نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸
۶۳-۷۴
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.15607.1767

بررسی رفتار الکتریکی و آکوستیکی فراورده چندسازه چوبی سبک شده با گرانول پلی‌استایرن

سیدمحسن حسینی[۱]، *ابوالقاسم خزاعیان[۲] و تقی طبرسا[۳]

[۱]دانشجوی دکتری فراورده‌های چندسازه چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۲]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۳]استاد گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: یکی از نگرانی‌های اصلی صنایع چوب، تأمین ماده اولیه چوبی می‌باشد. بنابراین توجه به مواردی که بخشی از نگرانی‌های موجود را از طرق مختلف، مانند کاهش مصرف چوب در تولید فراورده‌های چوبی مورد نظر قرار دهد، درخور اهمیت است. سبک‌سازی فراورده‌های چندسازه با استفاده از گرانول پلی‌استایرن به‌عنوان یک راهکار برای کاهش مصرف مواد اولیه مدنظر قرار گرفته است. از خواص مهمی که برای این نوع از فراورده‌ها در نظر گرفته شده است، رفتار آن‌ها در برابر الکتریسیته و خواص آکوستیکی می‌باشد. این پژوهش در نظر دارد تا خواص دی‌الکتریک و آکوستیکی چندسازه مورد مطالعه را ارزیابی کند.

مواد و روش‌ها: برای ساخت نمونه‌های آزمونی از میان تیمارها بر اساس مقاومت مکانیکی و خواص فیزیکی، بهینه‌ترین تیمار برای بررسی رفتار الکتریکی و خواص آکوستیکی انتخاب گردید. برای تهیه نمونه‌های آزمونی سبک شده با پلی‌استایرن، نمونه‌های شاهد شماره ۱ و ۲ به‌ترتیب با دانسیته ۰/۷ gr/cm^3 و ۰/۵ gr/cm^3 آماده شدند. دانسیته اول نمونه شاهد به‌دلیل مقایسه نمونه آزمونی با فراورده چندسازه استاندارد و دانسیته دوم نمونه شاهد به‌دلیل مقایسه نمونه آزمونی با فراورده چندسازه دارای دانسیته مشابه بدون گرانول پلی‌استایرن مدنظر قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمون مقاومت الکتریکی نشان دادند، با توجه به همسانی دانسیته بین نمونه آزمونی سبک شده با نمونه شاهد ۲ با دانسیته ۰/۵ gr/cm^3 تفاوت معنی‌داری در نتایج مشاهده نگردید؛ همچنین بین نمونه‌های دارای دانسیته ۰/۵ gr/cm^3 با نمونه سنگین‌تر با دانسیته ۰/۷ gr/cm^3 تفاوت معنی‌داری در مقاومت الکتریکی وجود نداشت. طبق نتایج به‌دست آمده مشاهده شد که وزن مخصوص نمونه‌ها به‌طور غیرمستقیم بر مقاومت الکتریکی نمونه‌ها اثرگذار است. در یک دانسیته مشخص، افزودن گرانول پلی‌استایرن منجر به بهبود مقاومت الکتریکی و خواص آکوستیک نمونه‌ها شده است.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمون‌ها نشان دادند با کاهش دانسیته، مقاومت الکتریکی نمونه‌های آزمونی افزایش و میزان جذب صوت بهبود یافته است. وجود گرانول پلی‌استایرن در نمونه‌های آزمونی علاوه بر این‌که خود به‌عنوان یک عایق قوی عمل می‌نماید، با

* مسئول مکاتبه: khazaeian@gau.ac.ir

اثرگذاری بر رفتار نمونه‌ها احتمالاً منجر به افزایش مقاومت الکتریکی آن‌ها شده است. گرانول پلی‌استایرن بر خواص آکوستیکی نمونه‌ها نیز به‌صورت مستقیم اثرگذار بوده است. نتایج حاصل نشان دادند از تخته‌های سبک شده با گرانول پلی‌استایرن می‌توان در مواردی که نیاز بیش‌تر به افزایش مقاومت الکتریکی و افزایش خاصیت عایق صوت می‌باشد با در نظر گرفتن میزان بار مکانیکی مجاز قابل تحمل توسط تخته‌ها، به‌صورت موثر استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: پلی‌استایرن، خواص آکوستیکی، سبک‌سازی، فراورده چندسازه چوب، مقاومت الکتریکی

مقدمه

یکی از نگرانی‌های اصلی صنایع چوب، تأمین ماده اولیه چوبی می‌باشد (۱۰،۵)؛ لذا توجه به مواردی که بخشی از نگرانی‌های موجود را از طرق مختلف، مانند کاهش مصرف چوب در تولید فراورده‌های چوبی مدنظر قرار دهد، اهمیت فراوانی دارد. بر این اساس تولید فراورده‌های چندسازه چوب سبک شده مورد توجه قرار گرفته است (۱۲ و ۲۰). به‌طور جدی، اندیشه تولید فراورده‌های چندسازه سبک‌شده به بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی باز می‌گردد (۲۱ و ۲۵). امروزه فراورده‌های چندسازه سبک به فراورده‌هایی اطلاق می‌شود که دارای دانسیته کم‌تر از ۰/۵ gr/cm^3 باشند (۱٤). از سال ۲۰۰۸ تولید فراورده‌های چندسازه چوب در اروپا ۱۳٪ کاهش یافته است، اما تقاضا برای فراورده‌های چوبی سبک ٤ درصد رشد داشته است که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۰ سریع‌ترین نرخ رشد تولید فراورده چندسازه چوب در جهان را به خود اختصاص دهد (۱۹ و ۲۰). از دیگر ویژگی‌های این نوع از فراورده‌های چندسازه چوب می‌توان به کاهش قیمت تمام شده برخی از این محصولات و کاربرد راحت‌تر اشاره نمود (۲٤). بر این اساس فراورده‌های با لایه میانی فوم، تخته‌های مرکب سبک شده و فراورده‌های تیوپی در دسته فراورده‌های چندسازه چوب سبک قرار گرفتند (۱۱). در مجموع فراورده‌های چند سازه سبک‌سازی‌شده، بدون در نظر گرفتن انواع آن دارای مزایایی مانند کاهش وزن فراورده و در نتیجه کاهش مصرف مواد اولیه (چوب و چسب)؛ خواص کاربری راحت‌تر (مانند برشکاری و...)؛ سهولت جابجایی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل و جبران بخشی از کمبود چوب می‌باشد (۲٤ و ۲۵). در میان انواع روش‌ها و فراورده‌های مختلف که منجر به کاهش وزن محصولات شده اند، استفاده از پلی‌استایرن به دلایل زیر قابل توجه است (۷ و ۱۳):

- قیمت مناسب‌تر و کاربری راحت‌تر
- قابلیت تولید با تکنولوژی‌های موجود تولید
- قابلیت استفاده از ضایعات پلی‌استایرن
- همگنی بیش‌تر در پروفیل ضخامتی فراورده
- اتصال مقاوم‌تر لایه سطحی و میانی
- جدیدترین فراورده مهندسی سبک شده چوب

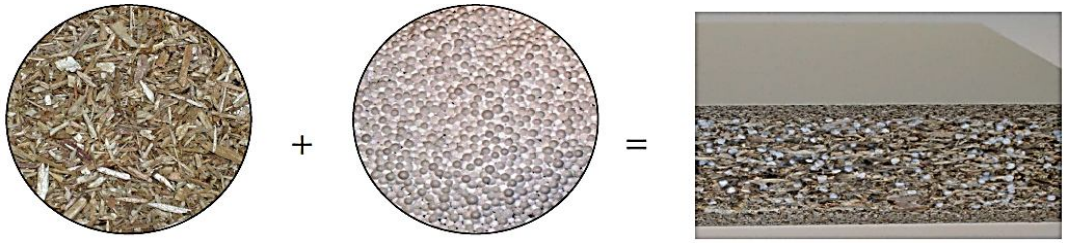
از خواص مهمی که برای این نوع از فراورده‌ها مدنظر قرار گرفته است، رفتار آن‌ها در برابر الکتریسیته و خواص آکوستیکی می‌باشد. میزان مقاومت الکتریکی و رفتار آکوستیکی یک فراورده چندسازه تحت‌تأثیر مولفه‌هایی مانند مواد تشکیل‌دهنده آن می‌باشد (۳ و ۲۷). مقاومت الکتریکی چوب و فراورده‌های آن به‌نحوی است که از آن برای کاربردهای عایق الکتریسیته استفاده می‌گردد. در رطوبت‌های کم‌تر از ۷ درصد چوب و فراورده‌های آن به‌دلیل مقاومت الکتریکی بالا نارسانا می‌شوند (۱٦). چوب و فراورده‌های آن همچنین می‌توانند بخشی از انرژی صوتی را جذب نموده و شدت صوت را کاهش دهند. چوبهای سبک و فراورده‌های چندسازه سبک را بر همین اساس،

فراورده‌های عایق می‌نامند. هرچه تخلخل بیش‌تر و وزن مخصوص کم‌تر باشد، جذب صوت چوب و فراورده‌های آن بیش‌تر بوده و خاصیت آکوستیکی بهتری دارد (۲۳). در پژوهش‌های مختلف اثر پلی‌استایرن بر خواص مکانیکی و فیزیکی فراورده‌های چندسازه چوب مدنظر قرار گرفته است. شالبافان و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی نشان دادند سبک‌سازی فراورده چندسازه با پلی‌استایرن منجر به کاهش مقاومت‌های مکانیکی می‌گردد. نتایج پژوهش نشان دادند سبک‌سازی بر برخی از خواص فیزیکی مانند کاهش جذب آب محصول اثر مثبت دارد (۲۱). میر و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی نشان دادند استفاده از رزین اصلاح شده ملامین- اوره فرمالدهید نسبت به رزین اوره فرمالدهید منجر به بهبود مقاومت‌های مکانیکی فراورده سبک‌سازی‌شده با گرانول پلی‌استایرن می‌گردد (۱٤). در پژوهش‌های مختلف بررسی رفتار الکتریکی و خواص آکوستیکی کم‌تر مورد توجه بوده است و گزارش‌های علمی کمی در اختیار می‌باشد. در این پژوهش رفتار الکتریکی و خواص آکوستیکی فراورده چندسازه سبک شده با گرانول پلی‌استایرن نسبت به نمونه‌های شاهد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد: برای انجام این پژوهش از سه نوع ماده اولیه اصلی شامل رزین اوره فرم‌آلدهید از شرکت چسب سامد؛ ذرات چوب حاصل از فرایند صنعتی شرکت صنعت چوب شمال و گرانول پلی‌استایرن[1] با قطر ۲-۳ mm از شرکت پتروشیمی بانیار استفاده شد. برای ساخت نمونه‌های آزمونی ابتدا ۱۲ تیمار بر اساس سه سطح ۱، ۳ و ۵ درصد اختلاط وزنی پلی‌استایرن به ذرات چوب، دو سطح ۱۰ و ۱۲درصد مصرف چسب و دو سطح به‌ترتیب ۳۰/۷۰ و ٤۰/٦۰ نسبت اختلاط لایه میانی به سطحی نمونه‌ها مدنظر قرار گرفت. محدوده نسبت‌ها توسط پیش تست تعیین شد. سپس از میان تیمارها، بهینه‌ترین تیمار بر اساس نتایج حاصل از خواص مکانیکی شامل بهترین مقاومت خمشی در برابر فشار عمود بر سطح و خواص فیزیکی شامل بهترین مقاومت به جذب آب و پایداری ابعاد برای بررسی رفتار الکتریکی و خواص آکوستیکی انتخاب گردید. جهت بررسی اثرگذاری سبک‌سازی با پلی‌استایرن در ساخت نمونه آزمونی، نسبت به تهیه نمونه‌های شاهد با دانسیته ۰/۷ gr/cm^3 (شاهد ۱) و ۰/۵ gr/cm^3 (شاهد ۲) اقدام شد. دانسیته نمونه اول به‌دلیل مقایسه نمونه آزمون با فراورده چندسازه منطبق بر استاندارد EN 312 و دانسیته دوم به‌دلیل مقایسه نمونه آزمون با فراورده چندسازه دارای دانسیته مشابه بدون گرانول پلی‌استایرن مدنظر قرار گرفت. جهت ایجاد قابلیت مقایسه، مولفه‌های پرس برای آزمون یکسان در نظر گرفته شد. برای هر نمونه ۳ تکرار در نظر گرفته شد (دما: ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد؛ فشار ویژه: ۳۰ kgf/cm^2؛ زمان: ٦ دقیقه). ذرات پس از توزین، توسط چسب زن آزمایشگاهی به نسبت مشخص شده در تیمار چسب‌زنی شدند. پس از چسب‌زنی ذرات در قالب چوبی به ابعاد ٦۰×٦۰ cm^2 فرم‌دهی‌شده و پس از فشرده‌سازی در پرس قرار گرفتند. در نهایت فراورده‌های تولید شده جهت همسان‌سازی اولیه در شرایط کلیماتیزه (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦۵ درصد) قرار گرفتند که در این شرایط رطوبت تعادل نمونه‌ها به ۷ درصد رسید (شکل ۱). سپس تخته‌ها مطابق استاندارد برش خوردند.

1- Polystyrene granoula



شکل ۱- فراورده چندسازه سبک‌سازی‌شده با گرانول پلی‌استایرن.

Figure 1. Light weight wood-based panel manufactured with Polystyrene granules.

ابعاد نمونه‌های آزمون مقاومت الکتریکی ۱۰×۷/۵×۲/۵ cm^3 و برای آزمون آکوستیکی ۳۰/۵×۳۰/۵×۲/۵ cm^3 در نظر گرفته شد. نمونه‌های آزمون آکوستیک در حین آزمون جهت جایگذاری در لوله امواج ساکن مدل ۲۵۰ به دایره‌هایی با قطر ۱۰ و ۲/۵ سانتی‌متر برش خوردند.

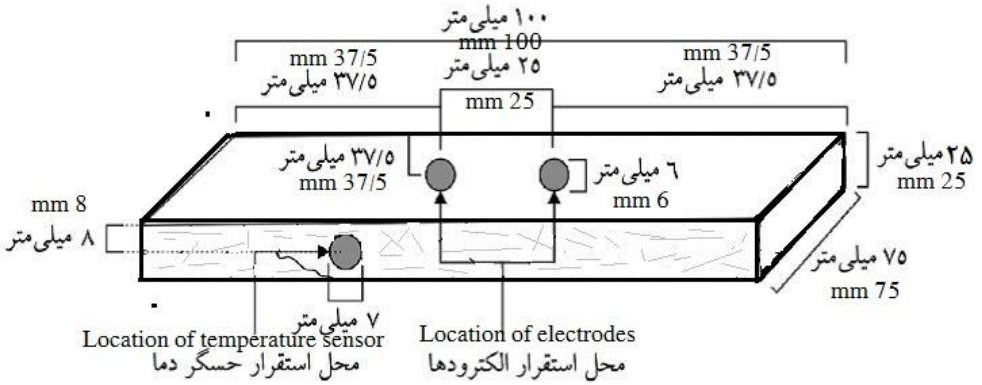
روش‌ها

الف) آزمون مقاومت الکتریکی: برای این آزمون از استاندارد IEC 60093،ASTM D257 استفاده شد. جهت انجام آزمون از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی چهار نقطه‌ای مدل Four point probe – EC meter jandel– مستقر در آزمایشگاه مرکز تحقیقات راه؛ مسکن و شهرسازی و با استفاده از تکنیک چهار پروب برای اندازه‌گیری مقاومت سطحی نمونه‌ها با ولتاژ ۰ تا ٤٠ ولت، دامنه جریان ۱۰ نانو آمپر تا ۹۹/۹۹۹ میلی‌آمپر و دامنه اندازه‌گیری ۱ تا ٦ اهم با دقت ۰/۰۱ درصد مورد استفاده قرار گرفت. مقاومت‌های کاربردی نمونه‌ها توسط یک القاءکننده سری الکتریسیته و یک ظرفیت خازنی موازی کوچک اندازه‌گیری شد. القای ناخواسته، نویز بیش از حد و ضریب دمایی، بسیار بر نتایج حاصله موثر می‌باشند (۱۵). بنابراین آزمون در شرایط کاملاً آزمایشگاهی صورت پذیرفت. مقاومت ویژه از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی مواد به‌دست می‌آید (رابطه ۱):

$$\rho = R(A/l) \qquad (۱)$$

که در آن، R مقاومت‌الکتریکی (Ω)، L طول ماده (m)، A مساحت سطح ماده (m^2) و ρ مقاومت الکتریکی (m^2).

زمان اتصال ولتاژ در آزمون تا ۳ دقیقه مدنظر قرار گرفت. دلیل این مسئله ایجاد زمان مناسب برای انتقال کامل و به حداکثر رسیدن سطح رسانایی ماده می‌باشد. تمام نمونه‌ها در هنگام شروع آزمایش، در ظرفی محتوی آب قرار گرفتند. نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند تا آب اضافی آن‌ها خارج و سطح آن‌ها خیس نباشد. هدف از این اقدام رساندن و حفظ رطوبت نمونه‌ها به رطوبت نقطه اشباع (۲±۲۸ درصد) بوده است. مقاومت الکتریکی هر نمونه به‌طور جداگانه، در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمون دو سوراخ به قطر ٦ میلی‌متر و عمق ۵-٦ میلی‌متر از سطح و به فاصله ۲۵ میلی‌متر از یکدیگر جهت قرار دادن الکترودهای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی و یک سوراخ در سطح جانبی نمونه‌ها به قطر ۷ میلی‌متر و عمق ۳۷/۵ میلی‌متر به‌منظور استقرار حسگر اندازه‌گیری دمای داخلی نمونه‌ها تعبیه شد. در انتها دو سر تمامی نمونه‌های آزمونی با پارافین آغشته و توزین شدند (شکل ۲).



شکل ۲- تصویر شماتیک استقرار حسگرهای الکتریکی و دما.

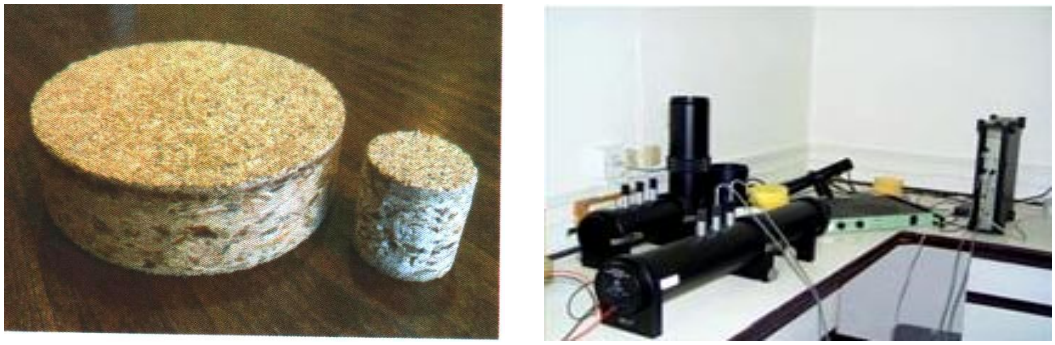
Figure 2. Schematic image of the position of electrical and temperature sensors.

الکترودهای فولادی جهت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در داخل سوراخ‌های تعبیه شده قرار گرفتند. کابل‌های پوشش‌دار متصل به حسگرهای دما از نوع DZ-35-LM با توانایی اندازه‌گیری دما در دامنه ۵۵- تا ۱۵۰+ درجه سانتی‌گراد در سوراخ‌های تعبیه شده مستقر شدند. به‌منظور جلوگیری از عدم تبادل حرارتی بین محیط داخل حفره اندازه‌گیری و دما هوای داخل محفظه، اطراف کابل متصل به حسگر در ورودی حفره، با چسب سیلیکون شفاف پوشانده شد.

ب) آزمون خواص آکوستیکی: این آزمون که بر اساس میزان جذب صوت در نمونه آزمونی سنجیده می‌شود نشانگر خواص جذب صوت ماده می‌باشد. آزمایش‌های مربوط به ضریب جذب صوتی (NRC[1]) بر اساس استاندارد ASTM C 384-58 درمرکز تحقیقات راه؛ مسکن و شهرسازی ایران صورت پذیرفت. برای این آزمون از ترازسنج صدا مدل ۲۲۵۰[2] با پالس[3] ۳۵۶۰ C و قدرت آمپلی فایر[4] ۲۷۱۶ C استفاده شد. مجموعه لوله امواج ساکن با اتصال به سیستم تجزیه و تحلیلگر دیجیتالی و کامپیوتر، قابلیت اندازه‌گیری مقدار ضریب جذب، ضریب بازتاب و ضریب عبور صدا و آمپدانس آکوستیکی و همچنین افت صوتی مواد مختلف را در گستره بسامدی از ۵۰ تا ۶۳۰۰ Hz را بوجود می آورد (شکل ۳).

این دستگاه امکان اندازه‌گیری طیف جامعی از پارامترهای مورد استفاده برای تحلیل صدا و همچنین امکان ارزیابی نویزهای محیطی برای فراورده‌های چندسازه چوب را فراهم می‌آورد. همچنین امکان اندازه‌گیری صدا توسط روش تحریک ضربه[5] فراهم شد. در این روش ضریب جذب صوت نمونه‌ها با استفاده از لوله‌های امواج ساکن تعیین گردید. این لوله‌ها دارای طول حدود ۳۵-۲۵ سانتی‌گراد و قطر ۵/۲ تا ۱۵ سانتی‌گراد می‌باشند.

1- Noise Reduction Coefficient
2- Hand-held Analyzer Type 2250
3- Pulse Type
4- Power Amplifier Type
5- Impulsive method



شکل ۳- ترازسنج صدا مدل ۲۲۵۰ و نمونه‌های آزمون.

Figure 3. Sound balance model 2250 and test samples.

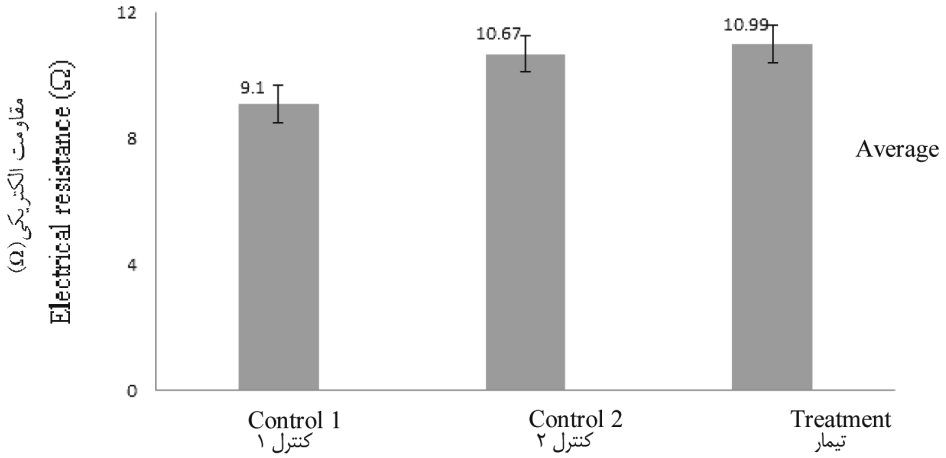
جدول ۱- مقاومت الکتریکی نمونه‌ها (MΩ).

Table 1. Electrical resistance of samples.

شاهد ۱*	شاهد ۲*	تیمار	تکرار
Control 1	Control 2	Treatment	Repeat
8.95	10.55	11.12	1
9.20	10.92	11.02	2
9.03	10.58	11.02	3
9.14	10.70	10.91	4
9.20	10.62	10.87	5
9.10	10.67	10.99	میانگین ave.

* شاهد ۱ با دانسیته ۰/۷ gr/cm^3 و شاهد ۲ با دانسیته ۰/۵ gr/cm^3

*Control 1 density 0.7 gr/cm^3 and control 2 density 0.5 gr/cm^3



شکل ٤- مقاومت الکتریکی نمونه‌ها در سطوح ثابت دما و رطوبت.

Figure 4. Electrical resistance of samples at constant levels of temperature and humidity.

برای این آزمون نمونـه‌هـا در دو قطـر ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر برش داده شدند. برای هر آزمون ۵ نمونه تهیه شد.

نتایج و بحث

الف) نتایج آزمون مقاومت الکتریکی: مقادیر ضرایب به‌دست آمده در جدول ذیـل نـشان داده شـده اسـت (جدول ۱ و شکل ٤).

نتایج آزمون نشان دادند، بین نمونه تیمار با نمونه شاهد ۲ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید؛ همچنین بین نمونه‌های دارای دانسیته حدود ۰/۵ gr/cm^3 با نمونه دارای دانسیته ۰/۷ gr/cm^3 تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۹۵ درصد وجود نداشت. همان‌طور که در شکل ٤ مشاهده می‌شود، نمونه تخته‌خرده‌چوب با وزن مخصوص بیش‌تر دارای مقاومت الکتریکی کم‌تری در دما و رطوبت ثابت می‌باشد. همچنین وجود گرانول‌های پلی‌استایرن در پروفیل نمونه تیمار به‌دلیل خاصیت بالای عایق این ماده احتمالاً توانسته است مقاومت الکتریکی نمونه را تا حدودی نسبت به نمونه شاهد ۲ افزایش دهد. در تحلیل این رفتار باید گفت رسانایی الکتریکی به مفهوم اندازه‌گیری قابلیت هدایت جریان الکتریکی در یک ماده می‌باشد (۲). مقاومت و رسانایی الکتریکی خصوصیت ذاتی مواد است که میزان مقاومت آنان نسبت به جریان الکتریکی را نمایش می‌دهد (١٦). چوب و فراورده‌های آن در حالت خشک ماده‌ای عایق و با مقاومت الکتریکی بالا می‌باشند، به‌نحوی‌که قابلیت رسانائی در آن وجود ندارد. با افزایش رطوبت رسانائی چوب و فراورده‌های آن بیش‌تر شده؛ بنابراین میزان رسانایی فراورده‌های چوبی به‌صورت مستقیم تحت‌تأثیر رطوبت آن می‌باشد (۲۲). این در حالی است که در رطوبت نقطه اشباع مقاومت الکتریکی چوب و فراورده‌های آن به‌شدت کاسته شده و رسانا می‌شود (۲۲). برای پی بردن به‌دلیل رسانش می‌توان ساختمان فراورده چوبی را مورد توجه قرار داد. این فراورده‌ها دارای مقداری رطوبت می‌باشند که در فضای سلولی چوب قرار دارد. همچنین ساختار چوب دارای مقداری الکترون آزاد (باردار) نیز می‌باشد (۲۲). در یک رطوبت یکسان برای چوب و فراورده‌های آن، عواملی مانند نوع مواد تشکیل‌دهنده به‌عنوان عوامل اصلی انتقال الکتریکی به‌شمار می‌آیند.

با توجه به این‌که رسانایی چوب بیش‌تر از هوا می‌باشد، بنابراین در فراورده‌های چندسازه چوب که متشکل از ذرات ناپیوسته چوب است، با افزایش دانسیته به رسانایی چوب افزوده می‌گردد (۹). تخته‌خرده چوب به‌طورکلی یک عایق الکتریسیته است و در صورت خشک بودن میزان رسانایی الکتریکی آن بسیار کاهش می‌یابد. هر چند میزان فضای آزاد موجود در تخته‌خرده‌چوب و موادی با خاصیت ذاتی عایق (مانند پلی‌استایرن) یا مواد افزودنی مختلف که در ساخت آن استفاده می‌گردند می‌توانند بر خاصیت رسانایی الکتریکی این فراورده موثر باشند (٢٦). پلی‌استایرن یک عایق قوی الکتریسیته محسوب می‌گردد (۱ و ۲۱). وجود گرانول پلی‌استایرن در نمونه‌های آزمون علاوه بر این‌که خود به‌عنوان یک عایق قوی عمل می‌نماید، منجر به افزایش مقاومت الکتریکی نمونه تیمار شده است. به‌نظر می‌رسد ساختار آروماتیک پلی‌استایرن منجر به افزایش خواص مقاومت الکتریکی آن شده است؛ بنابراین بخشی از بهبود خواص الکتریکی فراورده چندسازه سبک شده با پلی‌استایرن به رفتار این ماده در برابر الکتریسیته باز می‌گردد.

ب) نتایج آزمون آکوستیک

فشردگی فراورده‌های چندسازه چوب بر میزان انتشار صوت اثرگذار است؛ به‌نحوی‌که مطابق پژوهش‌های قبلی با افزایش فشردگی تخته، میزان جذب صوت کاهش می‌یابد (۹ و ۱۸). فراورده‌های چندسازه چوب در صنایع ساختمان به‌عنوان عایق و جاذب صوت شناخته شده و به‌کار گرفته می‌شوند (۱۷). مولفه‌های تکنولوژیکی مختلفی بر خواص آکوستیکی تخته‌خرده‌چوب تأثیر داشته که از این میان دانسیته دارای بیش‌ترین اثر می‌باشد؛ به‌نحوی‌که به فراورده‌های چوبی سبک، فراورده‌های عایق نیز گفته

می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده است خواص عایق تخته‌خرده‌چوب با افزایش ضخامت و کاهش رطوبت فراورده افزایش می‌یابد (٤). نتایج ضریب جذب صوت (NRC) این آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون آکوستیک در لوله امواج ساکن.

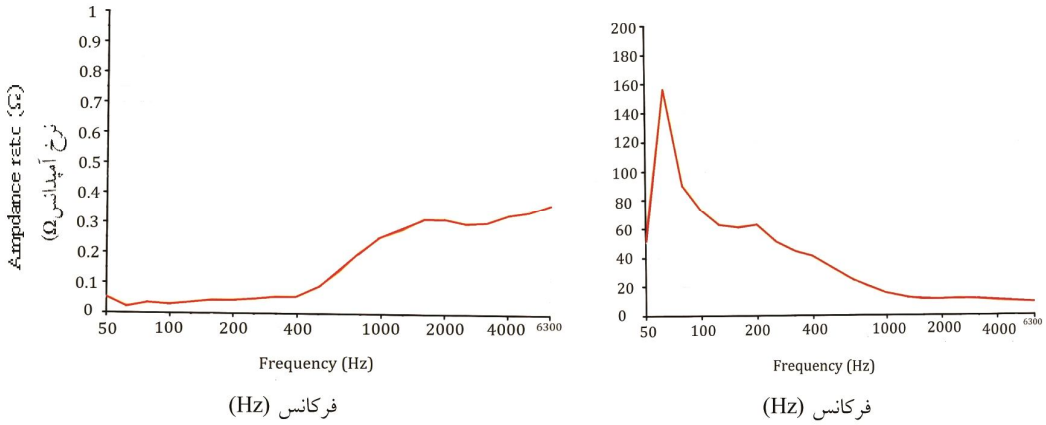
Table 2. Acoustic test results in stationary wave tube.

نسبت آمپدانس تیمار (اهم) Ampdance ratio of treatment (Ω)	مقادیر ضریب عبور صوت عمود بر سطح Sound transmittance values perpendicular to the surface			بسامد مرکزی بندهای یک سوم در هرتز The central frequency is one-third in Hz
	تیمار treatment	شاهد ۲ Control2	شاهد ۱ Control1	
50.57	0.02	0.05	0.97	50
72.90	0.01	0.03	0.98	100
62.63	0.02	0.04	0.98	200
40.83	0.02	0.06	0.97	400
33.15	0.04	0.09	0.96	500
15.39	0.09	0.26	0.86	1000
10.81	0.1	0.32	0.82	2000
9.83	0.1	0.33	0.82	4000
9.47	0.11	0.34	0.81	5000
8.47	0.12	0.37	0.79	6300

در رابطه با ضریب عبور صوت در فرکانس ۵۰ Hz که کم‌ترین فرکانس بکار رفته می‌باشد نتایج نشان دادند کم‌ترین میزان عبور صوت مربوط به تخته با ۳ درصد پلی‌استایرن می‌باشد. بر اساس نتایج میزان عبور صوت در نمونه دارای ۳٪ پلی‌استایرن ۰/۰۲ Hz ثبت شد. در فرکانس ۱۰۰۰ Hz به نظر می‌رسد میزان ضریب عبور صوت در نمونه آزمون افزایش می‌یابد. این افزایش از فرکانس بعد از ۵۰۰ Hz شروع و در ۱۰۰۰Hz به ثبات تقریبی می‌رسد. در ۲۰۰۰Hz افزایش ضریب عبور صوت رشد چندانی نداشته و در نمونه دارای ۳ درصد گرانول پلی‌استایرن ۰/۱ Hz ثبت شد. در فرکانس ٤۰۰۰ Hz نیز میزان عبور صوت همچنان در محدوده ۲۰۰۰ Hz قرار دارد. در فرکانس ٦۳۰۰ Hz که بیش‌ترین فرکانس به‌کار رفته می‌باشد میزان عبور صوت در نمونه دارای ۳ درصد گرانول پلی‌استایرن به ۰/۱۲ Hz رسیده است (شکل ۵).

با توجه به نتایج حاصل ضریب جذب صوت در فرکانس‌های مختلف، اختلاف مشاهده شده را می‌توان ابتدا به ساختار نمونه‌ها و پس از آن به طول و انرژی متفاوت موج نسبت داد. به‌نحوی‌که با افزایش طول موج، تناسب لایه‌ها نیز در میزان جذب صوت معنی‌دار گردید. نسبت آمپدانس در شکل ۵ برای نمونه تیمار نشانگر مقاومت نمونه در برابر جریان آکوستیک و کاهش نسبت آن می‌باشد. دانسیته و نوع مواد به‌کار رفته در ترکیب نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری بر جذب صوت تخته‌ها داشتند که علت آن رابطه میزان خلل و فرج و میزان تراکم ماده و به‌عبارت دیگر مقدار درصد مواد جذب‌کننده موجود در یک حجم مشخص ماده با ضریب جذب صوت متفاوت می‌باشد (۲۳). با افزایش نسبت پلی‌استایرن میزان جذب در نمونه‌ها بیش‌تر شد که علت آن کاهش ۰/۲ gr/cm^3 دانسیته نمونه تیمار نسبت به نمونه‌های آزمونی

استاندارد می‌باشد. همچنین در این نمونه‌ها میزان انرژی جذب شده نیز بیش‌تر شد. در نمونه‌های شاهد به‌دلیل خلل و فرج بیش‌تر در ساختار تخته، امواج با سطوح فرکانس پایین، قدرت نفوذ کم و مقدار انرژی کم‌تری از آن عبور می‌نمایند (٦). در فرکانس‌های بالاتر تخته‌های دارای پلی‌استایرن میزان جذب صوت بیش‌تری دارند که می‌توان آن را به‌دلیل بالا رفتن میزان انرژی امواج و افزایش قدرت نفوذ آن‌ها و افزایش نسبت پلی‌استایرن به ذرات چوب دانست. پژوهش‌ها در مورد نوع تناسب لایه‌ها در تخته‌خرده‌چوب نشان می‌دهد تخته‌های لایه‌ای نسبت به نوع همسان در دانسیته‌های پایین، افزایش ضریب جذب و در دانسیته‌های بالا، کاهش ضریب جذب دارند (٨).



شکل ٥- عبور صوت عمودی (راست) و نرخ آمپدانس (چپ) نمونه تیمار.

Figure 5. Vertical sound passage (R) and ampdance ratio (L) of treatment sample.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمون‌ها نشان دادند با کاهش دانسیته مقاومت الکتریکی نمونه‌های آزمونی و قابلیت جذب صوت نمونه‌ها بهبود یافته است. در یک دانسیته مشخص، افزودن گرانول پلی‌استایرن منجر به بهبود مقاومت الکتریکی و خواص آکوستیک شده است. وجود گرانول پلی‌استایرن در نمونه‌های آزمون علاوه بر این‌که خود به‌عنوان یک عامل عایق قوی عمل می‌نماید با اثرگذاری بر رفتار جذب آب نمونه‌ها احتمالاً منجر به افزایش مقاومت الکتریکی آن‌ها شده است. گرانول پلی‌استایرن بر خواص آکوستیک نمونه‌ها نیز به‌صورت مستقیم اثرگذار بوده است. نتایج حاصل نشان دادند از تخته‌های سبک شده با گرانول پلی‌استایرن می‌توان در مواردی که نیاز بیش‌تر به افزایش مقاومت الکتریکی و افزایش خاصیت عایق صوت می‌باشد با در نظر گرفتن میزان بار مکانیکی مجاز قابل تحمل توسط تخته‌ها، به‌صورت مؤثر استفاده نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از مرکز تحقیقات مسکن و شهرسازی ایران جهت انجام آزمون تشکر نمایند.

منابع

1. Ajayi, A., and Gasu, M. 2014. The use of polyvinylchloride (PVC) claddings and polystyrene wall panels as alternative building materials to wood: A strategy to combat climate change. Can. Soc. Sci. J. 10: 1. 186-193.
2. Aman, I., Sadiyo, S., Nugroho, N., Cabuy, R., and Afif, A. 2011. Electrical properties of indonesian hardwood. Inter. J. Basic Appl. Sci. 11: 161-166.
3. Bucur, V., and Kazemi-Najafi, S. 2011. Delamination detection in wood-based composites panel products using ultrasonic techniques. Handbook of Wood Products and Wood-Based Composites. Springer, Dordrecht. 44p.
4. Cabeza, L., Castell, A., Medrano, M., Martorell, I., Perez, G., and Fernandez, I. 2010. Experimental study on the performance of insulation materials in mediterranean construction. Ener. Build. J. 42: 3. 630-636.
5. Cabo, F., Majano, A., Ageo, L., and Nieto, M. 2011. Development of a novel façade sandwich panel with low-density wood fibres core and wood-based panels as faces. Wood Prod. J. 69: 459-470.
6. Cameron, C., Wennhage, P., Göransson, P., and Rahmqvist, S. 2008. Structural – acoustic design of a multi-functional sandwich body panel for automotive applications. 8th International Conference on Sandwich Structures ICSS 8, portugal. Pp: 896-907.
7. Chedeville, C., and Diederichs, S. 2015. Potential environmental benefits of ultra-light particleboards with biobased foam cores“. Inter. J. Poly. Sci. 1: 1-14.
8. Hilbers, U., Neuenschwander, J., Hasener, J., Sanabria, S., Niemz, P., and Thoemen, H. 2012. Observation of interference effects in air-coupled ultrasonic inspection of wood-based panels. Wood Sci. Technol. J. 46: 979-990.
9. Hilbers, U. Thoemen, H., Hasener, J., and Fruehwald, A. 2012. Effects of panel density and particle type on the ultrasonic transmission through wood-based panels. Wood Sci. Technol. J. 46: 685-698.
10. Hosseini, M., and Fadaei, M. 2016. Description of process and technology wood based panels. Jahad e Daneshgahi. Press, 415p. (In Persian)
11. Hosseini, M., Khazaeian, A., Tabarsa, T., and Thoemen, H. 2017. Investigation of formaldehyde emission from light-weighted multi-structure wood products with polystyrene granule. Pharmacophore Inter. J. 3173p.
12. Jakes, J. 2016. Recent advances in forest products research and development. Miner. Metal Mater. Soc. J. 68: 9. 2381-2382.
13. Knauf, M. 2015. Understanding the consumer: Multi-modal market research on consumer attitudes in Germany towards lightweight furniture and lightweight materials in furniture design, Wood Prod. J. 73: 259-270.
14. Mir, S., Farokhpayam, S., and Nazerian, M. 2013. Effect of urea formaldehyde adhesive ratio on melamine substrate on the properties of sandwich panels Expanded polystyrene. Iran Wood Paper Sci. J. 29: 648-657.
15. Nilsson, J., Johansson, J., and Sandberg, D. 2013. A new light weight panel for interior joinery and furniture. 9th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE), Hannover, Germany. Pp: 184-189.
16. Quesada-Pineda, H., Wiedenbeck, J., and Bond, B. 2016. Analysis of electricity consumption: a study in the wood products industry. Ener. Efficiency J. 9: 1193-1206.
17. Rehman, H. 2017. Experimental performance evaluation of solid concrete and dry insulation materials for passive buildings in hot and humid climatic conditions. Appl. Ener. J. 185: 1585-1594.
18. Setunge, S., and Gamage, N. 2016. Application of acoustic materials in civil engineering. Acoustic Textiles. Springer, Singapore, Pp: 161-183.
19. Shalbafan, A., Tackmann, O., and Welling, J. 2016. Using of expandable fillers to produce low density particleboard. Wood Prod. J. 74: 15-22.
20. Shalbafan, A. 2013. Investigation of foam materials to be used in lightweight wood-based composites. Doctorate thesis. Hamburg. Germany. 217p.

21. Shalbafan, A., and Rheme, M.H. 2017. Ultra-light particleboard: characterization of foam core layer by digital image correlation. Wood Prod. J. 75: 43-53.
22. Simons, P., Spiro, M., and Levy, J. 1998. Electrical properties of wood Determination of ionic transference numbers and electroosmotic water flow in Pinussylvestris. J. Chem. Soc. Faraday atransactions. 2: 21-29.
23. Taghiyari, H., Taheri, A., and Omrani, P. 2015. Correlation between acoustic and physical–mechanical properties of insulating composite boards made from sunflower stalk and wood chips. Europ. J. Wood Prod. 75: 3. 409-418.
24. Thomen, H., and Luedtke, J. 2007. Light weight panels: Summary of a new development. P 1-13, In: Forest Products and Environment -A Productive Symbiosis. 29 Oct. - 2 Nov. 2007. Taipei.
25. Thomen, H., Smole, J., Yoon, Y., Rheme, M., Chedeville, C.G., and Plummer, Ch. 2015. The development of a bio-based ultra-light particleboard. P 28, In: Biocomposites in construction conference. 21-22 May. 2015. London.
26. Valverde, I., Castilla, L., Nunez, D., Senın, E., and Ferreira, R. 2013. Development of new insulation panels based on textile recycled fibers. Waste Biom. Valor J. 4: 139-146.
27. Zhang, Y., Zong, Zh., Liu, Q., Ma, J., Wu, Y., and Li, Q. 2017. Static and dynamic crushing responses of CFRP sandwich panels filled with different reinforced materials. Mater. Design J. 117: 396-408.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 26 (2), 2019
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.15607.1767

Study of electrical and acoustic properties of lightweight wood-based panel products with polystyrene granules

S.M. Hosseini[1], *A. Khazaeian[2] and T. Tabarsa[3]
[1]Ph.D. Student of Wood Composite Products, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
[2]Associate Prof., Dept. of Wood Technology and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
[3]Professor, Dept. of Wood Technology and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Received: 09.13.2018; Accepted: 04.14.2019

Abstract

Background and Objectives: One of the main concerns of wood industry is the supply of wooden raw material. So it is important to attention the solving existing concerns in different ways, such as reducing wood consumption in the production of wooden products. Application of lightweight composite products using polystyrene is considered as a solution to reduce the consumption of raw materials. Important properties considered for these types of products include their behaviors against electricity and acoustical properties. This study aims to evaluate the dielectric and acoustic behaviors of the composite studied herein.

Materials and Methods: In order to construct test samples, the most optimum treatment was selected from the treatments based on mechanical strength and physical properties to examine the electrical behavior and acoustic properties. To prepare lightweight test samples polystyrene, control samples were made at a density of 0.7 g/cm^3 (C1) and 0.5 g/cm^3 (C2). The first density of control sample was chosen to compare the test specimen with a standard composite and the second density of control sample was selected to compare the test sample with a composite product of similar density without polystyrene granules.

Results: The results of electrical resistance test showed no significant differences between the lightweight test sample and C2 with a density of 0.5 g/cm^3 due to their density equivalence. Furthermore, electrical resistance was not significantly different between specimens with a density of 0.5 g/cm^3 and heavier specimens with a density of 0.7 g/cm^3. The results indicated that the specific gravity of the samples indirectly affected the electric resistance of the samples. At a certain density, the addition of polystyrene granules resulted in improved electrical resistance and acoustic properties of the samples.

Conclusion: The results of the tests showed that decreasing density of the samples resulted in increased electrical resistance and improved sound absorption of the samples. The presence of polystyrene granules in test samples, in addition to acting as a strong insulator, affects the behavior of the samples possibly leading to an increase in their electrical resistance. Polystyrene granules have directly affected the acoustic properties of the samples. The results showed that lightweight boards using granular polystyrene can be used effectively in cases where there is a need for increased electrical resistance and improved sound insulation property, taking into account the allowable mechanical load tolerance by the boards.

***Keywords*:** Acoustic properties, Electrical resistance, Lightweight, Polystyrene, Wood-based composite

*Corresponding outhor: khazaeian@gau.ac.ir