فرآوری ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی به عنوان جاذب‌های امواج صوتی

علی ملکی[۱*]، فرزاد مهدیه بروجنی[۲]

۱- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

* ایمیل نویسنده مسئول: ali.maleki2002@gmail.com

چکیده

امروزه جلوگیری از سروصدای زیاد در مکان‌هایی همچون سالن‌های کنفرانس، استودیوهای خبری، سالن اجتماعات، خودروها و... بسیار مورد توجه است. به همین منظور مواد لیگنوسلولزی ضایعات کشاورزی به دلیل فراوانی، ارزانی نسبی قیمت، کوتاه‌بودن دوره برداشت و خصوصیات مثبت در جذب صوت و حرارت، مواد اولیه مناسبی برای تهیه تخته‌های عایق صوت است. این پژوهش در ابتدا بر روی معرفی روش استفاده از ضایعات کشاورزی در ساخت جاذب‌های صوتی متمرکز است و سپس به بررسی تأثیر فرکانس و چگالی بر عملکرد جاذب‌های صوتی حاصل از ضایعات کشاورزی پرداخته می‌شود. پژوهش‌های انجام شده در حوزه ساخت جاذب‌های صوتی با استفاده از ضایعات کشاورزی حاکی از آن است که با افزایش فرکانس، ضریب جذب تخته‌های مورد بررسی تا فرکانس ۲۰۰۰هرتز افزایش می یابد ولی در فرکانس ۴۰۰۰هرتز دچار افت می‌شود. همچنین تخته‌های سبکتر در فرکانس‌های پایین، میزان ضریب جذب کمتری دارند اما در فرکانس‌های بالاتر با کاهش چگالی تخته‌ها افزایش ضریب جذب صوت رخ داده است که علت این رابطه میزان خلل و فرج و میزان تراکم ماده یعنی مقدار درصد مواد جذب‌کننده موجود در یک حجم مشخص با ضریب جذب صوت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چگالی، ضایعات کشاورزی، ضریب جذب صوت ، فرکانس، فرآوری.

مقدمه

استفاده از مواد مصنوعی به عنوان جاذب‌های صوتی در ساختمان‌های صنعتی به طور گسترده‌ای رواج دارد. این مواد غیر قابل تجزیه بوده و آلودگی برای محیط زیست ندارند اما فرآیند ساخت این جاذب‌ها گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر منتشر می‌کند. بر این اساس روش‌های ساخت دوستدار محیط‌زیست روز به روزدر حال افزایش هستند(Putra *et al*., 2013). متداولترین مواد جاذب صوت، الیاف پشم و شیشه است، اما مسائلی از قبیل آلودگی زیست‌محیطی، سرطان‌زا بودن، و حساسیت این مواد به رطوبت باعث شده است تا کاربرد این مواد محدود گردد و استفاده از موادی که دارای ساختار لیگنوسلولزی هستند مانند چوب و ضایعات کشاورزی مورد توجه قرار گیرد(پودینه‌پور و همکاران، ۱۳۸۵). امروزه در ایران فرآورده‌های صوتی(آکوستیکی) به طور عموم از مواد پلاستیکی و معدنی ساخته می‌شوند که مشکلاتی مانند کمبود مواد اولیه، هزینه بالا، بدون کیفیت مناسب و سرطان‌زا بودن مواد شیمیایی مانند آزبست و پشم معدنی، ساخت این فراورده‌ها را زیر سئوال می‌برد، در حالی که امروزه در کشورهای پیشرفته استفاده از مواد چوبی و لیگنوسلولزی(مانند پسماندهای کشاورزی) برای ساخت عایق‌های صوتی و گرمایی در حال توسعه می‌باشد(دوست‌حسینی و الیاسی، ۱۳۹۱). در حالت کلی مواد بدست آمده از ضایعات کشاورزی ممکن است در تولید تخته‌ها بکار روند تا اثرات زیست‌محیطی را به حداقل برسانند به عبارتی آنها جایگزین مناسبی برای چوب‌های طبیعی هستند. این تخته‌ها می‌توانند با استفاده از مواد لیگنوسلولزی با ترکیبات مشابه چوب ساخته شوند. مطالعات ثابت کرده‌اند که تخته‌های تولید شده در آزمایشگاه با استفاده از باگاس نیشکر در مقایسه با تخته‌های معمولی دارای کیفیت رضایت‌بخشی هستند(Carvalho and Mendes, 2015). در کشورهایی مانند هند، چین و ایالات متحده در راستای تولید و بازارپسندی این نوع از تخته‌ها مطالعات بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی این تخته به طور گسترده ای انجام شده است، اما مطالعات اندکی بر خواص دیگر مانند حرارتی و صوتی صورت گرفته است. بنابراین این پژوهش با هدف آشنایی هرچه بیشتر فعالان حوزه فرآوری و فناوری پس از برداشت با یکی دیگر از کاربردهای فرآوری ضایعات کشاورزی به عنوان جاذب‌های صوتی صورت گرفته‌است.

تأثیر تراشه‌های تولید شده از باگاس، ساقه برنج و ساقه گندم در ساخت تخته‌های عایق توسط سریواستاوا بررسی شد. ایشان تخته های عایق با ضخامت ۵ سانتی‌متر و رطوبت۷ درصد را عایق‌های بسیار مناسبی برای جذب صوت و گرما معرفی نمودند(Srivastara and Gupta, 2009). استفاده از الیاف ساقه‌های برنج و ضایعات لاستیک در ساخت تخته‌هایی با نسبت اختلاط۱۰،۲۰ و ۳۰درصد وزنی مطالعه‌ای است که توسط هانگ در سال ۲۰۰۴ صورت گرفت و نتایج ایشان نشان داد که تخته‌های ساخته‌شده با ۳۰ درصد الیاف ساقه برنج، ضریب جذب ۶۰ درصد دارند.

یانگ و همکاران(۲۰۱۲) کاه برنج را به عنوان جایگزین با چوب در جاذب‌های صوتی استفاده کردند. همچنین ایشان جاذب ساخت شده را با تخته سه لایه مقایسه نمودند. ایشان پی بردند که تخته حاصل از کاه برنج با وزن مخصوص کمتر ضریب جذب بهتری را در فرکانس‌های ۱تا ۸ کیلوهرتز در مقایسه با تخته سه لایه و تخته‌های فیبری ارائه می‌دهد(Yang *et al*.,2012). همچنین در پژوهشی دیگر آلساندرو و پیسپولا در سال ۲۰۱۱ مقایسه‌ای بین جاذب‌های حاصل از فیبرهای گیاه کناف و فیبرهای سنتی، در اتاق‌های آکوستیک را انجام دادند. نتایج اندکی ضعیف‌تر بودند اما اگر تأثیرات محیط زیستی استفاده از ضایعات کشاورزی در نظر گرفته شوند، استفاده از این نوع جاذب قابل توجیه است(Alessandro and Pispola, 2011).

کویزومی و همکاران(۲۰۰۲) خواص آکوستیکی چوب بامبو را بررسی نمودند، ایشان مشاهده نمودند که این چوب ضریب جذب برابری با پشم وشیشه دارد(Koizumi *et al*. ,2002). پوترا و همکاران(۲۰۱۳)، استفاده از فیبرهای طبیعی ضایعات نیشکر را به عنوان جاذب‌های صوتی مطالعه نمودند. نتایج حاکی از آن است که عملکرد مطلوب آکوستیکی در بازه۱/۲ تا ۴/۵ کیلوهرتز با میانگین ضریب جذب۰/۶۵ بدست آمده است که قابل مقایسه با جاذب‌های مصنوعی است. شکل ۱ نمونه‌های تهیه‌شده در این پژوهش را نمایش می‌دهد(Putra *et al*. ,2013).

شکل۱- نمونه‌های ساخته شده از فیبرهای نیشکر در پژوهش پوترا و همکاران(۲۰۱۳)

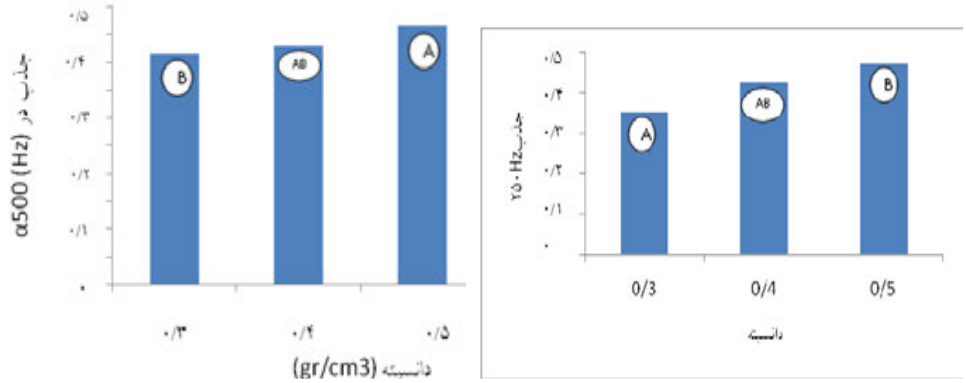
تأثیر چگالی بر میزان جذب صوت

مقادیر تخلخل و چگالی مواد مربوط به تخته‌های جاذب صدا به طور قابل توجهی امپدانس آکوستیکی و ضریب جذب صدا را تحت تأثیر قرار می‌دهد(Zulkarnain and Mohd Nor, 2010). نتایج حاصل از پژوهش حسن‌زاده اندازه‌گیری جذب صوت برای لایه‌های مختلف الیاف استبرق نشان دهنده افزایش قابلیت جذب صوت لایه‌ها با افزایش درصد الیاف (چگالی) استبرق است(حسن‌زاده، ۱۳۹۱).

هانگ سونگ در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که در بین تخته‌های ساخته شده از ساقه‌ی برنج در سه چگالی۰/۴ ۰/۶ و ۰/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب، تخته‌هایی با چگالی۰/۶ بیشترین ضریب جذب صوت در حدود ۰/۷ را دارند(Hang-Seung and junkim, 2003).

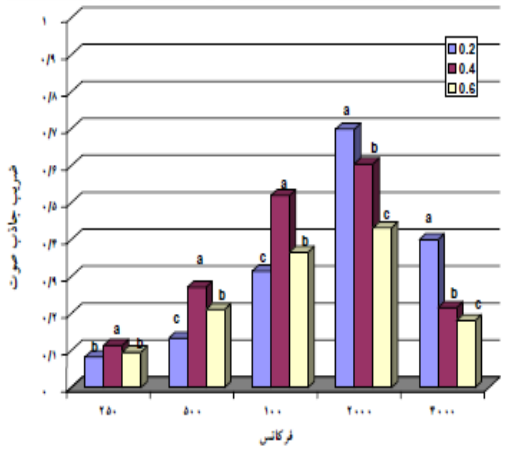
زولکیفی و همکاران در سال ۲۰۰۹، در بررسی خود بر روی مقایسه ویژگی‌های آکوستیکی الیاف نارگیل و نخل دریافتند که الیاف نخل در فرکانس‌ها بالا عملکرد بهتری نسبت به فرکانس‌های پایین دارند. همچنین به دلیل چگالی بیشتر نسبت به الیاف نارگیل دارای جذب صوت بهتری می‌باشند(Zulkifli *et al*. ,2009).

نتایج پژوهش دوست حسینی و الیاسی نشان داد که در فرکانس‌های۲۵۰ هرتز و ۵۰۰ هرتز میزان جذب در تخته‌های با چگالی بالاتر بیشتر است که علت آن انرژی کم این فرکانس‌ها می باشد که هرچه ماده بیشتری در واحد حجم تخته عایق وجود داشته باشد، میزان انرژی جذب شده نیز بیشتر می‌شود. اما در تخته های سبکتر به دلیلی خلل و فرج بیشتر در ساختار تخته، امواج کم انرژی این فرکانس‌ها از آن عبور کرده و کمتر جذب ماده می‌شوند(دوست‌حسینی و الیاسی، ۱۳۹۱).



شکل۲- تأثیر چگالی بر مقدار ضریب جذب در فرکانس **۲۵۰ هرتز(راست) و ۵۰۰هرتز (چپ) حاصل از پژوهش دوست حسینی و الیاسی(۱۳۹۱)**

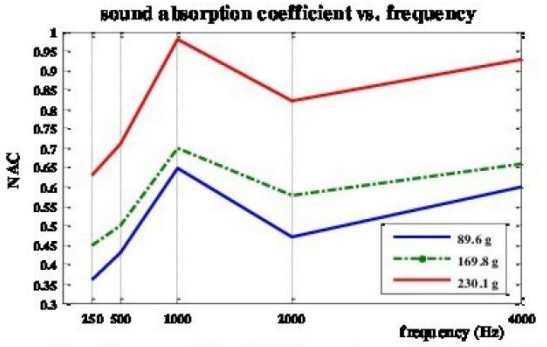
پودینه‌پور و همکاران خواص آکوستیکی اثر ترکیبی ضایعات ساقه گندم و جو با چوب صنوبر را بررسی نمودند. نتایج ایشان نشان داد که تأثیر چگالی بر میزان جذب صوت به تواتر امواج بستگی دارد. در امواج با تواتر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰هرتز که دارای انرژی کم و قدرت نفوذ ضعیف بودند، بهترین چگالی تخته‌ها برای جذب صوت ۰/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. با افزایش فرکانس قدرت امواج افزایش یافته و امواج پر انرژی برای جذب بیشتر احتیاج به فضای خالی دارند. در این دامنه از امواج، مهمترین عامل فضاهای پر از هوای داخل پانل بوده، بنابراین تخته‌هایی با دانسیته ۰/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بهترین تخته‌ها از نظر جذب صوت بودند(پودینه‌پور و همکاران، ۱۳۸۵).



شکل۳- تأثیر چگالی بر میزان ضریب جذب صوت در فرکانس‌های مختلف، حاصل پژوهش پودینه پور و همکاران

تأثیر فرکانس بر میزان ضریب جذب

فرکانس یکی از عواملی است که مقادیر جذب صوت مواد جاذب حاصل از ضایعات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شکل ۴ اثر فرکانس بر روی مقادیر ضریب جذب صوت لایه‌های بی بافت۱۰۰٪ استبرق حاصل پژوهش حسن‌زاده نمایش داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود در فرکانس ۱۰۰۰هرتز، بهترین شرایط از نقطه نظر جذب صوت برای لایه‌ها فراهم می‌شود. همچنین افزایش فرکانس از ۲۵۰ هرتز تا ۱۰۰۰ هرتز روندی صعودی را در ضرایب جذب صوت نمونه ها نشان می‌دهد.



شکل٤- تأثیر فرکانس بر مقدار ضریب جذب الیاف استبرق حاصل از پژوهش حسن‌زاده(۱۳۹۱)

دوست‌حسینی در سال ۲۰۰۰ تأثیر فرکانس بر ضریب جذب صوت تخته خرده چوب عایق ساخته شده از ضایعات نخل و خرده چوب صنوبر را بررسی کرده و نشان دادند که تخته خرده چوب ساخته شده از چوب صنوبر در دامنه فرکانس۱۲۵ تا ۲۰۰۰هرتز بیشترین میزان جذب صوت را دارد.

بررسی خاصیت جذب صوت تخته چوب-گچ ساخته شده از ساقه کنف و نانو رس نشان داد که ضریب جذب صوت در چهار فرکانس۲۵۰-۵۰۰- ۱۰۰۰- ۲۰۰۰هرتز، با افزایش فرکانس، ضریب جذب صوت افزایش می‌یابد، همچنین با افزایش درصد کنف، سختی تخته‌ها کاهش یافته و جذب صوت افزایش می‌یابد(رنگ‌آور و پایان، ۱۳۹۳).

نتیجه گیری

آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین مسائلی است که جمعیت جهانی با آن روبرو است. این مسئله مورد توجه دانشمندان در رشته‌های گوناگون بوده است. توسعه و پیشرفت صنایع، نیاز به کنترل صوت در حوزه‌های مختلف از جمله ساختمان سازی و حمل و نقل را ملزم می سازد. از جمله موادی که به عنوان جاذب صوت مورد استفاده قرار می‌گیرد ضایعات کشاورزی است. این پژوهش به بررسی تأثیر فرکانس و چگالی بر جاذب‌های صوتی حاصل از ضایعات کشاورزی پرداخته است.

پژوهش‌های انجام شده در حوزه ساخت جاذب‌های صوتی با استفاده از ضایعات کشاورزی حاکی از آن است که با افزایش فرکانس، ضریب جذب تخته‌های مورد بررسی تا فرکانس ۲۰۰۰هرتز افزایش می یابد ولی در فرکانس ۴۰۰۰هرتز دچار افت می‌شود. هرچه ماده بیشتری در واحد حجم تخته عایق وجود داشته باشد، میزان انرژی جذب شده نیز بیشتر می‌شود. اما در تخته‌های سبکتر به دلیل خلل و فرج بیشتر در ساختار تخته، امواج کم انرژی این فرکانس‌ها از آن عبور کرده و کمتر جذب ماده می‌شوند.

مراجع

پودینه‌پور م ع، ابراهیمی ق، تجویدی م، چهارمحالی م و رامتین ع. ۱۳۸۵. اثر ترکیب ضایعات کشاورزی(ساقه گندم و جو) و چوب صنوبر بر خواص صوتی تخته خرده چوب عایق. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۱ ،شماره۲، صفحات۶۱ تا ۶۹.

حسن‌زاده س. ۱۳۹۱. بررسی خواص آکوستیکی لایه های بی‌بافت تهیه‌شده از الیاف استبرق. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته تکنولوژی نساجی،دانشگاه صنعتی اصفهان.

دوست‌حسینی ک و الیاسی ع. ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از باگاس در ساخت تخته خرده چوب عایق صوت. مجله صنایع چوب وکاغذ، سال سوم، شماره۱، صفحات ۴۳ تا ۵۲.

رنگ آور ح. پایان م ح. ۱۳۹۳. بررسی خاصیت جذب صوت تخته خرده چوب – گچ ساخته شده با ساقه کنف و نانو رس. فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۹، شماره۳، ۴۴۲-۴۳۴.

Alessandro F D , Pispola G. 2011. Sound absorption of sustainable fibrous materials in an enhanced reverberation room. Proceedings of the congress and exposition on noise control engineering, Brazil.

Carvalho S T and Mendes L M. . 2015. Acoustic Characterization of Sugarcane Bagasse Particleboard Panels (*Saccharum officinarum L*). *Materials Research.*18(4): 821-827

Dusthoseini, K. 2000. Technology of manufacture and application of compressed wooden plates. Tehran University Publication.

Hang-Seung , Y., dac- junkim. 2003. Rice straw-wood particle composite for sound absorbing wooden construction material biere source technology 78, 117-121.

Hang-Seung Y and Dac-Junkim .2004. Possibility of using waste tire composites reinforced with rice straw a construction materials. Biore Source Technology 95:61-65.

Koizumi T, Tsujiuchi N and adachi A. 2002.The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers. High performance Structures and Composite, 157-166.

Putra A, Adullah Y, Efendy H, Mohd farid W, Razali M, Sajidin M. 2013.Utilizing Sugarcane Wasted Fibers As A Sustainable Acoustic Absorber. Procedia Engineering 53: 632-638.

Srivastara, A. and Gupta, R. 2009. Feasibility of using trash and straw as a thermal insulator biological wastes 33 (1): 63-65.

Yang H.S, Kim D.J and Kim H. 2012. Rice straw-wood particle for sound absorbing wooden construction materials. Bioresource Technology , vol 86 ,117-121.

Zulkarnain R Z and Mohd Nor M J. 2010. Noise Control Using Coconut Coir Fiber Sound Absorber with Porous Layer Backing and Perforated Panel. American Journal of Applied Sciences 7 (2): 260-264,

Zulkifli, R, Mohd Nor, MJ, Mat Tahir , MF, Ismail, A.R, Nuawi, MZ. 2009. Acoustic properties of multi-layer coir fibers sound absorption panel. Journal Of Applied Sciences 8(20). 3709-3714.