Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 9, No 2, Summer 2017
Pages: 16-27

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶
صفحه: ۲۷-۱۶

مقایسه افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت اکسید روی و پوشیده با ژلاتین

بهرام کوهنورد[۱]، ابوالفضل برخورداری[۲]، سید حسین حکمتی مقدم[۳]، محمد رضا نجیمی[۱]، علی جبالی[۴*]

چکیده

مقدمه: طراحی و ساخت پانل های آکوستیک بر پایه نانوذرات برای افت انتقال صدا در فرکانسهای مختلف در کشورمان امری ضروری می‌باشد. لذا هدف از این مطالعه ساخت نانوکامپوزیت بر پایه مواد پلیمری و نانوذره اکسید روی در دوحالت معمولی و با ژلاتین و مقایسه آنها از نظر افت انتقال صدا در فرکانسهای مختلف می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه بصورت تجربی – آزمایشگاهی انجام شد. مواد مورد استفاده شامل: نانوذرات اکسید روی و پلیمر PVC بود. مراحل اجرای این مطالعه در دو فاز صورت گرفته است که فاز اول شامل: ساخت قالب بتنی، اندازه گیری وزن نانوذرات و پلیمر، مخلوط پلیمر و نانوذرات به داخل قالب بتنی به همراه ذوب کردن آنها، نانوکامپوزیت آماده شده و فاز دوم، تعیین افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت معمولی و پوشیده با ژلاتین بود.

نتایج: نانوکامپوزیت پوشیده با ژلاتین در مقایسه با نوع معمولی در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و در درصد وزنی سوم، بالاترین ضریب جذب صدا را داشت. این در حالی است که در فرکانس ۵۰۰هرتز و سه درصد وزنی پایین ترین عملکرد دیده شد. نتایج افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت معمولی نشان داد که در درصد وزنی اول و دوم، بیشترین افت انتقال برابر با ۴/۴۳ دسی بل در فرکانس ۵۰۰هرتز دیده شد و در درصد وزنی سوم، کمترین افت انتقال برابر با ۰/۸۰ دسی بل در فرکانس ۲۰۰۰هرتز مشاهده شد. همچنین نتایج افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت اکسید روی پوشیده شده با ژلاتین نشان داد که در درصد وزنی اول و دوم، بیشترین افت انتقال برابر با ۳/ ۰۱ دسی بل در فرکانس ۵۰۰ هرتز دیده می‌شود و در درصد وزنی سوم، کمترین افت انتقال برابر با ۰/۵۵ دسی بل در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه گیری: بیشترین افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت معمولی در مقایسه با نوع پوشیده با ژلاتین در فرکانس ۵۰۰ هرتز بود و همچنین ضریب جذب صدا بلا استثنأ در تمامی فرکانس ها افزایش یافته که منجر به بهبود خواص جذب صوتی گردیدند.

کلمات کلیدی: نانوکامپوزیت معمولی، افت انتقال صدا، نانوکامپوزیت پوشیده با ژلاتین، ضریب جذب صدا

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۳- استادیار گروه علوم آزمایشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۴- استادیار نانوفناوری پزشکی، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
*** (نویسنده مسئول)؛شماره تماس:۰۹۳۹۰۳۴۸۴۷۸، پست الکترونیکی:** alijebal2011@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲**

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

مقدمه

صوت (sound) یک موج طولی مکانیکی است که می‌تواند در جامدات، مایعات و گازها منتشر شود ولی قابل انتشار در خلا نیست(۱). این محدوده ها از ۲۰ سیکل تا ۲۰ هزار سیکل برثانیه متغیر است و محدوده شنوایی نامیده می‌شود. البته محدوده فرکانس های قابل شنیدن تا حد زیادی بستگی به شدت صوت دارد (۲). شدت صوت را می‌توان بصورت توان صوتی در واحد سطح تعریف کرد. واحد اندازه گیری شدت صوت دسی بل است که یک مقیاس لگاریتمی بوده و نشان دهنده نسبت فشار صوت بر روی یک سطح مرجع است (۳).

امروزه علی رغم پیشرفت های صنعتی، مواجهه با صدای بیش از حد مجاز کماکان یکی از معضلات بهداشتی کارگران در دنیا محسوب می گردد (۴). در تحقیقات انجام شده مشخص شده است که صدا به عنوان یکی از عوامل زیان آور محیط کار موجب صدمات و اختلالاتی از قبیل کاهش شنوایی، افزایش فعالیت معده ای و روده ای، افزایش تعداد دم و بازدم و مقدار اکسیژن مصرفی و انقباض عروق محیطی خون می‌شود (۷-۵). افت شنوایی ناشی از صدا یک مخاطره بزرگ شغلی و بسیار هزینه بر است. مواجهه شغلی با صدا سلامت بسیاری از کارکنان را تهدید می کند، به طوری که سر و صدا یکی از رایج ترین و شایع ترین عوامل زیان آور محیط کار در دنیا محسوب می شود (۸). گر چه افت شنوایی ناشی از صدا بالقوه و قابل پیشگیری است، ولی در حال حاضر یکی از مشکلات مهم بهداشتی تلقی شده و جزء ده بیماری عمده ناشی از کار در آمریکا و کانادا است. کاهش شنوایی ناشی از مواجهه طولانی مدت با صدا غیر قابل درمان و غیر قابل برگشت است. سازمان جهانی بهداشت میزان خسارت روزانه ناشی از سر و صدا را در حدود ۱ میلیون دلار برآورد کرده است. در کشور سوئد تقریبا ۸۰۰ میلیون دلار در هر سال غرامت ناشی از افت شنوایی پرداخته می شود (۹).

در محیط های صنعتی، علاوه بر توان صوتی مجموع منابع موجود در محیط کار، انعکاس صدا از سطوح داخلی می تواند نقش تشدید کننده داشته باشد. وجود سطوح انعکاسی در اطراف منابع صوتی باعث می شود که تراز فشار صوت بعلت انعکاس مکرر افزایش یابد. محاسبات نشان می دهد که حدود ۵ دسی بل از صدای موجود در کارگاههای صنعتی موجود ناشی از تشدید صدا در اثر بازتابش سطوح می باشد. پدیده جذب صوت کم و بیش در تمام مصالح وجود دارد. درصد جذب انرژی صوت در کل باند فرکانسی برای هر ماده اختصاصی و ثابت بوده که تحت عنوان ضریب جذب صوتی آن ماده نامیده می شود. هر چه ضریب جذب صوتی ماده ای بیشتر باشد، میزان افزایش صدای ناشی از انعکاس ا ز سطح آن کمتر خواهد بود. استفاده از مصالح جاذب صوت به عنوان یکی از مؤثرترین راهها برای کنترل صدای ناشی از بازتابش سطوح و کنترل مواجهه افراد با صدا می باشد. استفاده از مصالح آکوستیک در اماکن عمومی و صنعتی می تواند در کنترل صدای داخل بناها نقش بسیار مؤثری داشته باشد (۱۰).

پلیمر ها در صنعت به صورت گسترده ای استفاده می‌شوند تا از خواص مکانیکی، الکتریکی، حرارتی و آکوستیکی آنها بهره گرفته شود. برطرف کردن نیاز های موجود برای موادی که از چند خاصیت منحصر به فرد برخوردار باشند به طور مستقیم از طبیعت امکان پذیر نیست. بنابراین ترکیب این مواد می‌تواند به عنوان راه حلی برای فراهم کردن این نیاز مطرح شود، یکی از روش ها برای بهبود خواص پلیمر ها استفاده از سایر پلیمر ها و یا الیاف ها در ترکیب با پلیمر اصلی می‌باشد که در این حالت به آنها کامپوزیت می‌گویند. یکی از مهمترین پیشرفت ها در زمینه پلیمر ورود نانو به این عرصه است (۱۱). مواد نانو با توجه به این که سطح ویژه وسیعی نسبت به مواد متخلخل و سایر مواد مورد استفاده در صنعت آکوستیک دارند، بدیهی است غلظت مواد افزودنی شامل نانوذرات در ماده پایه پلیمر احتمالا بتواند جذب بهینه صوت و همچنین سرعت را تحت تاثیر قرار دهد (۱۲,۱۳)، دارای خواص متفاوتی نیز از نظر جذب صوت می‌باشند، که احتیاج به تحقیقات گسترده دارد و می‌تواند در آینده بسیار مورد توجه قرار بگیرد. یکی از کاربردهای نانو مواد برای ساخت جاذب های صوتی است. بر اساس تحقیقات انجام

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

شده استفاده از نانو فیبرها به منظور کاهش و جذب صدا بسیار کارآمد می باشد. این جاذب ها نیز مانند جاذب های ارتعاشی، علیرغم سبک و نازک بودن، انرژی صوت را به طور کامل میرا می کنند. جاذب های صوتی امروزی با وجود سنگین و حجیم بودن، نسبت به فرکانس و جهت صوت برخوردی، بازدهی متفاوتی دارند. فناوری نانو انواعی از جاذب‌های صوتی را ارائه می‌کند که ساختار مولکولی آنها با جهت برخورد صوت و فرکانس صوت قابل تطابق باشد، به گونه ای که بتوانند بیشترین مقدار انرژی صوت را جذب کنند. این مواد در کشتی های مسافربری، شناورهای نظامی و زیردریایی ها کاربردهای بسیاری دارند و قسمت داخلی یا خارجی بدنه از این مواد پوشیده می شود (۱۴-۱۵).

با توجه به اهمیت موضوع، طراحی و ساخت پانل‌های آکوستیک بر پایه نانوذرات برای جذب صدا در فرکانسهای مختلف در کشورمان امری ضروری می‌باشد. لذا هدف از این مطالعه طراحی و ساخت پانل‌های آکوستیک بر پایه مواد پلیمری و نانوذره اکسید روی و مقایسه میزان افت انتقال صدا توسط آنها در فرکانس‌های مختلف می‌باشد. استفاده از این سطوح نانوکامپوزیت به منظور جذب صدا در صنعت، آپارتمان ها و ...هدف نهایی کاربردی این تحقیق خواهد بود.

روش بررسی

این مطالعه بصورت تجربی- آزمایشگاهی انجام شد. خصوصیات مواد مورد استفاده در این مطالعه در جداول ۱ و ۲ آورده شده است:

جدول۱: خصوصیات مواد مورد استفاده در این مطالعه

مواد	تامین کننده	مشخصات
نانوذرات اکسید روی	Litotech Co, Germany	توزیع اندازه: ۴۵±۵ nm ناحیه سطح ویژه: ۴۰۰±۳۰ m2/g
پلیمر PVC	Tabriz Petrochemical Company, Tabriz, Iran	چگالی:۰/۱۶ g/cm3 اندازه گرانول: ۲ mm

جدول۲: درصد وزنی نانوذرات و پلیمر

نانوذره /درصد وزنی	درصد وزنی نسبت اول	درصد وزنی نسبت دوم	درصد وزنی نسبت سوم
نانوذره اکسید روی	۰/۹۴	۱/۷۹	۲/۸۵
پلیمر PVC		۱۳۶/۱۷۰ گرم	

این مطالعه در دو فاز صورت گرفته است: ۱) فاز اول:

❖ ساخت قالب بتنی: در این مرحله برای ساخت قالب از موادی همچون: سیمان، گچ و آب استفاده شد. نسبتی که مقاوم به حرارت در طی زمان ها و دوره های مختلف ماند، نسبتی بود شامل: ۸۰۰ میلی لیتر آب، ۱۰۰۰ گرم گچ و ۲۰۰ گرم سیمان بود.

❖ اندازه گیری وزن نانوذرات و پلیمر: در این مرحله تمامی نانوذرات و پلیمر مورد استفاده برای این مطالعه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ وزن سنجی شد. نانوذره و پلیمر مورد استفاده شامل: نانوذره اکسید روی به همراه پلیمر پلی وینیل کلراید بودند.

❖ مخلوط پلیمر و نانوذرات به داخل قالب بتنی به همراه ذوب کردن آنها: برای انتزاج نانوذرات در داخل پلیمر pvc، از

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

روش ذوب یک مرحله ای استفاده گردید، بدین نحو که نخست پلیمر و نانوذرات در هر نسبت در قالب بتنی قرار داده و در داخل فور در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد و به مدت ۴۵ دقیقه این پروسه ادامه پیدا کرد. اما مشاهده گردید که پلیمر و نانوذرات با چسبندگی کمی به همدیگر متصل شده و برای ادامه مراحل با مشکل روبرو می‌شدیم، لذا از حرارت مستقیم شعله استفاده شد، که شعله حرارت را بطور مستقیم به فویل آلومینیوم و فویل نیز حرارت را بطور غیرمستقیم به پلیمر و نانوذرات منتقل می‌نماید. برای هر نسبت پلیمر به نانوذرات طبق روش کار آنقدر زمان داده شد تا کامل پلیمر ذوب و تخلخل مورد نظر بین ذرات ایجاد گردد که این عدد بین ۳۰ تا ۴۵ متغیر بود و این امر طبیعی است، چرا که ورود نانوذرات به پلیمر باعث تغییر نقطه ذوب آنها می‌گردد و حسب نسبت پلیمر به نانوذره دستخوش تغییرات می‌گردید. بعد از ذوب پلیمر در قالب بتنی، نمونه ها در دمای محیط سرد شده و از قالب خارج گردید.

❖ نانوکامپوزیت آماده شده: از آنجایی که زوائد پلیمری در اطراف نمونه نانوکامپوزیت وجود داشت طبق نظر اساتید با تیغ زوائد اطراف نانوکامپوزیت بریده شد تا به راحتی در درون لوله امپدانس صوتی برای تعیین ضریب جذب صدا مورد استفاده قرار گیرد.

۲) فاز دوم:

❖ تعیین افت انتقال صدا: **برای** تعیین افت انتقال صدا، ابتدا ضریب جذب صدا توسط لوله امپدانس صوتی بدست آمد که در چهار فرکانس اصلی (اکتاوباند شامل ۲۵۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز) اندازه گیری انجام شد. لازم بذکر است که تمام نمونه ها به قطر ۱۱سانتی متر و ضخامت۳ سانتی متر ساخته شدند. در نهایت اطلاعات در نرم افزار Excel وارد و ضریب جذب با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید که در آن V(شدت صوت منعکس شده)، I(شدت صوت برخوردی) و α (ضریب جذب صوت) می‌باشد.

$$\alpha = 1 - \mathrm{v}/I \qquad (۱)$$

افت انتقال صدا نیز با استفاده از فرمول های زیر بدست آمد: که در آن TL (افت انتقال)، $\mathrm{I_{tr}}$(شدت صوت انتقال یافته)، $\mathrm{I_{in}}$(شدت صوت ورودی)

$$\tau = \frac{\mathrm{I_{tr}}}{\mathrm{I_{in}}} \qquad (۲)$$

$$TL = 10\log\frac{1}{\tau} \qquad (۳)$$

❋ تعیین افت انتقال صدا با ماده ژلاتینی پوشیده شده بر سطح نانوکامپوزیت: برای تعیین ضریب جذب صدا در نمونه هایی که با ماده ژلاتینی غوطه ور شده بودند، ابتدا ۳۰۰ گرم پودر ژلاتین خریداری گردید و در ارلن مقدار ۲۰۰ سی‌سی آب ریخته شد و پودر ژلاتینی را در آب حل نمودیم و بهم زدیم تا یکنواخت شود. پس ازاین مرحله، ارلن حاوی ترکیب پودر ژله ای را در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه حرارت دادیم تا کاملا یکنواخت و همگن شود. در ادامه بعد از یکنواختی کامل، ژلاتین ساخته شده را در قالب پلاستیکی انتقال دادیم و نمونه های نانوکامپوزیت را بلافاصله در داخل آن غوطه ور ساختیم. نمونه ها پس از غوطه وری به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط نگه داشته شدند و مجدد ضریب جذب آنها توسط لوله امپدانس صوتی بدست آمد وسپس از آن افت انتقال صدا نیز با توجه به فرمول بالا یدست آمد.

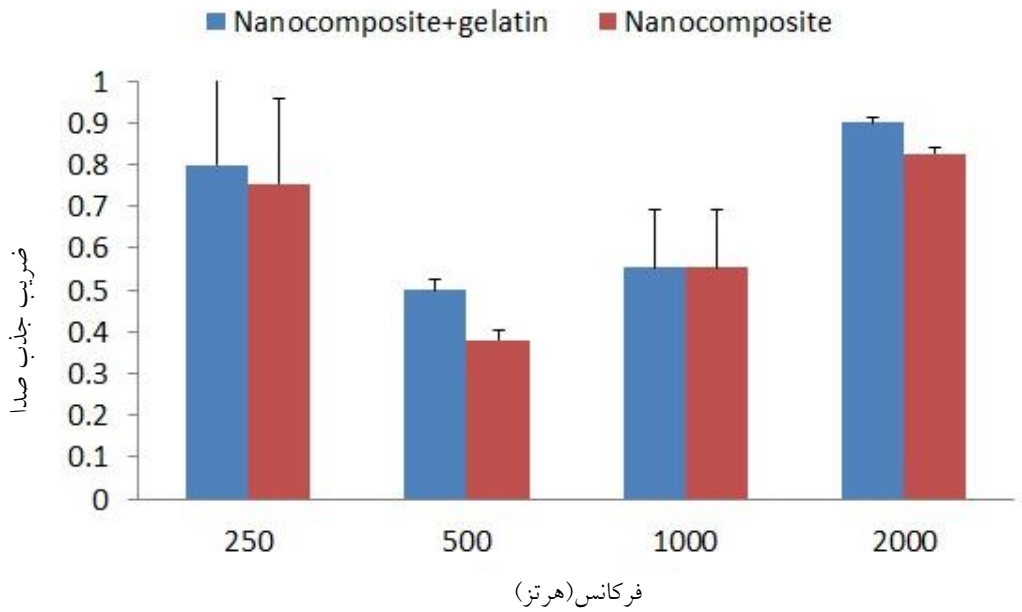
نتایج

ابتدا به مقایسه نتایج ضریب جذب صدا در دو حالت با ماده ژلاتینی و نانوکامپوزیت معمولی می‌پردازیم:

۱) نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۰/۹۴):

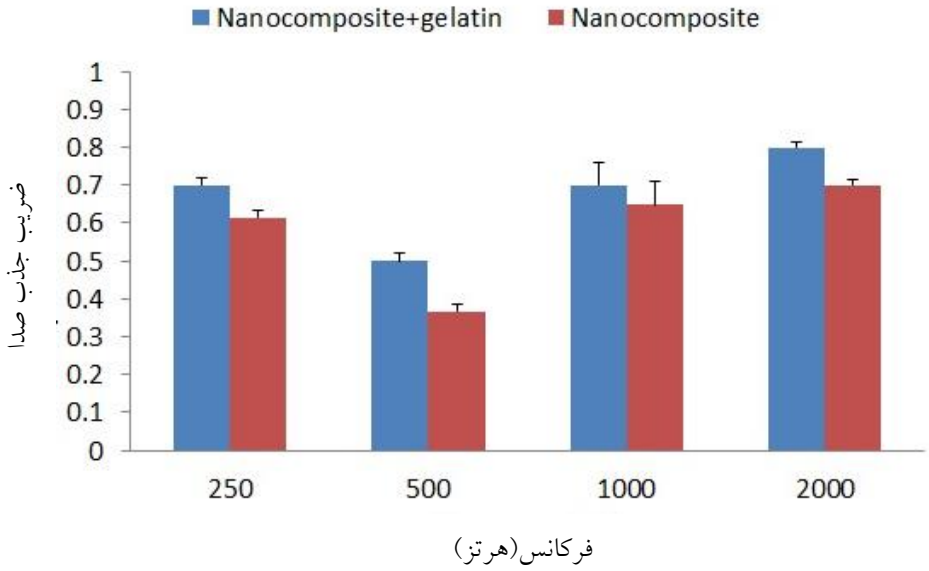
در نانوکامپوزیت اکسیدروی(۰/۹۴٪) در فرکانس ۱۰۰۰ هیچ تغییری در ضریب جذب نانوکامپوزیت با ماده ژلاتینی و نانوکامپوزیت معمولی دیده نشد. این در حالی است که در بقیه فرکانس ها نانوکامپوزیت با ماده ژلاتینی از ضریب جذب بالاتری برخوردار می‌باشد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]



شکل۱: مقایسه ضریب جذب صدا با ماده ژلاتینی و بدون ان بر سطح نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۰/۹۴)

۲) نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۱/۷۹): در این درصد وزنی مشخص شد که ضریب جذب صدا در هر ۴ فرکانس مد نظر در حالت نانوکامپوزیت با ماده ژلاتینی نسبت به نانوکامپوزیت معمولی ضریب جذب و عملکرد بالاتری داشته است.

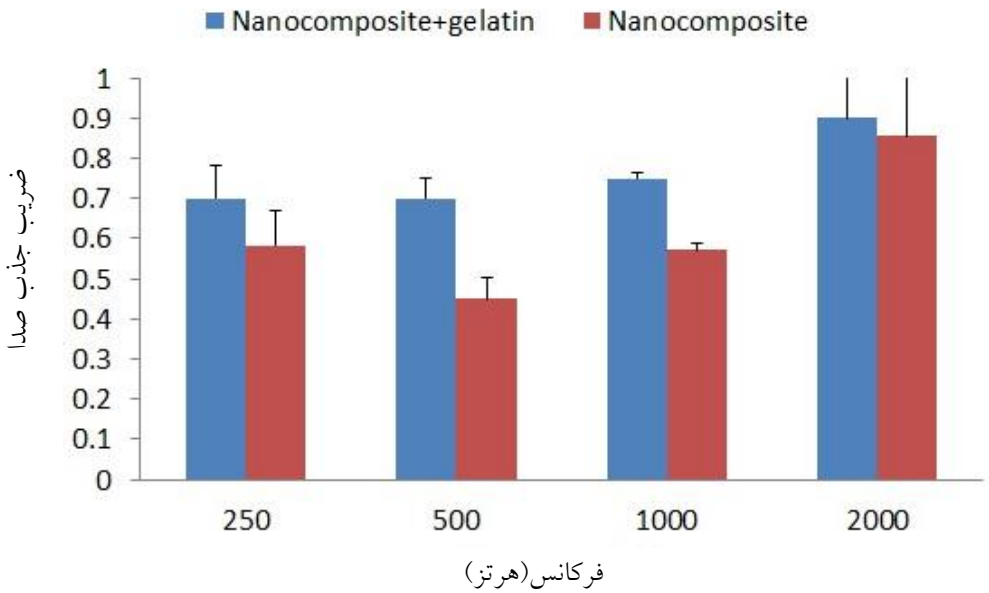


شکل۲: مقایسه ضریب جذب صوت با ماده ژلاتینی و بدون آن بر سطح نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۱/۷۹)

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

۳) نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۲/۸۵):

درصد وزنی سوم از این نانوکامپوزیت نشان داد که اختلاف ضریب جذب صدا در حالت نانوکامپوزیت با ماده ژلاتینی نسبت به نانوکامپوزیت معمولی در فرکانس های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بیشترین مقدار خود را دارد.



شکل۳: مقایسه ضریب جذب صوت با ماده ژلاتینی و بدون آن بر سطح نانوکامپوزیت اکسید روی(درصد وزنی ۲/۸۵)

جدول ۴ نتایج افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت اکسید روی در حالت معمولی را نشان می‌دهد که در درصد وزنی اول و دوم، بیشترین افت انتقال برابر با ۴/۴۳ دسی بل در فرکانس ۵۰۰ دیده می‌شود. این در حالی است که در درصد وزنی سوم، کمترین افت انتقال برابر با ۰/۸۰ دسی بل در فرکانس ۲۰۰۰ دیده می‌شود.

جدول۴: افت انتقال صدا نانوکامپوزیت اکسید روی

نانوکامپوزیت/فرکانس (هرتز)	۲۵۰		۵۰۰		۱۰۰۰		۲۰۰۰	
	TL	α	TL	α	TL	α	TL	α
اکسید روی(۰/۰۹۴٪)	۱/۲۴	۰/۷۵	۴/۴۳	۰/۳۶	۲/۵۹	۰/۵۵	۰/۹۱	۰/۸۱
اکسید روی(۱/۷۹٪)	۲/۱۴	۰/۶۱	۴/۴۳	۰/۳۶	۱/۹۳	۰/۶۴	۱/۵۴	۰/۷۰
اکسید روی(۲/۸۵٪)	۲/۳۶	۰/۵۸	۳/۴۶	۰/۴۵	۲/۴۴	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۸۳

TL(افت انتقال صدا) - α (ضریب جذب صدا)

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

نتایج افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت اکسید روی پوشیده شده با ژلاتین نشان داد که در درصد وزنی اول و دوم، بیشترین افت انتقال برابر با ۰۱ /۳ دسی بل در فرکانس ۵۰۰ دیده می‌شود. این در حالی است که در درصد وزنی سوم، کمترین افت انتقال برابر با ۰/۵۵ دسی بل در فرکانس ۲۰۰۰ دیده می‌شود.

جدول۵: افت انتقال صدا نانوکامپوزیت اکسید روی پوشیده شده با ژلاتین

نانوکامپوزیت/فرکانس (هرتز)	۲۵۰		۵۰۰		۱۰۰۰		۲۰۰۰	
	TL	α	TL	α	TL	α	TL	α
اکسید روی(۰/۹۴٪)	۱/۰۲	۰/۷۹	۳/۰۱	۰/۵۰	۲/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۸۸
اکسید روی(۱/۷۹٪)	۱/۵۴	۰/۷۰	۳/۰۱	۰/۵۰	۱/۸۷	۰/۶۵	۱/۲۴	۰/۷۵
اکسید روی(۲/۸۵٪)	۱/۵۴	۰/۷۰	۱/۶۱	۰/۶۹	۱/۳۶	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۸۵

TL(افت انتقال صدا) - α (ضریب جذب صدا)

بحث

هدف از این مطالعه ساخت انواع نانوکامپوزیت بر پایه PVC جهت ساخت پانل های جاذب صدا بود. در مورد نانوکامپوزیت اکسید روی رفتار ضریب جذب صدا در فرکانس های مختلف، متفاوت بود، بدین معنی که در فرکانس های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ تقریبا سه درصد وزنی ضریب جذب یکسان، اما در فرکانس ۲۰۰۰هرتز، درصد وزنی سوم، بالاترین ضریب جذب را به خود اختصاص داده است. علت تغییر ضریب جذب با تغییر درصد وزنی نانوذرات در فرکانس های مختلف شاید به علت تعاملات مولکولی و جنبش های سطحی نانوذرات باشد. این که چه درصد وزنی از چه نانوذره ای در چه پلیمری بالاترین عملکرد ضریب جذب صدا را داشته باشد سوالی است که تابحال به آن جواب داده نشده است و این مطالعه تا حدودی اطلاعات اولیه برای جواب به این سوال می‌دهد.

پر واضح است که الزاما درصد های وزنی بالاتر منجر به ضریب جذب بالاتر نمی گردد و همچنین نانوکامپوزیتی با هر درصد وزنی چنانچه در یک فرکانس ضریب جذب مناسبی داشته باشد دلیلی برای اینکه در فرکانس های دیگر نیز ضریب جذب داشته باشد، وجود ندارد. نکته قابل اهمیت در بین همه نانوکامپوزیت های تهیه شده در این تحقیق آنکه، همه ی نانوکامپوزیت ها در فرکانس های بالا(۲۰۰۰هرتز) عملکرد بسیار عالی از خود نشان دادند و پایین ترین عملکرد در فرکانس۵۰۰ بود. از آنجایی که میزان انتقال امواج صوتی(۵۰۰،۲۵۰هرتز) بالاتر می‌باشد، احتمالا به طراحی و انتخاب نانوذرات دیگر در این فرکانس ها می‌باشد.

مطالعه دیگری که در این تحقیق برای افزایش ضریب جذب صدا مخصوصا در فرکانس های پایین، پوشاندن نانوکامپوزیت ها با ژلاتین خوراکی بود. مقایسه بین نانوکامپوزیت های مختلف در درصد های وزنی مختلف بدون ژلاتین و با ژلاتین نشان می‌دهد که ضریب جذب صوت بلا استثنأ در تمامی فرکانس ها افزایش یافته و منجر به بهبود خواص جذب صوتی می‌گردد. علت مشاهده چنین رفتاری احتمالا بخاطر تغییر نوسانات مولکولی نانوکامپوزیت ها از راستای عمودی به راستای افقی بود. به معنای دیگر با وارد کردن انرژی صوتی به سطح انرژی نیرو پخش شده و دچار لرزش جزئی و حذف تقریبی انرزی صوت گردید. نکته قابل توجه آنکه در اینجا نیز پاسخ نانوکامپوزیت کاملا وابسته به نوع نانوذره و میزان درصد وزنی آن بود و فقط افزایش نسبی در

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

مقداری جذب صوتی اتفاق افتاده است. مقایسه افت انتقال صدا نیز همین نتایج را بدست می‌آورد.

Asmatulu و همکارانش در سال ۲۰۰۹ پژوهشی تجربی با عنوان ویژگی های آکوستیکی نانوفیبرهای Electrospun برای کاهش صدای داخلی هواپیما انجام دادند. آزمایش ها نشان داد که ضریب جذب نانوفیبرهای ۵۰۰ نانومتر بطور قابل توجهی افزایش یافت که دلیل این پدیده می‌تواند به دلیل افزایش سطح ناحیه نانوفیبرها و واکنش هایی با موج های صوتی و مولکول های هوا باشد. نتیجه گیری این مطالعه از این قرار شد که سطوح بالایی که در مقیاس میکرو هستند و نانوفیبرها می‌توانند به عنوان جاذب های صوت برای کاهش صدای داخلی هواپیماها و همچنین بسیاری از کاربردهای کنترل صدا مورد استفاده قرار گیرند(۱۷). Lee و همکارانش در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۱ انجام دادند، اثر اندازه سلول، دانسیته و وزن مولکولی بر میزان جذب صدا از فوم های پلی اورتان/ نانوسیلیکا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش حجم (مقدار) نانوسیلیکا، میزان ضریب جذب صدا از فوم های پلی اورتان/ نانو سیلیکا در تمامی فرکانس ها افزایش می‌یابد. همچنین با کاهش اندازه سلول و افزایش چگالی، میزان ضریب جذب صدا از فوم های پلی اورتان/ نانو سیلیکا افزایش می‌یافت (۱۸). در مطالعه ای دیگر نیز که توسط Xiang و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی خواص آکوستیکی غشای نانوفیبری پلی آکرولونیتریل انجام شد، مشخص شد که این مواد عملکرد بهتری در فرکانس های پایین و متوسط دارند و رابطه مستقیمی با ضخامت غشا وجود دارد(۱۹). در تحقیقی که توسط Mahrova و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی ضریب جذب پلی وینیل الکل حاوی نانوفیبر صورت گرفت، مشخص شد که با پلیمرهایی که حاوی نانوفیبر در ساختار یا درونشان هستند، بر روی ضریب جذب نهایی تاثیر دارند(۲۰). Gayathri و همکاران در مطالعه ای تجربی با عنوان جذب صدا، رفتار حرارتی و مکانیکی از فوم پلی اورتان اصلاح شده با نانو سیلیکا، نانورس و خرده پرکننده لاستیک در سال ۲۰۱۳ انجام دادند. نتایج نشان داد که ضریب جذب صدا با افزایش در محتوای ماده پرکننده و فرکانس، افزایش می‌یابد. فوم خالص نشان داد که افزایش در ضریب جذب به میزان ۵۲٪ در فرکانس ۲۰۰-۱۰۰هرتز است. همه سه محتوای مواد پرکننده (NS, CR and NC ۱.۴٪) در فرکانس پایین ۲۰۰-۱۰۰هرتز بیشترین جذب را داشتند که این امر می‌تواند به دلیل افزایش سطح مواد پرکننده باشد. علاوه بر خواص جذب صدا افزایش یافته در منطقه فرکانس پایین، فوم کامپوزیت خواص حرارتی و مکانیکی بالایی داشت(۲۱). Bahrambeygiو همکاران در سال ۲۰۱۳ ، اثرات توام نانو فیبرهای پلی اورتان و پلی آکرولونیتریل و نانولوله های کربنی چند دیواره بر رفتار ضریب جذب صوت فوم پلی اورتان را مورد بررسی قرار دادند. نانولوله های کربنی چند دیواره بهترین نتایج را نشان دادند، همچنین در درصد های وزنی متوسط به بالای نانولوله های کربنی چند دیواره(MWNTs 0.1–0.15 wt.٪)و درصد پایین نانو خاک رس بهینه ترین نتایج مشاهده شد(۰.۵ wt.٪). از طرف دیگر با افزودن لایه های نانوفیبر PAN or PU با ساختار فوم PU، ضریب جذب بالاتری بدست آمد(۲۲).

نتیجه گیری

مقایسه بین نانوکامپوزیت اکسید روی در درصد های وزنی در حالت معمولی با حالت پوشیده با ژلاتین نشان داد که بیشترین افت انتقال صدا در نانوکامپوزیت معمولی در مقایسه با نوع پوشیده با ژلاتین در فرکانس ۵۰۰ هرتز بود و همچنین ضریب جذب صدا بلا استثنأ در تمامی فرکانس ها افزایش یافته و منجر به بهبود خواص جذب صوتی گردیده است. علت مشاهده چنین رفتاری احتمالا بخاطر تغییر نوسانات مولکولی نانوکامپوزیت ها از راستای عمودی به راستای افقی بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای بهرام کوهنورد به راهنمایی دکتر علی جبالی و دکتر ابوالفضل برخورداری می‌باشد. نویسندگان وظیفه خود می‌دانند که از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد و کارکنان آزمایشگاه پژوهش که امکان اجرای این مطالعه را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی نمایند.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

References:

1-Schust M. ***Effects of low frequency noise up to 100 HZ.*** J Noise Health. 2004; 6(23):73-85.

2-International standard organization, ***Acoustics-measurement of sound absorption in a reverberation room,*** ISO 354:2003.

3-Leventhall HG. ***Low frequency noise and annoyance.*** Noise Health. 2004; 6(23):59-72.

4-Golmohamadi R. ***Noise and vibration engineering 3th ed.*** hamedan: daneshjo publications. 2007; 230-236.

5-Hemond CJ. ***Engineering Acoustics and Noise Control.*** Trans Fasihi F. Tehran: Sada va Sima; 2001.

6-Prevedouros PD. ***Effects of helicopter noise on rural residents away from airports and heliports: Final report.*** Hawaii: University of Hawaii, College of Engineering; 1995.

7-Beland RD. ***Aircraft noise impact: Planning guidelines for local agencies (WH-979-1).*** assachusetts: Bolt,Beranek, and Newman, Inc; 2010.

8-Halvani Gh. ***Noise exposure and hearing loss assessment in Taban Yazd textile workers.*** Journal of Birjand Medical University. 2008; 15(4):69-74 [Persian]

9-Ahmed HO, Dennis JH. ***Occupational noise exposure and hearing loss of workers in two plants in Eastern Saudi Arabia.*** Annals occupational hygiene. 2001; 45(5): 371-80.

10- Sobral M, Samagaio AJB, Ferreira JMF, Labrincha JA. ***Mechanical and acoustical characteristics of bound rubber granulate.*** J Mater Process Technol. 2003; 142: 427-33.

11- Alexandre M. and Dubois P., 28, 1-11, 2000. ***Polymer-Layered Silicate Nanocomposites Preparation, Properties and Uses of a New Class of Materials.*** Mater Sci Eng. 2000; 2(1):8-11.

12- Gacitua W.E. BAA, and Zhang J. ***Polymer Nanocomposites: Synthetic and Natural Fillers a Review.*** Cienc Technol. 2005; 7: 59-178.

13- M.N DAaB. ***Cellulose Reinforced Composites: from Micro to Nanoscale, Overview, Polimeros.*** CiencTechnol. 2010:1-10.

14- Kalinova K, Jirsak O. ***Resonance effect of nanofibrous layer, in Proceedings of the 5th AUTEXWorld Textile Conference,*** Portoroˇz, Slovenia, 2005.

15- Kalinova K. ***Influence of nanofibrous membrane configuration on the sound absorption coefficient and resonant frequency, in Proceedings of the 6th AUTEX World Textile Conference,*** Raleigh, NC, USA, 2006.

16- Ramesh KT. ***Nanomaterials: Mechanics and Mechanisms.*** Edition, illustrated. Publisher, Springer, 2009.

17- Niemann H, Bonnefoy X, Braubach M, Hecht K, Maschke C, Rodrigues C, Robbel N. ***Noiseinduced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES Study.*** J Noise Health. 2006; 8(31):63-79.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

18- Babisch W. ***Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased.*** J Noise and Health. 2006; 8(30): 1–29.

19- Rosenstock L, Cullen MR, Brodkin CA. ***Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine.*** W B Saunders; 2005:896-97.

20- Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Steenlan K. ***Occupational noise, protection of the human environment.*** Environmental Burden of Disease Series, World Health Organization, Geneva; 2004.

21- Mirowska M. ***Evaluation of low frequency noise in dwellings. new Polish recommendation.*** J Noise Note. 2003; 2(1):30-8.

22- Ising H, Babisch W, Kruppa B. ***Noiseinduced endocrine effects and cardiovascular risk.*** J Noise Health. 1999; 1(4):37-48.

23- Schust M. ***Effects of low frequency noise up to 100 HZ.*** J Noise Health. 2004; 6(23):73-85.

24- RomWilliam N. ***Environmental and Occupational Medicine,*** 4th Edition: 2007, chapter 85: 1296.

25- Acoustics -Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. ISO 1999.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

Comparison of sound transmission loss in nanocomposites zinc oxide in normally and covered with gelatin

Kouhnavard B(MSc)[1], Barkhordari A(PhD)[2], Hekmatimoghaddam S(PhD)[3], Najimi MR(PhD)[1], Jebali A(MSc)[4*]

[1] Department of Occupational Health Engineering, Occupational Health Engineering Department, University Research Committee, Faculty of Health, Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[2] Department of Occupational health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[3] Department of Laboratory Sciences, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

[4] Department of Laboratory Sciences, School of Paramedical Sciences, Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Received: 27 Jul 2015 ***Accepted:*** 21 Feb 2016

Abstract

Introduction: The aim of the present study was preparing polymeric materials and nanocomposites based on nanoparticles of zinc oxide in normal cases the coated with gelatin and comparing them in terms of sound transmission loss in different frequencies.

Method: This study was an experimental one. The materials used in the current study were included zinc oxide nanoparticles, polymer polyvinyl chloride (PVC) and the gelatin. The steps of this study were conducted in two phases; the first phase included: making molds and producing nanocomposites and the second phase determining the sound transmission loss in nanocomposites.

Results: Sound transmission loss conventional nanocomposites showed that the highest percentage of the weight in the first and second sound transmission loss in dB in 500 Hz was 4.34. While in the third weight the percent of the nanocomposites, the lowest transmission loss equaled to 0.80 dB at a frequency of 2000 Hz. The results of sound transmission loss in coated gelatin nanocomposites showed that the weight percentage of the first and second was the highest transmission loss equaled to 3.01 dB at a frequency of 500 Hz; and in the third weight percent, the lowest transmission loss equaled to 0.55 dB at a frequency of 2000 Hz, respectively.

Conclusion: Comparing the sound transmission loss in nanocomposites zinc oxide and coated with gelatin normally suggests that the gelatine resulting in increased absorption and sound transmission loss is reduced.

Keywords: Ordinary Nano composite; Sound transmission loss; Covered with gelatin Nano composite; Sound absorption coefficient

This paper should be cited as:

Kouhnavard B, Barkhordari A, Hekmatimoghaddam S, Najimi MR, Jebali A. ***Comparison of sound transmission loss in nanocomposites zinc oxide in normally and covered with gelatin***. Medicine Quarterly Journal 2017; 9(2): 16-27.

**** Corresponding Author: Tel: +989390348478, Email:*** alijebal2011@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]