Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol 10, No. 1, Spring 2018
Pages: 1-6

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

فصلنامه علمی تخصصی طب کار

دوره ۱۰، شماره ۱؛ بهار ۹۷
صفحه ۶-۱

# بررسی میزان تأثیر نانوذره سیلیکا و نانورنگ بر ضریب جذب صوتی نانوکامپوزیت بر پایهٔ گچ و پنبهٔ هیدرولیزشده

محمدرضا نجیمی[۱]، ابوالفضل برخورداری[۲]، سیدحسین حکمتی‌مقدم[۳]، بهرام کوهنورد[۴]، علی جبالی[۵*]

## چکیده

مقدمه: مواجهه با آلودگی صوتی در محیط کار از شایع‌ترین مخاطرات شغلی بوده و موجب کاهش شنوایی می‌شود. یکی از راه‌های کنترل صدا در صنعت، استفاده از جاذب‌های صوتی می‌باشد. از نانوذرات می‌توان در ساخت کامپوزیت‌های صوتی بهره‌گرفت. هدف از این مطالعه، طراحی و ساخت پانل‌های آکوستیک بر پایهٔ گچ، نانوذرات اکسید سیلیسیوم، پنبهٔ هیدرولیزشده و نانو رنگ و همچنین مقایسهٔ میزان جذب صدا توسط آن‌ها در فرکانس‌های مختلف می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه، نخست نانوکامپوزیت متشکل از گچ، پنبه هیدرولیز شده، نانوذره سیلیکا و نانورنگ با روش مخلوط‌سازی ساده و اعمال حرارت، ساخته شد و سپس ضریب جذب صوتی آن مورد بررسی قرارگرفت. ضریب جذب در فرکانس‌های ۲۵۰ تا ۵۰۰۰ هرتز با استفاده از روش امواج ساکن و طبق استاندارد ISO ۹۸۰۳-۱ ارزیابی شد.

**نتایج:** حداکثر اختلاف ضریب جذب نمونهٔ متشکل از گچ، نانوسیلیکا، پنبهٔ هیدولیز شده و روکش شده با رنگ نانو در مقایسه با نمونهٔ ساخته‌شده از گچ خالص در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز به میزان ۱۷درصد بود. با این وجود، بالاترین تفاوت ضریب جذب به میزان ۴۳ درصد و در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز رخ داد. بیشترین ضریب جذب صوت را نمونهٔ حاوی گچ، نانوسیلیکا و پنبه هیدولیز شده در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و به میزان ۰/۴۶ دارا بود.

**نتیجه‌گیری:** بررسی‌های انجام شده نشان‌داد که با افزایش فرکانس، ضریب جذب صوت نیز افزایش یافته و با اضافه نمودن نانوذره و روکش نانویی، ضریب جذب صوت کاهش پیدا می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** ضریب جذب صوت، نانوسیلیکا، نانورنگ، گچ، پنبه هیدرولیز شده

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز بهداشت مرودشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، شیراز، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۳- استادیار، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۴- مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشکده علوم پزشکی لارستان، لارستان، ایران
۵- استادیار نانوفناوری پزشکی، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
*نویسنده مسئول؛ تلفن تماس: ۰۹۳۹۰۳۴۸۴۷۸ پست الکترونیک: alijebal2011@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۳

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]

## مقدمه

صوت یکی از مهم‌ترین شیوه‌های ارتباطی بین انسان‌ها و محیط اطراف محسوب می‌شود. با اینکه امواج صوتی به عنوان عاملی اساسی در زندگی انسان به شمار می‌روند، اما در شرایط خاصی، شنیدن این امواج، خوشآیند به‌نظر نمی‌آیند. آن گروه از امواج صوتی که به طور ناخواسته در محیط منتشر شده و قادرند براي شنوایی آسیب‌رسان باشند، سر و صدا یا آلودگی‌صوتی نامیده می‌شوند (۱,۲). تماس با آلودگی صوتی در محیط کار از شایع‌ترین مواجهات شغلی بوده و موجب کاهش شنوایی ناشی از سر و صدا (Noise-induced Hearing loss) می‌شود که افراد بی‌شماری را در محیط‌های کاری تحت تأثیر قرار می‌دهد و علاوه بر افت شنوایی باعث دیگر تغییرات فیزیولوژیک از قبیل اثرات قلبی‌عروقی، اختلال‌خواب و اختلال در ارتباطات می‌گردد (۳,۴). همچنین تماس با صدای بیش از حد استاندارد در ارتباطات کلامی و درک علائم هشدار دهنده، افراد را دچار مشکل می‌کند که این امر می‌تواند روی ایمنی و کارآیی افراد تأثیرگذار باشد (۵). مطالعات حاکی از آن است که کارگران تمام دنیا بویژه کشورهای در حال توسعه با این مسئله مواجه‌اند؛ به‌طوری‌که حدود ۳۰ میلیون نفر در آمریکا و ۶۰۰ میلیون نفر در کل دنیا در معرض سر و صدای آسیب‌زا هستند (۶,۷) و در انگلستان، ۱۵۰۰۰ مرد و ۲۶۰۰۰ زن در مواجهه با سر و صدای محیط کار مبتلا به افت شنوایی شدید هستند (۸,۹).

گچ یکی از مصالح ساختمانی بوده و تا حدودی آکوستیک نیز می‌باشد. از نظر مقدار مصرف، حدود ۷۵٪ از گچ در صنایع ساختمانی برای روکش دیوارها و تهیه ملات‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.گچ، صدا را منعکس نمی‌کند و ضریب انتقال حرارتی آن کم است؛ در برابر آتش نمی‌سوزد و همچنین از گسترش آن نیز جلوگیری می‌نماید (۱۰). احتمالاً بتوان با روش‌هایی، خواص آکوستیک گچ را افزایش داد. نانومواد با توجه به سطح ویژهٔ وسیع نسبت به مواد متخلخل و سایر مواد مورد استفاده در صنعت آکوستیک، ارجحیت دارند. بدیهی است غلظت مواد افزودنی شامل نانوذرات در ماده پایه گچ احتمالاً بتواند جذب بهینه صوت و همچنین سرعت را تحت تأثیر قرار دهد (۱۱،۱۲). نانومواد دارای خواص متفاوتی نیز از نظر جذب صوت می‌باشند که احتیاج به تحقیقات گسترده دارد و در این تحقیق مورد توجه قرار می‌گیرد.

یکی از کاربردهای نانومواد، ساخت جاذب‌های صوتی است. بر اساس تحقیقات انجام شده، استفاده از نانومواد به منظور کاهش و جذب صدا بسیار کارآمد می‌باشد. این جاذب‌ها نیز مانند جاذب‌های ارتعاشی، علیرغم سبک و نازک بودن، انرژی صوت را به طور کامل میرا می‌کنند. جاذب‌های صوتی امروزی با وجود سنگین و حجیم بودن، نسبت به فرکانس و جهت صوت برخوردی، بازده متفاوتی دارند. فنآوری نانو، انواعی از جاذب‌های صوتی را ارائه می‌کند که ساختار مولکولی آنها با جهت برخورد صوت و فرکانس صوت قابل تطابق باشد، به گونه‌ای که بتوانند بیشترین مقدار انرژی صوت را جذب کنند. این مواد در کشتی‌های مسافربری، شناورهای نظامی و زیردریایی‌ها کاربردهای بسیاری دارند و قسمت داخلی یا خارجی بدنه، از این مواد پوشیده می‌شود (۱۳-۱۵).

با توجه به این‌که در زمینهٔ خواص صوتی نانوکامپوزیت بر پایهٔ گچ، مطالعات بسیار محدودی صورت‌گرفته است (۱۶-۱۷)، هدف از این مطالعه، طراحی و ساخت پانل‌های آکوستیک بر پایه گچ، نانوذرات اکسید سیلیسیوم، پنبهٔ هیدرولیز شده و نانورنگ و همچنین مقایسهٔ میزان جذب صدا توسط آن‌ها در فرکانس‌های مختلف می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

از پنبه هیدرولیز شده به‌منظور افزایش قدرت جذب صوت استفاده شد. این نوع پنبه از شرکت ماهین سمنان تهیه شده بود. نانوذره سیلیکا نیز مانند پنبه هیدرولیز شده بمنظور افزایش قدرت جذب صوت استفاده گردید. این ماده از شرکت شیمی پخش با خلوص ۹۸/۵ درصد تهیه شد. گچ مورد نیاز برای این مطالعه از نوع گچ معمولی (گچ سمنان مازندران) بود که از یکی از فروشگاه‌های مصالح ساختمانی شهر یزد تأمین شد. جهت تهیه قالب نمونه‌ها، از تفلون خارجی ساخت کشور آلمان که از فروشگاه تأسیسات ساختمانی خریداری شده بود استفاده شد. تفلون‌های خریداری شده، در تراشکاری قطعه ساز به دوایر مسطح به قطر ۲۸ و ۹۸ و به ضخامت ۱۰ میلیمتر تبدیل و مورد استفاده قرار گرفتند. نانورنگ مصرفی با نام NAX۱۰۰SSR از شرکت دانش‌بنیان نانو عایق آکسون تهیه گردید. مشخصات فیزیکی و شیمیایی این نوع رنگ قابل انتشار نمی‌باشد.

جدول۱. نسبت وزنی ترکیبات مورد استفاده در مطالعه

| شماره نمونه | ترکیب/ مواد | گچ ( گرم ) | آب (سی سی ) | نانوذره سیلیکا ( گرم ) | پنبه هیدولیز شده( گرم ) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | نسبت آب و گچ* | ۱۰۰ | ۱۰۰ | - | - |
| ۲ | نسبت آب، گچ و نانو ذره | ۹۰ | ۱۰۰ | ۱۰ | - |
| ۳ | نسبت آب ، گچ و پنبه هیدرولیز شده | ۹۰ | ۱۰۰ | - | ۲ |
| ۴ | نسبت آب، گچ، نانوذره و پنبه هیدرولیز شده | ۹۰ | ۱۰۰ | ۸ | ۲ |



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]

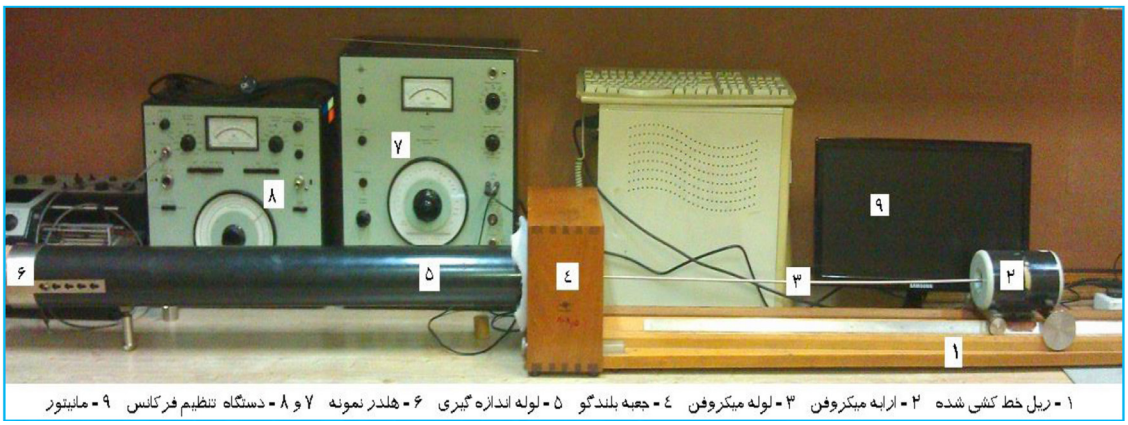
### ساخت نمونه‌های مورد سنجش

مقدار گچ مصرفی در ساخت نمونه ها به‌ترتیب به‌نسبت ۹۰ و ۹۸ درصد وزن نانوذره سیلیکا و پنبه هیدرولیز شده در نظر گرفته‌شد. مقدار آب مصرفی به نسبت برابر با گچ و دیگر مواد مورد استفاده محاسبه گردید (جدول ۱).

برای ساخت نمونه‌ها، با توجه به وجود یا عدم وجود نانوذره سیلیکا و پنبه هیدرولیز شده، مواد در کیسه‌های جداگانه مخلوط و سپس مخلوط حاصله به سطل پلاستیکی انتقال داده شده و به نسبت برابر آب اضافه گردیده و به مدت سه دقیقه به‌هم زده شد. محتویات سطل در قالب‌های ۲۸ و ۹۸ میلیمتر فرم‌دهی شدند. با توجه به عوامل متغیر و احتساب یک نمونه گچ خالص به عنوان کنترل، جمعاً ۸ نمونه ساخته شد. نمونه‌ها جهت تبخیر آب به مدت ۴۵ روز در محیط آزمایشگاه قرارگرفتند. روکش نانویی به ضخامت ۱ میلیمتر، با استفاده از دستگاه ایرلس کراکو بنزینی ساخت کشور آمریکا انجام شد. نمونه‌های روکش‌شده جهت خشک شدن نانورنگ، به‌مدت یک روز در محیط آزمایشگاه قرارگرفتند.

### اندازه‌گیری ضریب جذب صوت

نمونه‌های تهیه‌شده جهت اندازه‌گیری ضریب جذب صوتی به آزمایشگاه آکوستیک دانشگاه صنعتی شریف منتقل شدند تا نسبت به سنجش ضرایب جذب توسط لوله امپدانس مدل ۴۰۰۲ ساخت شرکت K&G کشور دانمارک اقدام گردد. اندازه گیری ضریب جذب صوت با استفاده از استاندارد ISO (۹۸۰۳-۱)، امواج ایستا و توسط نرم افزار Real Time صورت گرفت (شکل ۱).



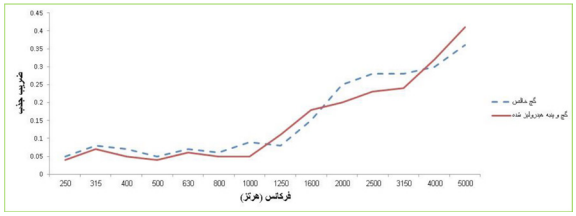

شکل ۱. لوله امپدانس مدل ۴۰۰۲ و اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن جهت تعیین ضریب جذب صوتی.

## نتایج

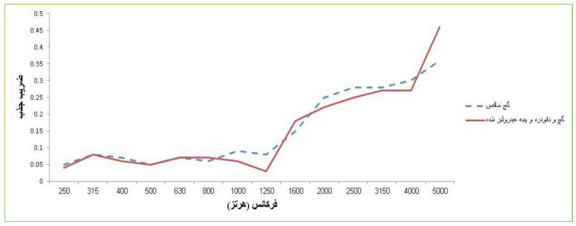
مقادیر ضریب جذب صوت در فرکانس‌های ۲۵۰ تا ۵۰۰۰ هرتز مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌داد در فرکانس‌های مختلف مورد بررسی، نمونه ساخته شده از گچ و پنبه هیدرولیز در اکثر فرکانس‌ها ضریب جذب کمتری در مقایسه با نمونه فاقد پنبه هیدرولیز دارد (نمودار ۱).

در این خصوص، نمونهٔ حاوی گچ، نانوسیلیکا و پنبه هیدرولیز شده، در مقایسه با نمونهٔ فاقد نانوسیلیکا و پنبه هیدرولیز شده، دارای ضریب جذب تقریباً مشابه بجز در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز بودند. (نمودار ۲).

نمونهٔ حاوی گچ، نانوسیلیکا، پنبه هیدرولیز شده و روکش شده با رنگ نانو در مقایسه با نمونهٔ تهیه‌شده از گچ خالص در تمام




نمودار ۱. مقایسه ضریب جذب صوتی گچ خالص، با گچ و پنبه‌هیدرولیزشده در فرکانس‌های مختلف.



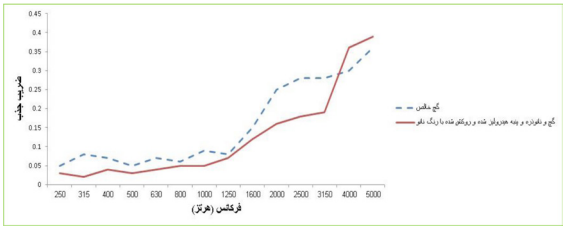

نمودار ۲. مقایسه ضریب جذب صوتی گچ خالص، با گچ، نانوذره‌سیلیکا و پنبه‌هیدرولیزشده در فرکانس‌های مختلف.



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]

فرکانس‌های مورد بررسی بجز فرکانس‌های ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز، ضریب جذب کمتری داشت (نمودار ۳).

از طرف دیگر، افزایش فرکانس از ۲۵۰ تا ۱۲۵۰ هرتز تأثیر چندانی در ضریب جذب نداشت. با این وجود، افزایش فرکانس از ۱۲۵۰ تا ۵۰۰۰ هرتز باعث افزایش ضریب جذب نمونه‌ها گردید. بیشترین ضریب جذب صوت را نمونهٔ حاوی گچ، نانوسیلیکا و پنبه‌هیدرولیزشده در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و به میزان ۰/۴۶ دارا بود. حداکثر اختلاف ضریب جذب نمونهٔ متشکل از گچ، نانوسیلیکا و پنبه هیدولیزشده و روکش شده با رنگ نانو، در مقایسه با نمونهٔ ساخته شده از گچ خالص در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز به میزان ۱۷٪ بود. با این وجود بالاترین تفاوت ضریب جذب به میزان ۴۳٪ و در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز در نمونهٔ محتوی گچ، نانوسیلیکا و پنبه هیدرولیز شده نسبت به نمونهٔ دربردارندهٔ گچ خالص رخ داد. لازم به‌ذکر است الزاماً نانوذرات باعث افزایش ضریب جذب در همه فرکانس‌ها نمی‌شوند و در مواد مختلف، این الگو متفاوت است.




نمودار ۳. مقایسه ضریب جذب صوتی گچ خالص، با گچ، پنبه‌هیدرولیزشده و روکش‌شده با نانورنگ در فرکانس‌های مختلف.

## بحث

بنابر آنچه جستجوی ما نشان می‌دهد، مطالعه حاضر اولین تحقیق در زمینهٔ طراحی و ساخت جاذب صوت بر پایهٔ گچ و نانوذره‌سیلیکا در ایران و جهان می‌باشد. نتایج حاصل از تأثیر نانوذره‌سیلیکا و نانورنگ بر ضریب جذب صوت نشان‌داد که استفاده از نانوسیلیکا و نانورنگ باعث کاهش میزان جذب صوت می‌گردد. با توجه به اینکه نسبت سطح به حجم نانوذرات سیلیکا بسیاربالا می‌باشد در پر کردن خلل و فرج سطوح نمونه‌ها تأثیر بسزایی داشته و درنتیجه موجب بازتاب‌های امواج صوتی گردیده و مانع جذب آنها می‌شوند. نتایج فوق با مطالعهٔ رنگ‌آور و همکاران که بر روی خاصیت جذب صوت تخته‌خرده‌چوب‌ـگچ ساخته شده با ساقه کنف و نانورُس انجام شد (۱۶) هم‌خوانی دارد؛ اما با مطالعهٔ لی و همکاران که با هدف تعیین ویژگی‌های جذب صوت فوم‌های نانوکامپوزیت پلی‌اورتان/ نانوسیلیکا صورت گرفت (۱۷) مطابقت ندارد که این عدم تطابق بعلت متفاوت بودن ساختار مورد استفاده می‌باشد.

نتایج حاصل از ضریب جذب صوت در فرکانس‌های مورد بررسی نشان داد که تمامی نمونه‌های ساخته‌شده در فرکانس‌های پایین (۱۲۵۰-۲۵۰هرتز) دارای ضریب جذب قابل ملاحظه‌ای نبودند. با این وجود، در فرکانس‌های بالا (۵۰۰۰ -۱۶۰۰هرتز) ضریب جذب صوتی مناسبی از خود نشان‌دادند. نتایج مطالعه حاضر با مطالعات رنگ‌آور و همکاران که بر روی خاصیت جذب صوت تخته‌خرده‌چوب‌ـگچ ساخته شده با ساقه کنف و نانورُس انجام شد (۱۶) هم‌خوانی دارد. مطالعهٔ مذکور نشان داد که با افزایش فرکانس، ضریب جذب صوت افزایش می‌یابد؛ و با افزایش درصد کنف، سختی کاهش یافته و جذب صوت افزایش می‌یابد. افزایش نانورُس در ساخت تخته‌ها سبب افزایش سختی سطح تخته‌ها شده و ضریب جذب صوت را کاهش داده است. بیشترین مقدار جذب صوت را تخته‌های ساخته شده با ۶۰٪ کنف و بدون استفاده از نانورُس در فرکانس ۲۰۰۰ از خود نشان دادند. در مطالعه ما بعلت استفاده توأم نانوذرات و الیاف پنبه، رفتار جذبی متفاوت شده است. هم‌چنین نتایج مطالعه حاضر، با مطالعه نوربخش و همکاران در مورد تأثیر فرکانس بر ضریب جذب صوت تخته خورده چوب (۱۸) و نیز مطالعه پودینه‌پور و همکاران در مورد اثر ترکیب ضایعات کشاورزي (ساقه گندم و جو) و چوب صنوبر بر خواص صوتي تخته خرده چوب عایق (۱۹) هماهنگی دارد. داوی و همکارانش در بررسی ساختار سه لایه‌ای شامل دو لایه گچ و لایه داخلی از مواد چسبی ویسکوز به این نتیجه رسیدند که چنین طراحی برای ساختار گچ، شدیداً منجر به از بین رفتن صدا شده و در فرکانس‌های مختلف می‌تواند بهبود عملکرد را نشان‌دهد. همچنین نتایج بررسی تئوریک انتقال صدا از هوا و حفرات موجود پانل در فرکانس‌های مختلف حاکی از این بود که جذب صدا در تمامی فرکانس‌ها رخ داده و نیز استفاده از چسب‌های ویسکو الاستیک نسبت به چسب‌های معمولی اثربخشی بالاتری ازخود نشان داد (۲۰). نتایج لی و همکاران در بررسی اثر اندازه سلول، دانسیته و وزن مولکولی بر میزان جذب صدا از فوم‌های پلی‌اورتان/ نانوسیلیکا نشان داد که با افزایش حجم (مقدار) نانوسیلیکا، میزان ضریب جذب صدا از فوم‌های پلی‌اورتان/ نانوسیلیکا در تمامی فرکانس‌ها افزایش می‌یابد. همچنین، با کاهش اندازه سلول و افزایش چگالی، میزان ضریب جذب صدا از فوم‌های پلی‌اورتان/ نانو سیلیکا افزایش یافت (۱۷). به‌عنوان نکته اصلی می‌توان گفت که الزاماً نانوذرات باعث افزایش ضریب جذب در همه فرکانس‌ها نمی شوند و در مواد مختلف، این الگو متفاوت است.

## نتیجه‌گیری

بررسی ضریب جذب صوتی نانوکامپوزیت متشکل از گچ، پنبه هیدرولیزشده، نانوذره سیلیکا و نانورنگ در فرکانس‌های ۲۵۰ تا ۵۰۰۰ هرتز با استفاده از روش امواج ساکن نشان داد ضریب جذب صوت مربوط به نمونه‌های متشکل از گچ، نانوسیلیکا، پنبه‌هیدرولیزشده و روکش‌شده با رنگ نانو در مقایسه با نمونهٔ ساخته شده از گچ خالص در بیش از ۸۵٪ فرکانس‌ها کمتر بود. نکتهٔ مهم دیگر آنکه با افزایش فرکانس، ضریب جذب صوت نیز افزایش یافت.



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]

**سپاس‌گزاری**

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای محمدرضا نجیمی به راهنمایی دکتر ابوالفضل برخورداری و دکتر علی جبالی می‌باشد. نویسندگان لازم می‌دانند که از کارکنان و کارشناسان آزمایشگاه‌های پژوهش یزد و آکوستیک دانشگاه صنعتی شریف که امکان اجرای این مطالعه را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی نمایند.

**منابع**

1. CW. D. Environmental engineering. ed N-YMHCr, editor1998.
2. EF. S. Urban traffic pollution. London:WHO. 1999:71-88.
3. Barbosa ASM, Cardoso MRA. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. Auris Nasus Larynx. 2005;32(1):17-21.
4. Labor USDo. Occupational Safety and Health Administration OSHA 3151-12R 2003 2015. Available from: http://www.osha.gov/Publications/osha3151.html.
5. R. D. Economic comparison for hearing loss. Occup Med State Rev. 1995;10(22):663-8.
6. Ologe F, Olajide T, Nwawolo C, Oyejola B. Deterioration of noise-induced hearing loss among bottling factory workers. The Journal of Laryngology & Otology. 2008;122(08):786-94.
7. Pouryaghoub G, Mehrdad R, Mohammadi S. Interaction of smoking and occupational noise exposure on hearing loss: a cross-sectional study. BMC Public Health. 2007;7(1):1.
8. Palmer K, Griffin M, Syddall H, Coggon D. Cigarette smoking, occupational exposure to noise, and self reported hearing difficulties. Occupational and environmental medicine. 2004;61(4):340-4.
9. Palmer K, Griffin M, Syddall H, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain. Occupational and environmental medicine. 2002;59(9):634-9.
10. Sarmadi nahri A, ed. KMs. All of the reference materials. tehran: mobtakeran; 2009.
11. Nassiri P, Golbabaei F, Ahmadi-Assour A, Nouri K. Combined effects of noise and toluene on hearing of workers in shoe-making industry in Tehran, 1999. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2003;1(2):55-62.
12. Shakhatreh FM, Abdul-Baqi KJ, Turk M. Hearing loss in a textile factory. Saudi medical journal. 2000;21(1):58-60.
13. Ahmed H, Dennis J, Badran O, Ismail M, Ballal S, Ashoor A, et al. Occupational noise exposure and hearing loss of workers in two plants in eastern Saudi Arabia. Annals of Occupational Hygiene. 2001;45(5):371-80.
14. Atmaca E, Peker I, Altin A. Industrial noise and its effects on humans. Polish Journal of Environmental Studies. 2005;14(6):721-6.
15. Hwang SA, Gomez MI, Sobotova L, Stark AD, May JJ, Hallman EM. Predictors of hearing loss in New York farmers. American journal of industrial medicine. 2001;40(1):23-31.
16. Ranavar H pMHQS-RoWaPS. Evaluation of Sound Absorption Property of Particleboard-Gypsum Made With Jute Stems and Nanoclay. Wood and Paper Science Research of Iran. 2014 (3):434 - 42.
17. Lee J, Kim GH, Ha CS. Sound absorption properties of polyurethane/nano-silica nanocomposite foams. Journal of applied polymer science. 2012;123(4):2384-90.
18. Noorbakhsh A. The effect of frequency on the absorption coefficient of sound insulation particleboard. Wood and Paper Science Research,Research Institute of Forests and Rangelands. 2001;3:230.
19. Poudinehpour M, Ebrahimi Gh, tajvidi M, Charmahali M, Ramtin A. The effects of two kinds of agricultural wastes (wheat and barely straws) on nrc% of aspen particleboards. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 2006;21(2):61-9.
20. Davy JL, Phillips TJ, Pearse JR. The damping of gypsum plaster board wooden stud cavity walls. Applied Acoustics. 2015;88:52-6.



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]

# Effect of Silica Nanoparticles and Nano-dye on Acoustic Absorption Rate of Nano-Composite Based on Hydrolysed Cotton and Gypsum

**Najimi MR[1], Barkhordari A[2], Hekmatimoghaddam S[3], Kouhnavard B[4], Jebali A[*5]**

*[1]MSc of Occupational Health Engineering, Marvdasht Health Center, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.*
*[2]PhD,Department of Occupational Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*
*[3]PhD, Department of Laboratory Sciences, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*
*[4] Instructor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Larestan University of Medical Sciences, Larestan, Iran*
*[5] MSc, Department of Laboratory Sciences, School of Paramedical Sciences, Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences,Yazd, Iran.*

## Abstract

**Introduction:** Exposure to impermissible noise in the workplace is one of the most common occupational hazards and may cause hearing loss. One way to control industrial noise is by acoustic absorbers. Nanoparticles can be used to composite materials. We aimed to design acoustic panels based on gypsum, silicon oxide nanoparticles, hydrolysed cotton and nano-dye, as well as to compare their sound absorbance at various frequencies.

**Materials and Methods:** The nanocomposite consisting of gypsum, hydrolyzed cotton, silica nanoparticles and nano-dye was prepared by simple mixing and heat treatment, and then its sound absorption coefficient was investigated. The absorption coefficient was evaluated at frequencies of 250 to 5000 Hz using static waves and in accordance with ISO 9803-1.

**Results:** Maximum difference of the absorption coefficient was 10% at 2500 Hz, and it was related to a sample consisting of gypsum, nanosilica, hydrolysed cotton, and nano-dye, compared to a pure plaster sample. The highest absorption coefficient (0.46) of the sample was from gypsum, nanosilica and hydrolysed cotton at the frequency of 5000 Hz.

**Conclusion:** The results of this study showed that the absorption coefficient was increased with increasing frequency, but decreased by adding nanoparticles and nano-dye.

**Key words:** Sound Absorption Coefficient, Nanosilica, Nano-dye, Plaster, Hydrolysed Cotton

***Corresponding author**:
*Tel: +989390348478.*
*Email: alijebal2011@gmail.com*
*Received: 2016.04.30* *Accepted: 2016.06.02*



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2024-04-24 ]