

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۶

ص ۹۵۹-۹۷۰

بررسی مقدماتی ویژگی‌های آکوستیک چوب افرا پلت

- ❖ مرتضی ملایی کندلوسی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران
- ❖ مه‌ران روح‌نیا*؛ دانشیار گروه علوم صنایع چوب و کاغذ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
- ❖ نوید نعیمیان؛ استادیار گروه علوم صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی مقدماتی و شناسایی خواص آکوستیکی چوب افرا پلت انجام شد. خواص آکوستیکی مورد بررسی شامل فاکتور کیفیت، ضریب آکوستیک، کارایی تبدیل آکوستیک، و مدول الاستیسیته (یانگ) بود که با استفاده از آزمون غیر مخرب سیستم مغناطیسی ارتعاش اجباری در تیر دوسر آزاد انجام شد. از آنجا که خواص ارتعاشی چوب به شدت تحت تأثیر مواد استخراجی آن است، نمونه‌ها به منظور کاهش محتوای مواد استخراجی در معرض حلال‌شویی (آب و مخلوط الکل و استن) نیز قرار گرفت و خواص آکوستیک آن‌ها قبل و بعد از هر مرحله حلال‌شویی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد چوب گونه افرا می‌تواند برای ساخت صفحات پشتی ویلن، به خصوص کمان ویلن و تار و سازهای بادی، استفاده شود. همچنین، حذف مواد استخراجی با حلال‌شویی بر مدول الاستیسیته بی‌تأثیر بود، ولی بر فاکتور کیفیت و ضریب آکوستیک و کارایی تبدیل آکوستیک تأثیر مثبت داشت و موجب بهبود این خواص در چوب شد.

واژگان کلیدی: آلات موسیقی، چوب افرا (*Acer velutinum*)، خواص آکوستیکی، مواد استخراجی.

مقدمه

چوب ماده‌ای چندمنظوره است و دلیل استفاده از آن در سازهای موسیقی خواص ارتعاشی و مکانیکی آن است. بر اساس روابط ریاضی، که در ادامه می‌آید، پذیرفته شده به علت میرایی کم و مدول الاستیسیته ویژه بالای چوب، در جهت طولی، این ماده برای ساخت آلات موسیقی مناسب است. چوب صوت را تشدید و در بیشتر سازهای موسیقی آن را تقویت می‌کند. همچنین، طنین خاصی به صوت می‌دهد. این ماده خاصیت جذب صوت نیز دارد و می‌تواند به منزله عایق صوتی در سالن‌های اجرای موسیقی، سالن‌های اجتماعات، و سینماها به کار رود. سازندگان آلات موسیقی بر اساس کیفیت صدای خارج شده و خواص ظاهری، مانند زیبایی و استحکام، چوب را انتخاب می‌کنند. بدین منظور، دامنه خاصی از تراکم چگالی، مدول الاستیسیته، و فاکتور میرایی برای استفاده در آلات موسیقی نیاز است [۱ و ۲].

محققان بر این باورند که برای کاربرد بهینه چوب در صفحات تشدید صدا باید میرایی چوب پایین و ضریب آکوستیک و کارایی تبدیل آکوستیک آن بالا باشد [۳]. جهت‌گیری الیاف چوب در ساخت آلات موسیقی نیز بسیار مهم و تأثیرگذار است؛ طوری که برای ساخت تخته صدای آلات موسیقی الیاف چوبی باید کاملاً در جهت طولی و موازی با تارهای مرتعش ساز قرار گیرند [۴].

مدول الاستیسیته یکی از خواص مکانیکی مهمی است که با توجه به دانش الاستیسیته ارتوتروپیک در جهت طولی، مماسی، و شعاعی مقادیری متفاوت

دارد. این پارامتر مکانیکی به وضعیت ساختمانی دیواره سلولی چوب و آرایش قرارگیری ترکیبات و استحکام پیوندهای بین مولکولی بستگی فراوان دارد. هر ماده شیمیایی که بتواند ساختار پیوندهای بین مولکولی دیواره سلول‌های چوبی را تقویت یا تضعیف کند نقشی مؤثر در بهبود یا نقصان مدول الاستیک و سایر پارامترهای مقاومتی چوب خواهد داشت. در غیر این صورت، اگر ماده‌ای به سلول‌های چوبی وارد شود، ولی در ساختمان دیواره سلول نقش مقاومتی ایفا نکند، فقط باعث افزایش جرم ویژه قطعه چوب خواهد شد. مواد استخراجی می‌تواند حضوری مشابه در چوب داشته باشد. ولی موارد مختلف نیز مبنی بر تقویت خواص آکوستیکی بر اثر خروج مواد قابل حل چوب گزارش شده است [۵]. پارامترهای آکوستیکی مطالعه شده در این تحقیق عموماً تحت تأثیر مدول الاستیک و جرم ویژه بودند. اما این سؤال باقی ماند که گونه چوبی افرا پلت^۱، که گونه‌ای چوب بومی ایران و مورد استفاده در ساخت جعبه تشدید آلات موسیقی، مثل ویلن، است، در برابر مواد استخراجی چه رفتار آکوستیکی از خود نشان می‌دهد؟ با توجه به اینکه مواد استخراجی میرا هستند، این تحقیق به دنبال خروج این مواد، بهبود کیفیت خواص آکوستیکی مورد نیاز آلات موسیقی، و پاسخ به این پرسش است. اما پیش از آن به یافته‌های اخیر در علوم آکوستیک و ارتعاش چوب اشاره می‌شود.

روح‌نیا و همکاران [۶] خواص آکوستیکی گونه سرو سیمین^۲ را برای استفاده در جعبه‌های تشدید صوت بررسی کردند. در این زمینه جرم ویژه، پهنای

1. Acer Velutinum
2. Cupressus arizinica

با تکیه بر تحقیقات یادشده، مطالعه پیش رو به دنبال پاسخ پرسش‌هایی است که در خصوص مواد استخراجی و رفتار آکوستیکی چوب افرا پلت مطرح شد.

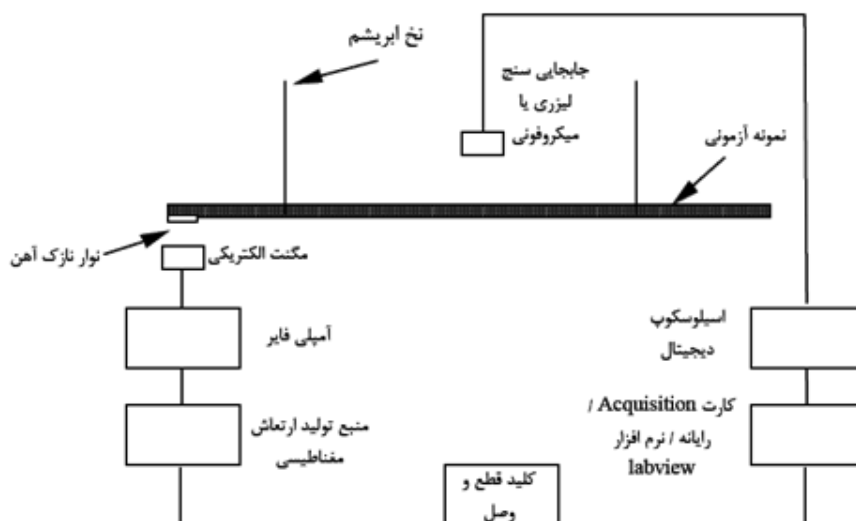
مواد و روش‌ها

نمونه‌های مورد نیاز برای آزمایش از سه اصله درخت افرا به قطر متوسط ۳۰ سانتی‌متر از جنگل تحت پوشش شرکت نکاچوب تهیه شد. سپس، تخته‌ها با ابعاد ۱۵۰ × ۱۲ × ۲ میلی‌متر (طولی × شعاعی × مماسی)، کاملاً سالم و راست‌تار و به دور از هر گونه عیب و ایراد ظاهری، از جمله گره و ترک، طبق استاندارد ISO شماره ۳۱۲۹، از نواحی دور از مغز، جهت اجتناب از جوان‌چوب، انتخاب و برای آزمایش آماده شد. نمونه‌ها، پس از برش و شماره‌گذاری، به اتاق کلیماتیزه (رطوبت نسبی $5 \pm$ ، 65% و حرارت 1 ± 21 درجه سانتی‌گراد) منتقل شدند تا به رطوبت تعادل اسمی 1 ± 12 درصد برسند. سپس، نمونه‌ها یکی‌یکی از اتاق کلیماتیزه خارج و وزن و ابعاد نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. در هر مرحله، که به کلیماتیزه کردن نیاز بود، برای پرهیز از معایب ناشی از خشک و تر شدن‌های متوالی، عملیات مشروط‌سازی از نقطه سبز آغاز شد. ولی برای یکسان بودن رطوبت نمونه‌ها میزان رطوبت تعادل برای یک‌یک نمونه‌ها از روی تغییرات مواد استخراجی و جرم نهایی نمونه عاری از مواد استخراجی و کاملاً خشک (انیدر) محاسبه و بررسی شد. در ادامه، نمونه‌ها جهت شروع آزمایش روی سیستم ایرانی ارتعاش اجباری در تیر دوسر آزاد، مطابق شکل ۱، قرار گرفتند.

دوایر سالیانه، و میزان مواد استخراجی مطالعه شد. نتایج نشان داد افزایش مواد استخراجی در چوب سرو سیمین سبب کاهش ضریب آکوستیک این گونه می‌شود. این در حالی است که در گونه توت این ضریب تحت تأثیر پهنای دوایر سالیانه است. طبق نتایج، چوب توتی که دوایر سالیانه پهن‌تر داشته باشد برای ساخت صفحات تشدید صوت مناسب‌تر است. روح‌نیا و همکاران مقادیر مدول الاستیسیته را با آزمون ارتعاش آزاد در تیر دوسر آزاد در چهار ناحیه از چوب نزدیک مغز تا نزدیک پوست گونه سرو سیمین اندازه گرفتند [۶] و نتایج آن را در تحقیقی دیگر به روش ارتعاش اجباری در تیر دوسر آزاد مطالعه کردند [۷].

س گلپایگانی و همکاران [۸] اثر حلال‌شویی (تعدادی حلال غیر قطبی و قطبی) بر مدول الاستیک و فاکتور میرایی چوب توت سفید را بررسی کردند. خروج مواد استخراجی بعضی باعث افزایش و بعضی باعث کاهش میرایی و کاهش مدول الاستیک شد.

وگست [۳] در تحقیق خود فاکتور میرایی و ضریب انعکاس صوت (ضریب آکوستیک) را از خواص آکوستیکی بسیار مهم در انتخاب مواد کاربردی در صفحات تشدید صدا معرفی کرد و میزان میرایی صوت را به مواد استخراجی چوب، رطوبت نسبی چوب، و دمای محیط مرتبط دانست. اونو و نوریموتو [۹] اعلام کردند بین مدول الاستیسیته و فاکتور میرایی رابطه معکوس وجود دارد. راجینیران و همکاران [۱۰] ویژگی‌های آکوستیکی مهم چوب را برای ساخت زیلفون تایلندی بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که گونه‌های سوزنی‌برگ مناسب برای ساخت جعبه‌های تشدید صدا باید کارایی تبدیل آکوستیک بالایی داشته باشند [۱۰].



شکل ۱. سیستم ارتعاش اجباری در تیر دوسر آزاد

گرفت. اگرچه نمونه‌ها نازک و کوچک با سطح کاملاً شعاعی و راست‌تار و فاقد هر گونه عیب ظاهری بودند، به منظور جلوگیری از حداقل اعوجاج ناشی از خشک شدن، به طرز مناسب در اتاق کليماتيزه چوب‌دستک‌گذاري شدند. در پايان اين مدت نمونه‌ها خارج شدند و بر آن‌ها آزمون‌های مکانیکی ارتعاش اجباری در تیر دوسر آزاد انجام شد.

در حلال‌شویی، نمونه‌ها به وسیله مخلوط الكل-استن، طبق دستورالعمل TAPPI شماره T cm-07 204، به همان شرح قبلی برای آب مقطر استخراج شدند. سپس به مدت دو هفته، جهت یکسان‌سازی رطوبت و دما، داخل دستگاه کليماتيزه قرار گرفتند و پس از آن برای آزمون‌های مکانیکی و آکوستیکی ارتعاش اجباری آزمایش شدند.

آزمون‌های آکوستیکی

ضریب آکوستیک

ضریب آکوستیک (K) شاخصی برای قابلیت انعکاس صوت در یک ماده است و از طریق جرم ویژه (ρ) و

در پایان اطلاعات نمونه‌ها- شامل وزن، طول، ارتفاع، پهنا، صدای ضبط‌شده- به کمک نرم‌افزار سیستم آزمون غیر مخرب تجزیه و تحلیل شد. جهت حذف مواد استخراجی نمونه‌ها، از دو روش آب‌شویی، با آب مقطر، و حلال‌شویی، با استن- اتانول، استفاده شد. انتخاب آب به منزله حلال اول به دلیل انطباق با آب‌شویی سنتی چوب به‌کاررفته در ساخت آلات موسیقی ایرانی بود که باید ابتدا اثر آب تنها روشن می‌شد.

در آب‌شویی، نمونه‌ها، بعد از شماره‌گذاری، داخل یک سوکسله ۲۵ سی‌سی قرار گرفت. سپس، داخل یک بالن ۵۰۰ سی‌سی ۳۰۰ سی‌سی آب مقطر اضافه شد و سوکسله همراه نمونه روی بالن گذاشته شد. مجموعه روی هیتز قرار گرفت تا محتویات داخل بالن به دمای جوش برسد. پس از نصب کندانسور یا خنک‌کننده و نصب جریان آب سرد، به مدت هشت ساعت عملیات استخراج با آب مقطر انجام شد. پس از بی‌رنگ شدن آب مقطر، نمونه‌ها خارج و پس از طی دوره پیش‌خشک‌کنی در هوای آزاد، به مدت دو هفته داخل دستگاه کليماتيزه جهت یکسان‌سازی رطوبت و دما قرار

فاکتور کیفیت

فاکتور کیفیت (Q)، مشابه فاکتور میرایی ارتعاش، شاخصی برای اصطکاک داخلی است که برابر نسبت انرژی تزریق شده در یک سامانه به انرژی تلف شده در آن سامانه تعریف می‌شود. این پارامتر از عوامل مهم و تعیین‌کننده مانایی و پایداری صدای ایجاد شده توسط آلات موسیقی است. هر چه مقدار این پارامتر بزرگ‌تر باشد، مقدار انرژی تلف شده کمتر و در نتیجه ماندگاری و پایداری صدای ایجاد شده بیشتر می‌شود. فاکتور کیفیت (Q) عکس میرایی (رابطه ۳) است.

$$Q = \frac{1}{\tan \delta} \quad (5)$$

یافته‌ها و بحث

تأثیر حذف مواد استخراجی بر مدول الاستیسیته

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با آب‌شویی و سپس حلال‌شویی نمونه‌ها، به‌وضوح جرم نمونه‌ها کاهش می‌یابد. یعنی خروج مواد استخراجی در هر مرحله آب‌شویی و حلال‌شویی به‌وضوح قابل مشاهده است. در شکل ۳، با آب‌شویی نمونه چوب افرا، مدول الاستیسیته نسبت به نمونه شاهد کاهش و با حلال‌شویی، با الکل-استن، دوباره افزایش می‌یابد. حضور مواد استخراجی در چوب در استحکام مکانیکی آن از حیث مدول الاستیسیته بی‌تأثیر بود. این بدان معناست که احتمالاً مواد استخراجی جدا شده در گونه افرا پلت به شیوه این تحقیق فقط در حفره درون سلولی جای داشته‌اند. به عبارت دیگر، در دیواره سلولی نفوذ کافی نداشته‌اند.

مدول الاستیسیته (E) به کمک رابطه ۱ محاسبه می‌شود. بالاتر بودن این ضریب در یک نمونه چوبی یعنی آن چوب برای استفاده در آلات موسیقی و به‌خصوص برای استفاده در صفحات جعبه‌های تشدید صدا مناسب‌تر است. طبق رابطه ۱ هر چه جرم ویژه چوب کمتر و در عوض مدول الاستیسیته آن بالاتر باشد آن چوب راحت‌تر مرتعش می‌شود و ارتعاش در آن، مطابق تئوری، دیرتر میرا می‌شود.

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}} \quad (1)$$

K ضریب آکوستیک، E مدول الاستیسیته، و ρ جرم ویژه چوب است.

کارایی تبدیل آکوستیک و فاکتور میرایی

ارتعاش

کارایی تبدیل آکوستیک (ACE)، مانند ضریب آکوستیک، یکی از فاکتورهای مهم آکوستیکی چوب آلات به‌کاررفته در صفحات تشدید صداست. این فاکتور، که با میرایی ($\tan \delta$) رابطه معکوس دارد، به کمک رابطه ۲ محاسبه می‌شود. هر چه مقدار ACE بیشتر باشد، چوب از لحاظ آکوستیکی شرایط بهتری برای انتخاب جهت کاربرد در صفحات مذکور دارد.

$$ACE = \frac{K}{\tan \delta} \quad (2)$$

$\tan \delta$ فاکتور میرایی ارتعاش است. این فاکتور در واقع تعبیر لگاریتمی اُفت ارتعاش (δ) در واحد زمان است و به کمک روابط ۳ و ۴ محاسبه می‌شود.

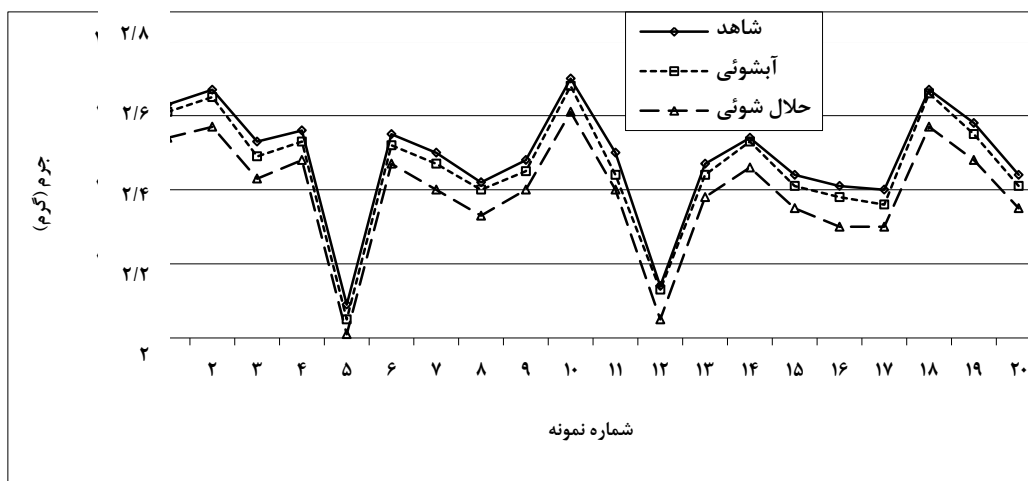
$$\tan \delta = \frac{\delta}{\pi} \quad (3)$$

$$\delta = \frac{1}{n} \ln \left| \frac{x_1}{x_{n+1}} \right| \quad (4)$$

x بلندی نوسان اول و بلندی نوسان m ام است.

قرار گیرد، خروج مواد حلال در آب مقطر و الکل و استن تأثیر معناداری در مدول الاستیک چوب ندارد. شکل ۲ این موضوع را تأیید می‌کند.

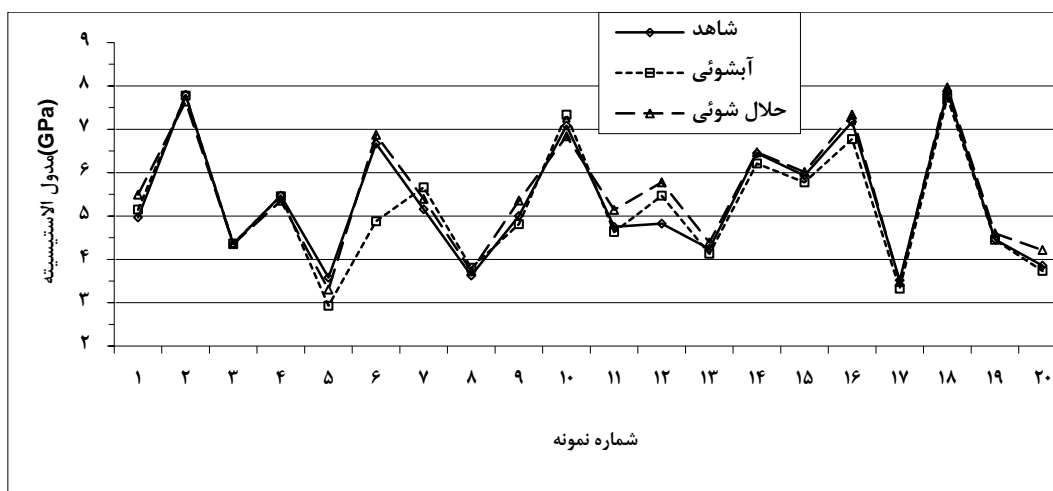
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد تأثیر حذف مواد استخراجی بر مدول الاستیسیته چوب افرا فقط در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است (جدول ۱). در واقع اگر سطح معناداری ۹۹ درصد ملاک عمل



شکل ۲. تأثیر حذف مواد استخراجی بر جرم نمونه‌های چوب افرا

جدول ۱. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر مدول الاستیسیته چوب افرا

منابع تغییر	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معناداری
تیمار	$5,036 \times 10^{18}$	3,660	0,032
خطا	$1,376 \times 10^{18}$		



شکل ۳. تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر مدول الاستیسیته چوب افرا

حلال‌شویی فاکتور کیفیت افزایش برای اکثر نمونه‌ها افزایش یافت. به طور کلی، بیشترین مقدار فاکتور کیفیت مربوط به نمونه چوب‌های حلال‌شویی شده و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه شاهد بود (شکل ۴). جدول تجزیه واریانس نیز نشان داد تأثیر حذف مواد استخراجی بر فاکتور کیفیت چوب افرا در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است (جدول ۲).

بیشترین بهبود فاکتور کیفیت حاصل از حلال‌شویی بود که نشان می‌دهد مواد استخراجی محلول در حلال‌های آلی بیشترین بازدارندگی را در مانایی ارتعاش دارند.

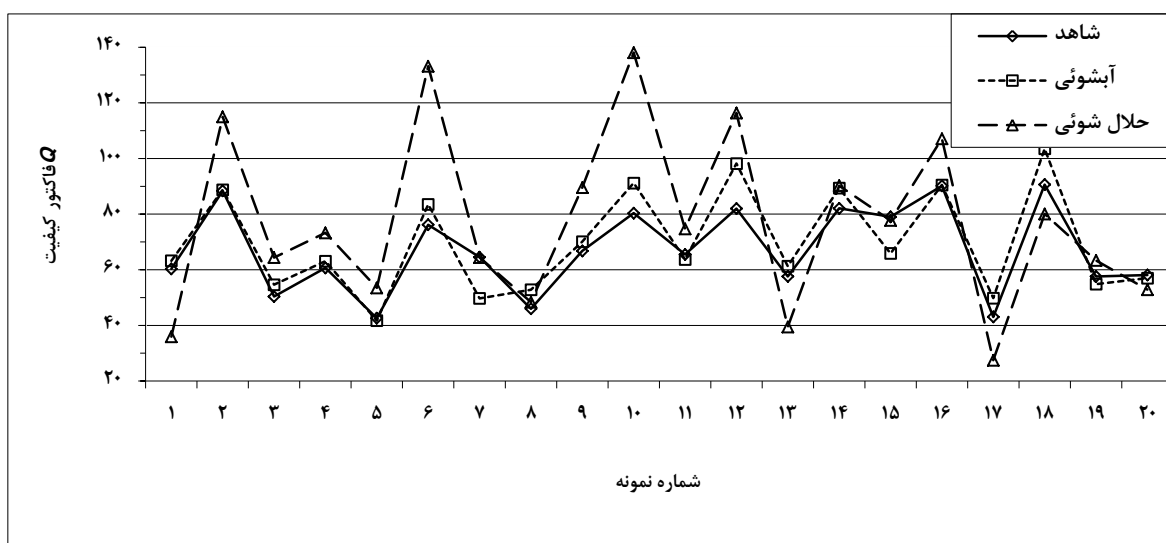
با توجه به مقادیر مدول الاستیسیته در شکل ۳، مطابق معیارهایی که وگست [۳] ارائه کرد، برخی نمونه‌های این تحقیق، که مدول الاستیسیته بزرگ‌تر از ۶ گیگاپاسکال دارند، در محدوده مورد استفاده برای سازه‌های بادی، زیلوفن‌ها، صفحات پشت و بغل ویلن، و صفحات روی جعبه‌های تشدید قرار می‌گیرند.

تأثیر حذف مواد استخراجی بر فاکتور کیفیت چوب افرا

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، با خروج مواد استخراجی ناشی از آب‌شویی و سپس

جدول ۲. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر فاکتور کیفیت (Q) چوب افرا

منابع تغییر	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معناداری
تیمار	۱۹۸۱,۱۶۴	۵,۸۶۶	۰,۰۰۵
خطا	۳۳۷,۷۵۶		



شکل ۴. تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر فاکتور کیفیت چوب افرا

مشاهده می‌شود با خروج مواد استخراجی با آب‌شویی و سپس حلال‌شویی میرایی صوت ($\tan\delta$) کاهش می‌یابد. به طور کلی، کمترین مقدار میرایی صوت مربوط به نمونه چوب‌های حلال‌شویی شده و بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه شاهد بود (شکل ۵).

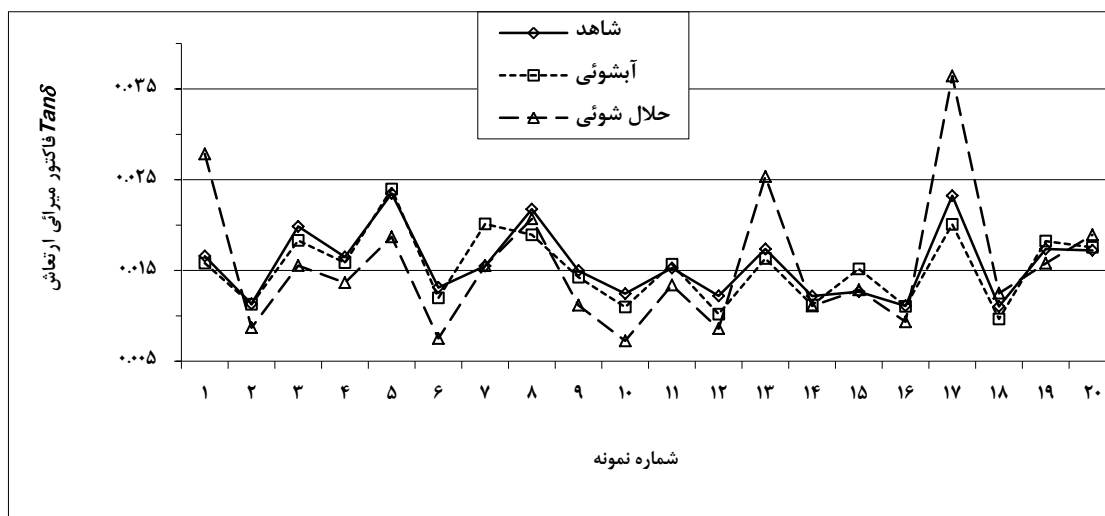
تأثیر حذف مواد استخراجی بر فاکتور

میرایی صوت چوب افرا

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد تأثیر حذف مواد استخراجی بر میرایی صوت در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۵

جدول ۳. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر میرایی صوت ($\tan\delta$) چوب افرا

منابع تغییر	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معناداری
تیمار	۰۰	۰٫۷۱۸	۰٫۰۰۵
خطا	۰۰		



شکل ۵. تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر میرایی صوت ($\tan\delta$) چوب افرا

به دلیل بالا بودن میرایی آن‌ها برای استفاده در زیلفون‌ها مناسب نیستند.

تأثیر حذف مواد استخراجی بر ضریب

آکوستیک چوب افرا

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد تأثیر حذف مواد

با توجه به مقادیر فاکتور میرایی ارتعاش در شکل ۵، مطابق معیارهایی که وگست [۳] ارائه کرد، برخی از نمونه‌های این تحقیق، که میرایی کوچک‌تر از حدود ۰٫۰۱۵ دارند، در محدوده مورد استفاده برای سازه‌های بادی، صفحات پشت و بغل ویلن، و صفحات روی جعبه‌های تشدید قرار می‌گیرند؛ ولی

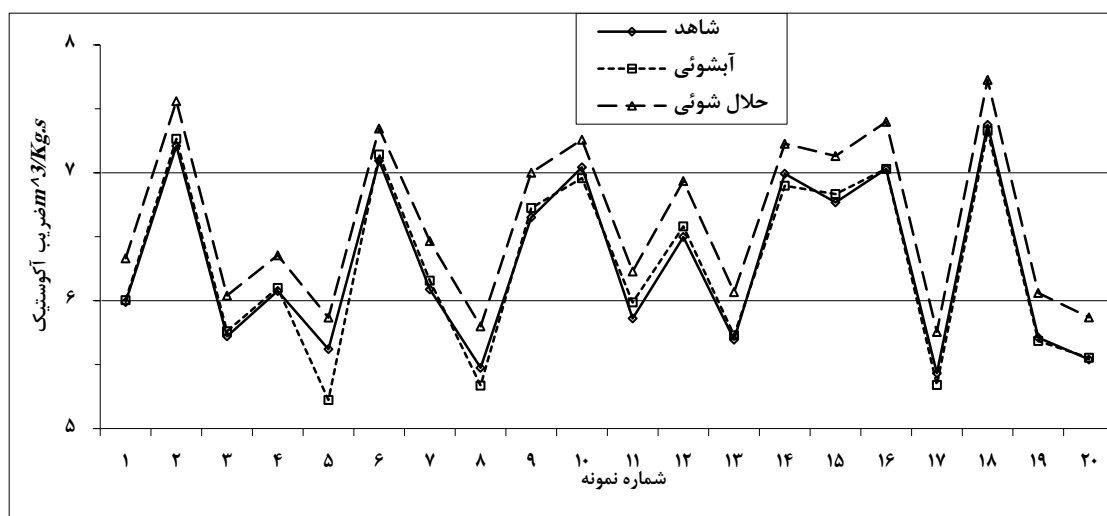
ضریب آکوستیک قابل پیش‌بینی است؛ که بدین وسیله تأیید شد.

با توجه به مقادیر ضریب آکوستیک در شکل ۶، مطابق معیارهایی که وگست [۳] ارائه کرد، برخی از نمونه‌های این تحقیق، که ضریب آکوستیک بزرگ‌تر از حدود ۵ دارند، در محدوده مورد استفاده برای سازهای بادی و صفحات پشت و بغل ویلن قرار می‌گیرند؛ ولی به دلیل کم بودن ضریب آکوستیک آن‌ها برای استفاده در صفحات تشدید مناسب نیستند.

استخراجی بر ضریب آکوستیک چوب افرا در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است (جدول ۴). همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، با خروج مواد استخراجی با آب‌شویی و سپس حلال‌شویی ضریب آکوستیک افزایش می‌یابد. به طور کلی، بیشترین مقدار ضریب آکوستیک مربوط به نمونه چوب‌های حلال‌شویی‌شده و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه چوب‌های آب‌شویی‌شده است (شکل ۶). از نظر تئوری با کم شدن جرم نمونه‌ها، مطابق آنچه در شکل ۲ مشاهده شد، چنین تغییراتی در

جدول ۴. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر ضریب آکوستیک (K) چوب افرا

منابع تغییر	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معناداری
تیمار	۳,۳۶۳	۸,۵۱۳	۰,۰۰۱
خطا	۰,۳۹۵		



شکل ۶. تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر ضریب آکوستیک (K) چوب افرا

تأثیر حذف مواد استخراجی بر کارایی تبدیل آکوستیک چوب افرا

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد تأثیر حذف مواد استخراجی بر کارایی تبدیل آکوستیک در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است (جدول ۵). همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، با خروج مواد استخراجی با آب‌شویی و سپس حلال‌شویی

کارایی تبدیل آکوستیک افزایش می‌یابد. به طور کلی، بیشترین مقدار کارایی تبدیل آکوستیک مربوط به نمونه چوب‌های حلال‌شویی شده و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه شاهد است (شکل ۷).

حلال آلی الکل و استن مواد استخراجی را از چوب بیرون آورد که کارایی تبدیل آکوستیک را به طور قابل ملاحظه تضعیف کرد.

جدول ۵. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر کارایی تبدیل آکوستیک (ACE) چوب افرا

منابع تغییر	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معناداری
تیمار	۱۷۱۲۱۰٫۷۶۷	۶٫۸۸۳	۰٫۰۰۲
خطا	۲۴۸۷۳٫۱۰۶		



شکل ۷. تأثیر حذف مواد استخراجی بر مقادیر کارایی تبدیل آکوستیک (ACE) چوب افرا

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، به طور مقدماتی، تأثیر حذف مواد استخراجی محلول در آب (آب‌شویی با آب مقطر) و مواد استخراجی محلول در حلال آلی (الکل-استن)

بر برخی خواص آکوستیکی چوب گونه افرا (مدول الاستیسیته، میرایی و کیفیت، ضریب آکوستیک، و کارایی تبدیل آکوستیک) جهت استفاده در آلات موسیقی بررسی شد. پس از خروج مواد استخراجی،

آکوستیک) در چوب بالاتر و فاکتور میرایی کمتر باشد آن چوب برای استفاده در آلات موسیقی و به‌خصوص برای استفاده در صفحات مرتعش مورد استفاده در جعبه تشدید صدا مناسب‌تر است. آب و حلال‌های آلی مطالعه‌شده باعث کاهش جرم و خروج مواد قابل حل چوب شدند. این مواد خواص آکوستیکی چوب را تضعیف می‌کردند؛ ولی موادی که در حلال‌های آلی مطالعه‌شده محلول بودند تأثیر بیشتری بر خواص آکوستیک مطالعه‌شده داشتند. با تکیه بر معیارهای آکوستیکی و گست و پارامترهای آکوستیکی بررسی شده در این تحقیق، نمونه‌های چوب افرا پلت مطالعه‌شده برای استفاده در صفحات پشت و بغل ویلن و سازهای بادی مناسب بودند که مجموع آب‌شویی و حلال‌شویی نیز باعث بهبود کیفیت صوتی آن‌ها شد.

سپاس‌گزاری

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد مؤلف اول به راهنمایی و مشاوره به ترتیب مؤلفان دوم و سوم است. بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحدهای ساری و کرج و همچنین شرکت دانش‌بنیان اندی‌تی ایرانیان، که امکانات این تحقیق را فراهم کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

مدول الاستیسیته تغییر معناداری نکرد. طبق تئوری، مدول الاستیسیته یا یانگ از نسبت تنش و کرنش برای جسمی که تحت تنش عمودی قرار می‌گیرد در کرنش‌های اولیه به دست می‌آید. به بیان ساده‌تر، مدول الاستیسیته پارامتری است که مقدار سفتی نمونه را نشان می‌دهد. طبیعی است هر چه نمونه سفت‌تر و مدول الاستیسیته بالاتر باشد، در صورت سبک بودن، قابلیت ارتعاش آن بیشتر و خواص آکوستیکی آن مطلوب‌تر است. چوب ماده‌ای است که این ویژگی را دارد. در تأیید این پیش‌فرض، با حذف مواد استخراجی طی آب‌شویی و در ادامه، طی حلال‌آلی، میرایی صوت کاهش می‌یابد. یعنی ارتعاش برای مدتی طولانی‌تر زنده می‌ماند. مقدار ضریب آکوستیک و کارایی تبدیل آکوستیک برای تک‌تک نمونه‌ها با حذف مواد استخراجی افزایش یافت که نشان‌دهنده تأثیر مثبت حذف مواد استخراجی بر فاکتورهای آکوستیک گونه چوب افراست. تا کنون تأثیر سه فاکتور میرایی ارتعاش، ضریب آکوستیک، و کارایی تبدیل آکوستیک بر کیفیت و کارایی صفحات تشدید صدا به اثبات رسیده است. محققان بر این باورند که برای کاربرد بهینه چوب در صفحات مذکور باید میرایی چوب پایین و ضریب آکوستیک و کارایی تبدیل آکوستیک آن بالا باشد. هر چه مقدار این فاکتورها (ضریب آکوستیک و کارایی تبدیل

References

- [1]. Kohantorabi, M. and Roohnia, M. (2013). Detection of defects in joints using the variations in dynamic shear modulus and correlation coefficient factor in beech wood. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 28(2):238-251.
- [2]. Aramaki, M., Bailleres, H., Brancheriau, L., Kronland-Martinet R., and Ystad, S. (2007). Sound quality assessment of wood for xylophone bars. *Journal of Acoustic society of America*, 121:2407-2421
- [3]. Wegst, U. K. G. (2006). Wood for sound. *American Journal of Botany*, 93(10): 1439-1448.
- [4]. Bodig, J. and Bodig, J. (1993). *Mechanics of Wood and Wood Composites*, Translated by Ebrahimi, G., Tehran University Press, Tehran.
- [5]. Alves, E. S., Longui, E. L., and Amano, E. (2008). Pernambuco wood (*Caesalpinia echinata*) used in the manufacture of bows for string instruments. *IAWA Journal*, 29: 323-335.
- [6]. Roohnia, M., Doosthosseini, K., Khademieslam, H., Gril, J., and Brémaud, I. (2006). A study on variations of specific modulus of elasticity and shear moduli in Arizona cypress wood, using vibration method. *Iranian Journal of Natural Resources*, 59(4): 921-932.
- [7]. Roohnia, M. and Tajdini, A. (2007). Investigation on the possibility of modulus elasticity and damping factor measurements, in timbers from Arizona cypress using free vibration NDT in comparison with static bending and forced vibration NDT. *Journal of Agricultural Science*, 13(4):1017-1027.
- [8]. Se Golpayegani, A., Brémaud, I., Gril, J., Thevenon, MF., and Pourtahmasi, K. (2012). Effect of extractions on dynamic mechanical properties of white mulberry (*Morus alba*). *Journal of Wood Science*, 2012; 58: 153-162.
- [9]. Ono, T. and Norimoto, M. (1983). Study on Young's modulus and internal friction of wood in relation to the evaluation of wood for musical instruments. *Japanese Journal of Applied Physics*, 22:611-614.
- [10]. Rujinirun, C. and Phinyocheep, D. (2005). Chemical treatment of wood for musical instrument .part1: Acoustically important properties of wood for the Ranad (Thai traditional xylophone). *Wood Science and Technology*, 39:77-85.