



تولید کامپوزیت جاذب صوت از ضایعات بی بافت پلی استر و پلی پروپیلن با استفاده از رزین

شوکت قادری^{۱*}، پدram پیوندی^۲، سید عباس میرجلیلی^۳

^۱کارشناس، ^۲استادیار، ^۳دانشیار

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد

* ایمیل نویسنده مسرؤل: ghaderi_shiva@yahoo.com

چکیده

منسوجات نساجی به دلیل داشتن ساختار متخلخل، از قابلیت بالا برای جذب صوت برخوردار هستند. منسوجات بی بافت یکی از بخش های با رشد سریع در صنعت نساجی است. با افزایش مصرف منسوجات بی بافت، ضایعات حاصله از آنها نیز در حال افزایش است. در این مقاله، برای تولید کامپوزیت جاذب صوت، ضایعات بی بافت پلی استر و پلی پروپیلن به ذراتی به ابعاد $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ خرد و با نسبت ۱:۱ مخلوط شدند. پس از اضافه کردن رزین، در قالب استوانه ای ریخته شده و با فشار، ضخامت نمونه به ۲ cm رسید. با تغییر پارامترهای موثر بر ضریب جذب صوت، نمونه های دیگر نیز تهیه شد. ضریب جذب صوت نمونه ها، با استفاده از لوله امپدانس اندازه گیری شد. میانگین ضریب جذب صوت تمام نمونه ها در محدوده $0.64-0.81 \text{ Hz}$ قرار داشت. با افزایش اندازه ذرات و افزایش رزین، ضریب جذب صوت در تمام محدوده فرکانسی افزایش یافت. با افزایش ضخامت کامپوزیت، ضریب جذب صوت در فرکانس های کمتر از 1000 Hz افزایش یافت و در فرکانس های بالاتر ثابت ماند. افزودن خاک اره به کامپوزیت ۱۰٪ پلی استر نیز، ضریب جذب را در تمام فرکانس ها افزایش داد.

واژه های کلیدی: کامپوزیت، جذب صوت، لوله امپدانس

Producing Sound Absorption Composites from the waste of Polyester and Polypropylene Nonwoven Fabric by Resin

Showkat Ghaderi^{1*}, Pedram Payvandy², Seyyed Abbas Mirjalili³

¹Engineer, ²Assistant Professor, ³Associate Professor
Textile Engineering Department, Yazd University, Yazd

*E-mail address: ghaderi_shiva@yahoo.com

ABSTRACT:

Textiles, because of the porous structure, possess excellent performance in absorption of sound waves. Nonwovens are one of the fastest-growing segments of the textile industry, therefore the waste generated from this sector gradually increases. In this study, the waste of polyester and polypropylene nonwoven fabrics were shredded into fragments in $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ dimensions, then they were mixed with proportion of 1:1. After adding resin, the compounds were molded and the thickness of sample reached 2 cm by compressing. By changing the parameters that influence the sound absorption coefficient, other samples were produced. The sound absorption coefficient of samples were measured by an impedance tube. The average of sound absorption coefficients of all samples were in frequency range of 0.64-0.81 Hz. The sound absorption coefficients increased in all frequency range with increasing the amount of resin and fragment sizes. After increasing the thickness of composite, the sound absorption coefficient increased in frequencies lower than 1000Hz, and it fixed in upper frequencies. With adding sawdust to the %100 polyester composite, sound absorption coefficients increased in all frequencies too.

Keywords: composite fabric, sound absorption, impedance tube



۱- مقدمه

صدا یکی از مهم ترین عوامل زیان آور محیط کار و فراگیرترین عامل فیزیکی تهدید کننده سلامت شاغلین است [۱]. زمانی - که انسان به مدت طولانی در معرض صدای با شدت بالا قرار گیرد، شنوایی فرد آسیب دیده و آستانه شنوایی موقتش تغییر می یابد. سر و صدا حرکات روده و فعالیت های قلبی را محدود می کند. همچنین از تأثیرات عمومی سر و صدا انقباض عروق است که خروجی قلب را کاهش داده و منجر به اختلالات قلبی - عروقی می شود. از جمله اثرات دیگر صدا بر انسان، تحریک پذیری، پرخاشگری، ایجاد اختلالات روانی در فرد و کاهش بازدهی است [۲]. تاکنون تلاش زیادی در جهت یافتن وسیله ای موثر برای کاهش آلودگی صوتی صورت گرفته است. منسوجات نساجی با داشتن ساختار متخلخل از قابلیت بالایی برای جذب صوت برخوردارند [۳ و ۴]. محققان زیادی از جمله شوشانی و یاکوبو، چ ن و جیانگ، شوشانی و ویلدینگ، شوشانی و روزن هاوس، لو و همکارانش رفتار آکوستیک منسوجات بی بافت را مورد مطالعه قرار داده اند [۵]. مطالعات قبلی نشان داده است ضریب جذب صوت منسوجات نساجی در فرکانس های بالا قابل مقایسه با پشم سنگ و الیاف شیشه است. همچنین هزینه تولید پایین و وزن کم از جمله مزایای استفاده از منسوجات نساجی در تولید جاذب های صوتی است. صنعت منسوجات بی بافت یکی از بخش های با رشد سریع صنعت نساجی است. با افزایش سالانه می زان مصرف منسوجات بی بافت، ضایعات حاصله از آنها نیز در حال افزایش است. کارخانجات تولیدکننده منسوجات بی بافت، ضایعات تولیدی را دفن کرده یا می سوزانند که باعث آلودگی محیط زیست می شود [۶ و ۷]. استفاده از ضایعات منسوجات بی بافت در تولید جاذب های صوتی راهی موثر در جهت کاهش آلودگی های زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع است.

در این تحقیق، ضریب جذب صوت کامپوزیت های تولید شده از ضایعات بی بافت پلی استر و پلی پروپیلن با استفاده از لوله امپدانس اندازه گیری شد و تأثیر پارامترهای موثر بر ضریب جذب کامپوزیت، مورد بررسی قرار گرفت.

۲- روش تحقیق

۲-۱ مواد مورد استفاده

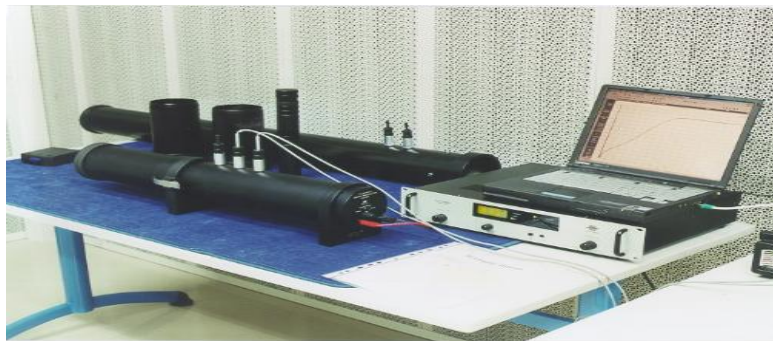
برای تولید کامپوزیت، از لایه چسب بی بافت پلی استر با ضخامت 0.49mm و وزن متر مربع 82gr و منسوج بی بافت پلی پروپیلن با ضخامت 0.5mm و وزن متر مربع 50gr استفاده شد. همچنین، از چسب پلی وینیل کلراید (PVC) و چسب چوب به عنوان رزین استفاده شد.

۲-۲ روش تهیه نمونه‌ها

برای تهیه نمونه‌ها، دو منسوج به ذراتی به ابعاد $5 \times 5 \times 0.5$ cm³ خرد و با نسبت ۱:۱ مخلوط شدند و پس از اضافه کردن چسب PVC، در قالب استوانه‌ای به قطر ۹cm ریخته شده و با فشار، ضخامت نمونه به ۲cm رسید. سپس، نمونه از قالب خارج شده و در هوای آزاد خشک شد. تنها با تغییر درصد مخلوط، ۵ نمونه تهیه شد. با تغییر پارامترهایی مانند اندازه ذرات، نوع رزین، مقدار رزین و ضخامت کامپوزیت در نمونه صد در صد پلی‌استر، نمونه‌های دیگر نیز تهیه شد. وزن منسوج استفاده شده در تمام نمونه‌ها، ۲۰gr می‌باشد. به منظور بررسی اثر خاک اره بر ضریب جذب صوت، یک نمونه به صورت مخلوط ۵۰:۵۰ پلی‌استر/خاک اره، تهیه شد.

۳-۲ تجهیزات مورد استفاده

برای اندازه‌گیری ضریب جذب صوت نمونه‌ها، از لوله امپدانس با دو میکروفون ثابت استفاده شد. لوله امپدانس، به طور کلی شامل دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار می‌باشد. بخش سخت‌افزاری آن شامل اجزای زیر است: (۱) لوله از جنس استیل به قطر داخلی ۱۰cm (۲) سیگنال ژنراتور که امکان ایجاد امواج تحت فرکانس‌های مختلف را فراهم می‌کند. (۳) دو میکروفون ساده خازنی که روی سطح لوله و با فاصله ۸cm از هم قرار گرفته‌اند. (۴) نگهدارنده نمونه یا پیستون که از جنس تفلون ساخته شده است. (۵) برد الکترونیکی که برای ضبط کردن صدا استفاده می‌شود. به وسیله آن می‌توان صدای هر دو میکروفون را به طور هم‌زمان دریافت کرد. (۶) کامپیوتر که برای ضبط و پردازش امواج استفاده می‌شود. در بخش نرم‌افزار، از نرم‌افزار COOL EDIT PRO2.0 برای ضبط کردن امواج و دریافت شکل موج‌ها استفاده می‌شود. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان روند تغییرات دامنه و فشار امواج صوتی را مشاهده کرد. برای پردازش و تحلیل امواج ضبط شده و محاسبه ضریب جذب صوت در هر نمونه، از نرم‌افزار MATLAB R2007b استفاده می‌شود.



شکل ۱. نمایی از لوله امپدانس

۴-۲ روش اندازه‌گیری ضریب جذب صوت

نمونه تهیه شده داخل پیستون قرار داده شده، پیستون وارد لوله دستگاه می‌شود. سیگنال ژنراتور امواج صوتی را در فرکانس‌های مشخص تولید می‌کند. امواج وارد لوله شده و به نمونه برخورد می‌کند، قسمتی از امواج توسط نمونه، جذب شده و قسمتی، منعکس می‌شود. میکروفون اول، امواج ورودی و میکروفون دوم بر هم کنش بین امواج برخوردی و امواج منعکس شده را

اندازه می‌گیرد. به وسیله برد الکترونیکی، صدای هر دو میکروفون به طور هم زمان ضبط می‌شود. در محیط نرم‌افزار COOL EDIT PRO2.0، امواج صوتی ضبط شده و شکل موج ها به دست می‌آید. سپس، ضریب جذب صوت نمونه‌ها در نرم‌افزار MATLAB، محاسبه می‌شود. ضریب جذب صوت هر نمونه در چهار فرکانس ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ اندازه گرفته شد. سپس برای هر نمونه، میانگین ضریب جذب صوت در چهار فرکانس مذکور محاسبه شد.

۳- نتایج و بحث

مشخصات نمونه‌ها و ضرایب جذب آنها در چهار فرکانس مشخص، در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

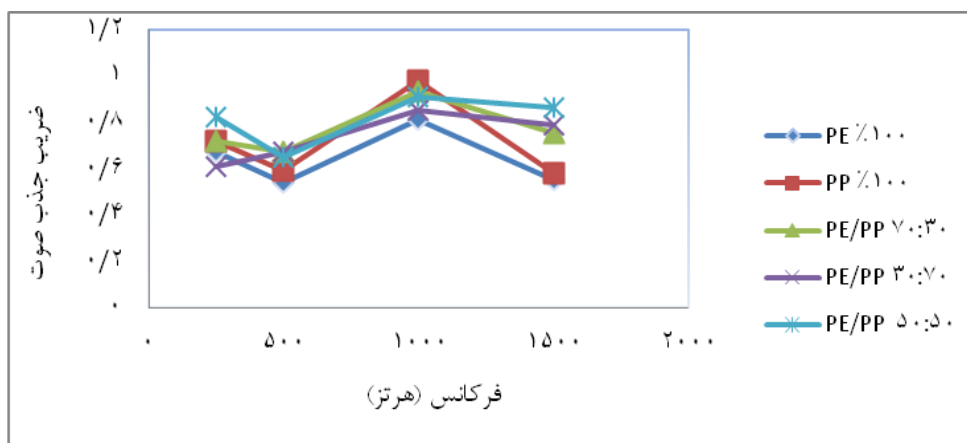
جدول ۱. مشخصات نمونه‌ها

شماره نمونه	جنس نمونه	درصد مخلوط	اندازه ذرات (cm ²)	نوع رزین	مقدار رزین (gr)	ضخامت نمونه (cm)
۱	PE	۱۰۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲
۲	PP	۱۰۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲
۳	PP/PE	۷۰:۳۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲
۴	PP/PE	۳۰:۷۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲
۵	PP/PE	۵۰:۵۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲
۶	PE	۱۰۰	۰/۵×۰/۵	چسب چوب	۷۴	۲
۷	PE	۱۰۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۱۰۰	۲
۸	PE	۱۰۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۳
۹	PE	۱۰۰	۱×۱	PVC	۷۴	۲
۱۰	خاک اره / PE	۵۰:۵۰	۰/۵×۰/۵	PVC	۷۴	۲

جدول شماره ۲. ضرایب جذب نمونه‌ها

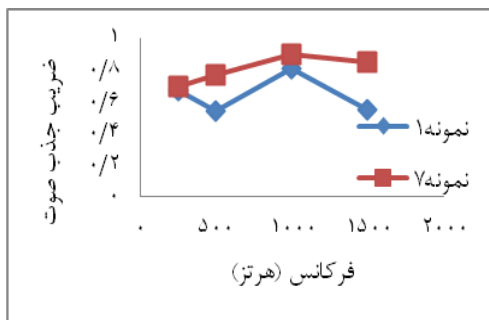
شماره نمونه	فرکانس			
	۲۵۰ (hz)	۵۰۰ (hz)	۱۰۰۰ (hz)	۱۵۰۰ (hz)
۱	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۵۵
۲	۰/۷۲	۰/۵۹	۰/۹۸	۰/۷۱
۳	۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۹۳	۰/۷۶
۴	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۸۵	۰/۷۳
۵	۰/۸۲	۰/۶۵	۰/۹۱	۰/۸۱
۶	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۹۲	۰/۶۵
۷	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۹۰	۰/۸۰
۸	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۸۳	۰/۶۷
۹	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۹۰	۰/۷۴
۱۰	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۹۵	۰/۸۱

به منظور بررسی رفتار جذب صوت نمونه ها، نمودار ضریب جذب صوت بر حسب فرکانس برای تمام نمونه ها رسم شد. شکل ۲، تأثیر درصد مخلوط در نمونه بر ضریب جذب صوت را نشان می دهد. نمونه ی ۱۰۰٪ پلی پروپیلن در تمام محدوده ی فرکانسی، ضریب جذب بالاتری نسبت به نمونه ی ۱۰۰٪ پلی استر دارد. علت بالاتر بودن ضریب جذب پلی پروپیلن نسبت به پلی استر، کم وزن تر بودن پلی پروپیلن است که باعث می شود در وزن یکسان تعداد ذرات پلی پروپیلن در کامپوزیت بیشتر باشد. با اضافه کردن پلی استر به پلی پروپیلن، ضریب جذب در فرکانس های پایین و بالا افزایش می یابد. با توجه به شکل ۲، نمونه ی ۵۰:۵۰ پلی استر/ پلی پروپیلن جذب صوت مناسب تری نسبت به بقیه نمونه ها دارد.

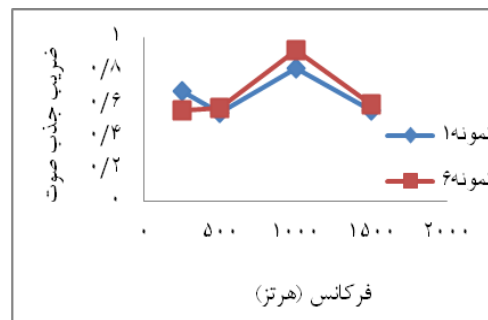


شکل ۲. تأثیر درصد مخلوط پلی استر و پلی پروپیلن بر ضریب جذب صوت کامپوزیت

با توجه به شکل ۳، استفاده از رزین چسب چوب در مقایسه با رزین پلی وینیل کلراید، باعث افزایش ضریب جذب صوت در فرکانس های بالاتر از ۵۰۰ Hz و کاهش ضریب جذب صوت در فرکانس های کمتر از ۵۰۰ Hz می شود. بنابراین، استفاده از رزین چسب چوب منجر به تولید کامپوزیت هایی با قابلیت جذب صوت بالاتر می شود. شکل ۴ نشان می دهد با افزایش مقدار رزین در کامپوزیت، به دلیل افزایش وزن کامپوزیت، ضریب جذب صوت افزایش می یابد.

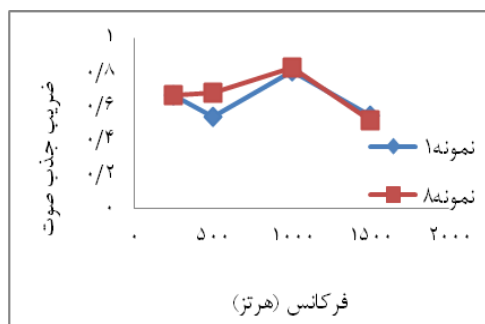
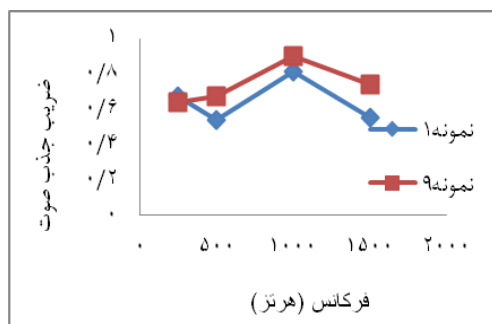


شکل ۴. تأثیر مقدار رزین بر ضریب جذب صوت کامپوزیت



شکل ۳. تأثیر نوع رزین بر ضریب جذب صوت کامپوزیت

با توجه به شکل ۵، با افزایش ضخامت کامپوزیت، ضریب جذب صوت در فرکانس های کمتر از ۱۰۰۰ Hz افزایش یافته و در فرکانس های بیشتر از ۱۰۰۰ Hz هرگز، ثابت می ماند. به طور کلی می توان گفت، افزایش ضخامت تأثیر مثبتی بر ضریب جذب صوت کامپوزیت دارد. شکل ۶ نشان می دهد، با افزایش اندازه ذرات از $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ به $1 \times 1 \text{ cm}^2$ ، ضریب جذب صوت در تمام فرکانس ها افزایش می یابد.



شکل ۶. تأثیر اندازه ذرات بر ضریب جذب صوت کامپوزیت

شکل ۵. تأثیر ضخامت کامپوزیت بر ضریب جذب صوت کامپوزیت

با افزودن خاک اره به کامپوزیت ۱۰٪ پلی استر، نیز، ضریب جذب صوت در تمام محدوده فرکانسی، به مقدار قابل توجهی افزایش یافت.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق، مشخص شد، نمونه ۵۰:۵۰ پلی استر / پلی پروپیلن و نمونه ۵۰:۵۰ پلی استر / خاک اره ضرایب جذب بهتری نسبت به دیگر نمونه ها دارند. همچنین مشخص شد افزایش اندازه ی ذرات و افزایش رزین، جذب صوت را در تمام محدوده فرکانسی افزایش می دهد. با افزایش ضخامت کامپوزیت نیز، ضریب جذب صوت در فرکانس های کمتر از ۱۰۰۰ Hz افزایش یافت و در فرکانس های بالاتر ثابت ماند. با توجه به وزن کم و هزینه ی تولید پایین، استفاده از این کامپوزیت های جاذب صوت در صنایع خودروسازی و ساختمان سازی مقرون به صرفه و گامی موثر در جهت کاهش پیامدهای مخرب آلودگی صوتی است.

مراجع

- [۱] گل محمدی، رستم؛ علیایی، محمد؛ سموات، حمید؛ معتمدزاده، مجید، طراحی و ساخت لوله امپدانس برای تعیین ضریب جذب صوتی برخی مصالح مورد استفاده در کنترل صدا، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، شماره ۱۵، ۵۵-۶۱، همدان، ۱۳۸۷.
- [2] Na, Y., Lancaster, J., Casali, G., Cho, G., Sound Absorption Coefficients of Micro-Fiber Fabrics by Reverberation Room Method, Textile Research Journal, 77, 330-335.
- [3] Shoshani, Y.Z., Effect of Nonwoven Backings on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpets, Textile Research Journal, 60, 452-456, 1990.
- [4] Shoshani, Y.Z., Wilding, M.A., Effect of Pile Parameters on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpets, Textile Research Journal, 61, 736-742, 1991.
- [5] Yang, Sh., Yu, W., Pan, N., Investigation of the Sound-Absorbing Behavior of Fiber Assemblies, Textile Research Journal, 81, 673-682, 2010.



- [6] Lee, Y., Joo, Ch., Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers, Kautex Research Journal, 3, 2003.
- [7] Lou, Ch.-W., Lin, J.-H, Su, K.-H., Recycling Polyester and Polypropylene Nonwoven Selvages to Produce Functional Sound Absorption Composites, Textile Research Journal, 75, 390-394, 2005.