در جهت ساخت (V_{11}) بیشتر از جهت عمود بر آن (V_{22}) است و در جهت ضخامت (V_{33}) نیز این سرعت کمترین است، چون محور طولی الیاف و خرده‌چوب‌ها موازی با جهت ساخت قرار دارند. در چوب سرعت امواج اولتراسونیک در جهت طولی (جهت الیاف) به ترتیب بیشتر از جهت شعاعی و مماسی می‌باشد و انحراف محور الیاف نسبت به جهت طولی، سبب کاهش سرعت امواج اولتراسونیک می‌شود (۳ و ۵).

اختلاف بین V_{11} و V_{12} به شکل جهت‌گیری محور الیاف و خرده‌چوب‌ها بستگی دارد. اگر این اختلاف زیاد

سرعت‌های اولتراسونیک اندازه‌گیری شده در جدول (۲) ارائه شده‌اند. بیشترین و کمترین سرعت موج طولی به ترتیب در جهت موازی با جهت ساخت (V_{11}) و در جهت ضخامت تخته‌خرده‌چوب C (V_{33}) ملاحظه می‌شود. برای امواج عرضی بیشترین آن در صفحه ۲ و ۱ (V_{66}) در تخته C و کمترین آن در صفحه ۳ و ۲ (V_{44}) در تخته A مشاهده می‌شود به‌طور کلی $V_{66} > V_{55} > V_{44}$, $V_{11} > V_{22} > V_{33}$ مشاهده می‌شود. سرعت موج اولتراسونیک در تخته C بیشتر از بقیه است و دامنه‌ای از ۲۳۵۹ تا ۲۵۶۴ متر برثانیه و ۲۱۱۹ تا ۲۳۷۰ متر برثانیه به ترتیب برای V_{11} و V_{12} دارد. این دامنه برای تخته‌خرده‌چوب B ۱۹۵۸ تا ۲۳۰۷ و ۱۸۵۷ تا ۲۲۱۷ متر برثانیه و برای تخته A ۱۸۱۶ تا ۲۰۳۱ و ۱۷۵۶ تا ۲۰۹۷ متر برثانیه می‌باشد.

هرسونا یکسانی تخته‌ها که به وسیله نسبت‌های اولتراسونیک مورد بررسی قرار گرفت در جداول (۳ و ۴) ارائه شده است.

برای امواج طولی بیشترین همگنی در صفحه ۲ و ۱ ملاحظه می‌شود و در این صفحه تخته‌های A و B خواص راستایی کمتری دارند جدول (۳). در صفحه ۳ و ۱ و ۲

^۱-Acoustic Invariant

بوکور (۱۹۹۲)، بوکور و همکاران (۱۹۹۸)، بختا و همکاران (۲۰۰۰) برای مواد مرکب چوبی گزارش شده است. این اختلاف را می‌توان به تضعیف بیشتر امواج اولتراسونیک در جهت ضخامت، ناهمگنی بیشتر در این جهت و نحوه جهت‌یابی خرده‌چوب‌ها تعبیر نمود. قابل توجه می‌باشد که تضعیف امواج اولتراسونیک در چوب، در جهت طولی الیاف به ترتیب کمتر از جهت شعاعی و مماسی می‌باشد (۳ و ۵).

ویژگی راستایی تخته‌خرده‌چوب ناشی از ساختمان آن است و می‌تواند ساختمان آن را توضیح دهد. شکل و نحوه جهت‌یابی و توزیع خرده‌چوب‌ها که مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر ساختمان تخته‌خرده‌چوب هستند از طریق تغییر سرعت اولتراسونیک، ویژگی‌های راستایی این مواد را می‌توانند نشان دهند. نتایج حاصل از روش‌های مختلف ارزیابی خواص راستایی تخته‌ها با استفاده از پارامترهای اولتراسونیکی ضمن اینکه همگرایی خوبی را با یکدیگر نشان می‌دهند، با نتایج حاصل از نسبت‌های مدول الاستیسیته اندازه‌گیری شده به وسیله روش استاتیک نیز توافق خوبی دارند. به طوری که تخته C ویژگی‌های راستایی بیشتری را نسبت به تخته‌های A و B از خود نشان می‌دهد و در تخته A نسبت به تخته‌های B و C هرسونایکسانی کمتری مشاهده می‌شود و به عبارتی دیگر تخته C خواص راستایی بیشتری را نشان می‌دهد. بنابراین روش اولتراسونیک می‌تواند به عنوان یک روش سریع، ارزان و ساده برای تخمین خواص راستایی تخته خرده‌چوب مورد استفاده قرار گیرد.

باشد نشان‌دهنده انحراف کمتر محور الیاف و خرده‌ها نسبت به جهت ساخت است. در تخته‌های B و C، V_{11} بیشتر از V_{22} است ولی در تخته‌خرده‌چوب A برعکس می‌باشد که احتمالاً می‌توان گفت خرده‌چوب‌ها به علت شرایط ساخت (استفاده از پرس غلتکی) و ضخامت تخته‌ها، شکل و اندازه خرده‌چوب‌ها به نحوی است که در جهت ساخت جهت‌دار نشده بلکه به صورت تصادفی استقرار یافته‌اند. اختلاف V_{11} و V_{12} در تخته‌خرده‌چوب C بیشتر از تخته‌های A و B است که می‌توان به شکل و جهت‌گیری بهتر خرده‌چوب‌ها در تخته‌خرده‌چوب C نسبت داد. وانگ و همکاران^۱ (۲۰۰۱) نشان دادند که وقتی زاویه تراشه‌ها در OSB با جهت طولی تخته صفر است سرعت موج اولتراسونیک در بیشترین حد و در زاویه ۹۰ درجه نسبت به جهت طول در کمترین حد می‌باشد. بوکور (۱۹۹۲) سرعت موج اولتراسونیک را در جهت ساخت (V_{11}) بیشتر از جهت عمود بر آن (V_{22}) گزارش کرده است. بوکور و همکاران (۱۹۹۸) و بختا و همکاران^۲ (۲۰۰۰) نیز V_{11} را در OSB، MDF و تخته‌خرده‌چوب بیشتر از V_{22} گزارش کردند.

کمترین و بیشترین V_{33} به ترتیب در تخته‌های C و A اتفاق افتاده است. معمولاً با افزایش ضخامت مواد مرکب چوبی سرعت امواج اولتراسونیک در این جهت کاهش می‌یابد. کمترین V_{33} در تخته‌های مورد مطالعه را می‌توان به ضخامت بیشتر و همچنین ناهمگنی بیشتر در این جهت نسبت داد.

مقایسه V_{11} ، V_{22} و V_{33} نشان می‌دهد که V_{11} و V_{22} به مراتب بیشتر از V_{33} می‌باشند. مشابه این نتایج توسط

منابع

- 1-Bekhta, P.A., Niemz, P. and Kucera, L.J., 2000. The Study of sound propagation in the wood-Based composite material. Proceeding of 12 the International Symposium on Nondestructive Testing of wood, Sopron, Hungary, pp.33-41.
- 2-Bucur, V., 1992. Anisotropy characterization of Structural flackboard with ultrasonic methods, wood and Fiber Science 24(3):337-346.
- 3-Bucur, V., and Feeney, F., 1991. Attenuation of ultrasound in solid wood. Ultrasonics 30 (2):76-81.
- 4-Bucur, V., Ansell, M.P., Barlow, C.Y., Prithard, J., Garros, S. and Deglise, X., 1998. Physical methods for characterization wood composite panel products. Holzforchung 52(5):553-561.
- 5-Kawamoto, S., 1994. Attenuation of ultrasonic waves in wood. Mokuzai Gakaisi 40(7):772-779.

6-NF B 51-016, 1987. Wood-Static bending-Determination of modulus of elasticity in static bending using small clear specimens.

7-Wang, S.Y. and Chen, B. J., 2001. The flake s alignment efficiency and orthotropic properties of oriented strand board. Holzforchung 55(1):97-103.

جدول ۱- مشخصات تخته خرده چوب های مورد استفاده

نوع تخته	گونه های مورد استفاده	ساختار تخته	نوع پرس	ضخامت اسمی (mm)	دانسیته (g/cm^3)
A	مخلوط گونه های جنگلی	همسان	غلتکی	۶	۰/۷۱
B	مخلوط گونه های جنگلی	سه لایه	مسطح	۱۶	۰/۷۲
C	صنوبر	سه لایه	مسطح	۱۷	۰/۶۵

جدول ۲- سرعت های طولی و عرضی اندازه گیری شده در تخته های مختلف (متر بر ثانیه)

نوع تخته	امواج طولی					
	V_{11}	V_{22}	V_{33}	V_{44}	V_{55}	V_{66}
A	۱۹۲۸	۱۹۷۰	۹۷۰	۵۸۶	۵۹۳	۱۳۱۵
B	۲۱۳۴	۲۰۱۶	۹۳۹	۷۰۶	۷۳۲	۱۳۹۵
C	۲۴۴۴	۲۱۶۸	۷۳۹	۷۱۵	۷۲۶	۱۵۴۲

جدول ۳- ضرایب هرسونایکسانی بر اساس نسبت سرعت ها اولتراسونیک در جهات اصلی

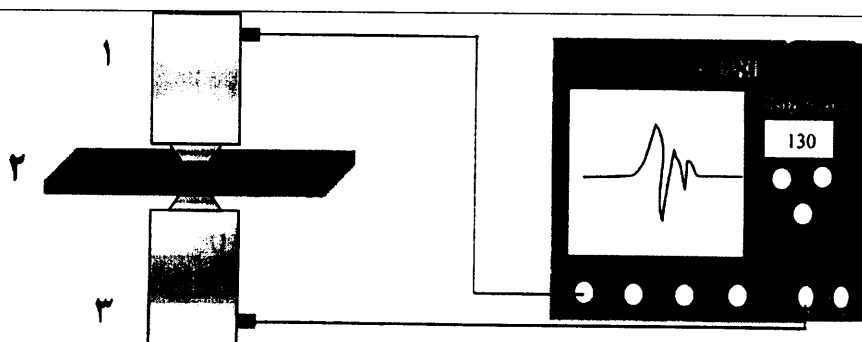
نوع تخته	امواج طولی					
	V_{11}/V_{22}	V_{22}/V_{33}	V_{11}/V_{33}	V_{12}/V_{21}	V_{13}/V_{31}	V_{23}/V_{32}
A	۰/۹۸	۲/۰۰	۲/۳۰	۱/۱۰	۱/۲۶	۱/۲۶
B	۱/۰۸	۲/۳۱	۲/۱۵	۱/۰۳	۱/۰۸	۱/۰۵
C	۱/۱۳	۳/۳۱	۲/۹۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۵

جدول ۴- ضرایب هرسونایکسانی محاسبه شده با امواج طولی و عرضی در صفحات مختلف

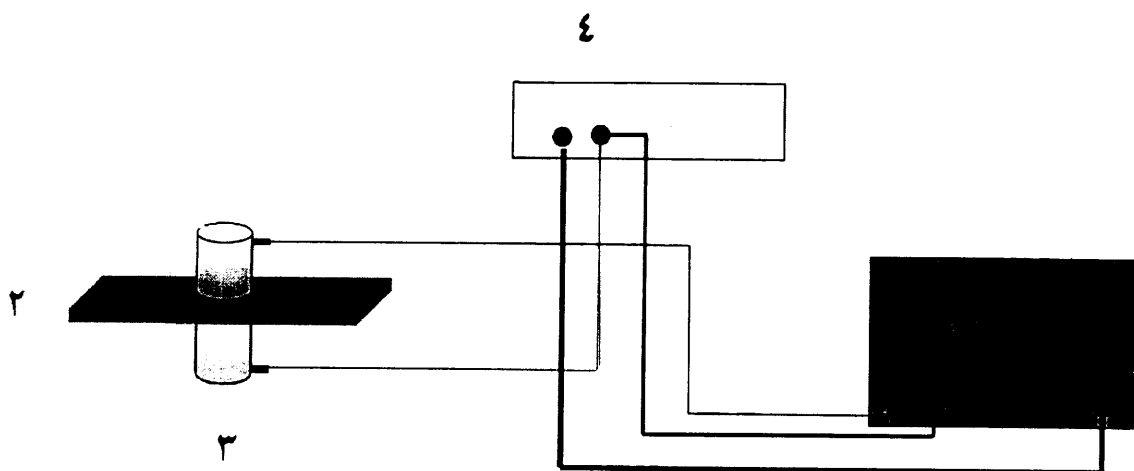
نوع تخته	ضرایب هرسونایکسانی بر اساس سرعت های امواج عرضی در صفحه		
	۱ و ۲	۱ و ۳	۲ و ۳
A	$(V_{11}-V_{22})/V_{11}$	$(V_{11}-V_{33})/V_{11}$	$(V_{22}-V_{33})/V_{22}$
B	۰/۰۲	۰/۵۰	۰/۵۱
C	۰/۰۷	۰/۵۷	۰/۵۳
A	۰/۱۱	۰/۷۰	۰/۶۶
نوع تخته	ضرایب هرسونایکسانی بر اساس سرعت های امواج عرضی در صفحه		
	۱ و ۲	۱ و ۳	۲ و ۳
A	$(V_{12}-V_{21})/V_{12}$	$(V_{13}-V_{31})/V_{13}$	$(V_{23}-V_{32})/V_{23}$
B	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۲۶
C	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۵
C	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵

جدول ۵- وجود ویژگی های راستایی تخته خرده چوب بر اساس نسبت مدول الاستیسیته

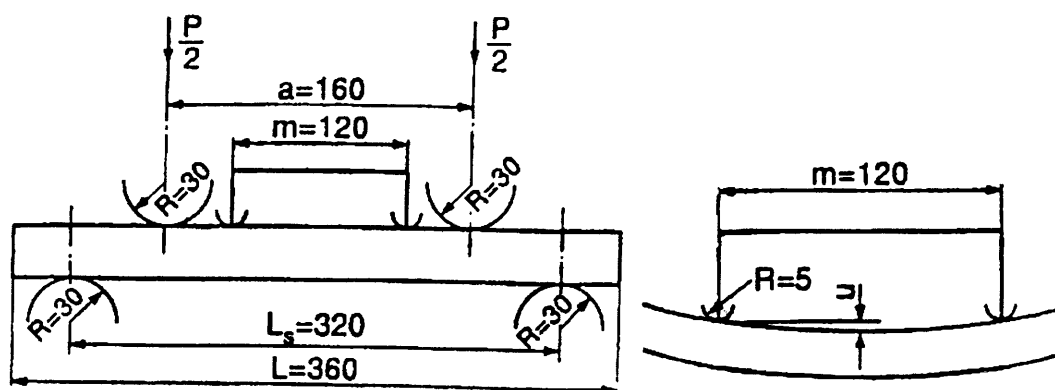
نوع تخته	استاتیکی E_1/E_2	تغییر ناپذیری صوتی I_{gl}
A	۱/۱۴	۰/۸۳
B	۰/۹۴	۰/۸۰
C	۱/۱۹	۰/۷۵



شکل ۱- اندازه گیری سرعت موج طولی اولتراسونیک: (۱) مبدل فرستنده (۲) نمونه (۳) مبدل دریافت کننده



شکل ۲- اندازه گیری سرعت موج عرضی اولتراسونیک: (۱) مبدل فرستنده (۲) نمونه (۳) مبدل دریافت کننده (۴) تولیدکننده پالس (۵) اسیلوسکوپ



شکل ۳- آزمون خمش استاتیک چهار نقطه بارگذاری و نحوه اندازه گیری تغییر مکان خمشی

Anisotropy Characterization of Particleboard by Static and Acoustic Methods

S. Kazemi Najafi¹ V. Bucur² Gh. Ebrahimi³

Abstract

Anisotropy of three types of Iranian particleboards was estimated as the ratio of Young's moduli, velocities of bulk waves (shear and longitudinal waves) and of acoustic invariant. The ultrasonic through-transmission method was used to measure the ultrasonic velocities in principle symmetry axis. Young's moduli were determined with the 4-point static bending test.

The results show that the velocity parallel to the production direction is higher than that in perpendicular direction and is lowest through thickness because particles are directed in production direction.

The structure of particleboard influences ultrasonic velocities, so the anisotropy behavior of particleboard can be explained by the ratios of ultrasonic velocities. The used different methods for description of anisotropy by ultrasonic parameters and static modulus of elasticity show to be in good agreement.

Keywords: Anisotropy, Particleboard, Ultrasonic velocities, Longitudinal wave, Shear wave,

¹ -Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modarres University

² -Professor, Nancy University, France

³ -Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran