

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی نساجی

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی نساجی-تکنولوژی نساجی

## مطالعه و بررسی پیرامون تاثیر پیکربندی لایه های بی بافت در عایق های صوتی

استاد راهنما

دکتر سید عباس میرجلیلی

اساتید مشاور

مهندس حسن مشروطه

دکتر محمد علی صادق زاده

پژوهش و نگارش

ملیحه محمد شاهی

اسفند ماه 88

تقدیم به همسر مهربانم

تشکر و قدردانی :

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید عباس میرجلیلی که با راهنمایی های بی دریغ خویش مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند تشکر می کنم.

همچنین از زحمات آقایان مهندس حسن آقا مشروطه، دکتر محمدعلی صادق زاده و دکتر حمید ابوطالبی در این راستا، بسیار سپاس گزارم.

از پدر و مادر عزیز و مهربانم که با زحمات بی پایان خود در تمام مراحل زندگی مرا یاری کرده اند تشکر می کنم.

از همسر عزیزم که در تمامی مراحل تحصیل پشتیبان من بود بسیار سپاس گزارم.

## چکیده

در این پروژه امیدانس تیوپی ساخته شده قادر میزان جذب صوت لایه ها را با استفاده از روش نسبت موج ایستا تعیین و محاسبه کند.

این وسیله از یک تیوپ تشکیل شده که در یک انتهای آن نمونه و در انتهای دیگر آن منبع صوت قرار گرفته است. دو میکروفون با شرایط یکسان در دو موقعیت مشخص روی تیوپ قرار دارند. با استفاده از یک سیگنال ژنراتور سیگنال های صوتی را در فرکانس های مشخص تولید کرده، سپس به وسیله آمپلی فایر امواج تقویت شده، از طریق منبع صوت (بلندگو) به داخل تیوپ فرستاده می شود. این امواج در انتهای تیوپ به نمونه مورد آزمایش برخورد می کند، قسمتی از امواج صوتی توسط نمونه جذب شده و قسمت دیگر آن از سطح نمونه منعکس می شود.

میکروفون نزدیک به منبع صوت امواج ورودی و میکروفون دوم برهم کنش بین امواج برخوردی و امواج منعکس شده از سطح نمونه را اندازه گیری می کند. سپس با آنالیز امواج ضبط شده از دو میکروفون میزان جذب صوت هر نمونه برای هر فرکانس مشخص تعیین می شود.

برای بررسی پارامترهایی چون اثر تعداد لایه ها و فاصله بین آن ها و همچنین اثر نحوه چیدمان لایه ها، نمونه هایی با ساختار های متفاوت تهیه شده است.

## فهرست مطالب

### فصل اول : مروری بر کارهای انجام شده قبلی

2	1-1 مقدمه
3	2-1 روش تولید لایه های بی بافت
3	1-2-1 DRYLAID
4	2-2-1 AIRLAD
5	3-2-1 SPUNLAID/MELTBLOWN
6	4-2-1 WETLAID
6	3-1 روش های استحکام بخشی
7	1-3-1 CHEMICAL (شیمیایی)
8	2-3-1 THERMAL (حرارتی)
9	3-3-1 MECHANICAL (مکانیکی)
11	2-1 مقدمه ای بر آکوستیک
11	4-1 مقدمه ای بر تعریف صدا و نویز
11	1-4-1 صوت
11	2-4-1 نویز
12	5-1 خصوصیات اموج صوتی ، دامنه فرکانس و فاز
14	7-1 محیط واسط وانتقال صوت
14	1-7-1 سرعت صوت
15	2-7-1 پدیده انتشار
16	3-7-1 انعکاس صدا
17	4-7-1 شکست صدا
18	5-7-1 تفرق صدا
18	6-7-1 تداخل صوت
19	8-1 بزرگی صوت
19	1-8-1 قدرت صوت
19	2-8-1 اندازه گیری قدرت صوت
20	3-8-1 شدت صوت
20	4-8-1 تراز شدت (IL) دسی بل

- 20..... 5-8-1 اندازه گیری شدت صوت
- 21..... 6-8-1 فشار صوت
- 22..... 7-8-1 تراز فشار (SPL)
- 22..... 8-8-1 اندازه گیری فشار صوت
- 23..... 9-1 اثر نویز بر سیستم شنوایی ، افت موقت و دائمی شنوایی
- 23..... 1-9-1 کنترل نویز
- 25..... 2-9-1 عایق بندی صوت، افت انتقال و رده بندی انتقال صدا
- 27..... 3-9-1 عایق بندی صدا از دیواره منفرد، قانون جرم
- 27..... 4-9-1 عایق بندی صدا از دیواره چند لایه
- 28..... 5-9-1 نقش شیشه های چند جداره به عنوان عایق صوتی
- 29..... 10-1 نحوه عملکرد عایق صوتی
- 31..... 11-1 جذب صدا، ضریب جذب صدا
- 31..... 1-11-1 روش اندازه گیری ضریب جذب صوت
- 31..... 1-1-11-1 روش میدان پر انعکاس
- 32..... 2-1-11-1 روش لوله امپدانس
- 32..... 3-1-11-1 حالت پایا
- 32..... 12-1 استفاده از منسوجات بی بافت با تخلخل های متفاوت به عنوان مواد جاذب صوت
- 37..... 1-12-1 بی بافت های کربنی به عنوان عایق های صوتی
- 39..... 1-1-12-1 اندازه گیری میزان جذب صوت
- 41..... 2-1-12-1 جذب صوت تحت فرکانس های پایین
- 43..... 3-1-12-1 جذب صوت تحت فرکانس های بالا
- 43..... 4-1-12-1 ساختار کامپوزیت هایی با وزن سبکتر
- 44..... 2-12-1 کفیوش های الیاف طبیعی به عنوان عایق های صوتی
- 51..... 13-1 بررسی پارامتر های موثر روی میزان جذب صوت در بی بافت ها
- 14-1 بررسی اثر ضخامت و دانسیته کامپوزیت هایی از ضایعات PP و PET روی میزان جذب صوت
- 55..... آن ها

## فصل دوم : اصول کار امپدانس تیوب

- 59..... 1-2 امپدانس تیوب ها و اصول کار آن ها
- 59..... 1 1-2 امپدانس تیوب با یک میکروفون

- 2-1-2 امیدانس تیوب با دو میکروفون ..... 60
- 2-2 تعیین ضریب جذب صوت ..... 61
- 1-2-2 اندازه گیری ضریب جذب صوت با استفاده از روش تابع انتقال سریع فوریه (FFT) ..... 61

### فصل سوم : تجهیزات و وسایل مورد استفاده

- 1-3 مقدمه ..... 69
- 2-3 اصول ساخت و عملکرد امیدانس تیوب ..... 69
- 3-3 اجزای مکانیکی ..... 70
- 1-3-3 ساختار تیوب ..... 70
- 2-3-3 پیستون ..... 71
- 3-3-3 میکروفون ..... 72
- 4-3 اجزای الکترونیکی ..... 74
- 1-4-3 سیگنال ژنراتور ..... 74
- 2-4-3 آمپلی فایر ..... 74
- 3-4-3 آنالیزور فرکانس ..... 74
- 5-3 امیدانس تیوب آزمایشگاهی ..... 74
- 1-5-3 سخت افزار امیدانس تیوب ..... 74
- 2-5-3 بخش نرم افزار ..... 76
- 6-3 تهیه نمونه ها ..... 80

### فصل چهارم : کارهای عملی و تجربیات

- 1-4 مقدمه ..... 84
- 2-4 تعیین ضریب جذب صوت به روش تابع انتقالی ..... 84



## فصل پنجم : بحث ونتیجه گیری

- 1-5 تجزیه وتحلیل داده ها ..... 98
- 1-1-5 اثر تعداد لایه ها بر روی میزان ضریب جذب صوت ..... 98
- 2-1-5 اثر فاصله بین لایه ها بر روی میزان جذب صوت ..... 101
- 3-1-5 اثر نحوه چیدمان لایه ها بر روی میزان جذب صوت ..... 104

## فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

- 1-6 نتیجه گیری ..... 107
- 2-6 پیشنهادات ..... 108
- پیوست ..... 109
- منابع ..... 119

## فهرست اشکال

- شکل 1-1 تشکیل لایه به روش Drylaid ..... 4
- شکل 2-1 تولید لایه به روش Airlaid ..... 4
- شکل 3-1 تشکیل لایه به روش Spunlaid ..... 5
- شکل 4-1 تشکیل لایه به روش Wetlaid ..... 6
- شکل 5-1 استحکام بخشی لایه به روش شیمیایی ..... 7
- شکل 6-1 استحکام بخشی لایه به روش کالندر کردن ..... 8
- شکل 7-1 استحکام بخشی لایه به روش سوزن زنی (مکانیکی) ..... 9
- شکل 8-1 نمایی از موج سینوسی با شدت های مختلف ..... 13
- شکل 9-1 دو شکل موج سینوسی هم دامنه و هم فرکانس با اختلاف فاز  $\phi$  ..... 14
- شکل 10-1 انعکاس بازتاب صدا ..... 16
- شکل 11-1 شکست صدا ..... 17
- شکل 12-1 تفرق صدا ..... 18
- شکل 13-1 برخورد صدا به دیوار انعکاسی آن موجب پدیده تداخل می شود ..... 19
- شکل 14-1 انتشار امواج صوت ..... 30
- شکل 15-1 ساختار کامپوزیت های آکوستیکی ..... 38
- شکل 16-1 سیستم اندازه گیری میزان جذب صوت ..... 39
- شکل 17-1 ضرایب جذب برای کامپوزیت هایی با لایه زیرین پنبه ..... 40
- شکل 18-1 ضرایب جذب برای کامپوزیت هایی با لایه زیرین PP ..... 40
- شکل 19-1 ضرایب جذب برای کامپوزیت هایی با لایه زیرین رامی ..... 40
- شکل 20-1 ضرایب جذب برای کامپوزیت هایی با لایه سطحی ACF ..... 42

- شکل 1-21 ضرایب جذب برای کامپوزیت های با لایه سطحی الیاف شیشه ..... 42
- شکل 1-22 تیوپ امیدانس دو میکروفونه برای اندازه گیری ضریب جذب با استفاده از روش  
ASTME\_1050 ..... 47
- شکل 1-23 ضرایب جذب صوت را برای یک پوشش کنفی سوزن زنی شده و کارد شده  $\frac{OZ}{Yd^2}$  20 را  
در فرکانس های متفاوت ..... 48
- شکل 1-24 ضرایب جذب صوت برای کامپوزیت ها الیاف طبیعی  $\frac{OZ}{Yd^2}$  30، 1-30 c و ترکیب آن ها  
با لایه زیرین های pu و پنبه ..... 49
- شکل 1-25 ضرایب جذب صوت برای کامپوزیت ها الیاف طبیعی  $\frac{OZ}{Yd^2}$  30، 2-30 c و ترکیب آن ها  
با لایه زیرین های pu و پنبه ..... 49
- شکل 1-26 ضرایب جذب صوت برای کامپوزیت ها الیاف طبیعی  $\frac{OZ}{Yd^2}$  30، 3-30 c و ترکیب آن ها  
با لایه زیرین های pu و پنبه ..... 50
- شکل 1-27 مقایسه ضرایب جذب برای لایه های 4-30 c برای فرکانس های مختلف ..... 50
- شکل 1-28 مقایسه ضرایب جذب صوت برای لایه های PU و پنبه برای فرکانس های مختلف .. 51
- شکل 1-29 نتایج جذب صوت برای بی بافت های تولید شده از الیاف 3 و 15 دنیری با سطح مقطع  
گرد ..... 53
- شکل 1-30 تصاویری از سطح مقطع های گرد ، Trilobal, 4DG برای الیاف پلی استر با ظرافت 15  
دنیر ..... 53
- شکل 1-31 تصاویری از سه بی بافت تهیه شده از الیاف با شکل های مختلف Trilobal ..... 54
- شکل 1-32 نتایج جذب صوت برای بی بافت های تهیه شده از الیاف 15 دنیری در سه سطح مقطع  
مختلف ..... 54
- شکل 1-33 نتایج جذب صوت برای بی بافت های تهیه شده از الیاف 3 دنیری با سطح مقطع  
مختلف 4DG در تراکم های مختلف ..... 55

- شکل 1-34 اثر ضخامت کامپوزیت روی NAC ..... 56
- شکل 1-35 اثر دانسیته کامپوزیت روی NAC ..... 57
- شکل 2-1 نمایشی از امپدانس تیوب با یک میکروفون متحرک ..... 59
- شکل 2-2 نمایشی از امپدانس تیوب دو میکروفونه ..... 60
- شکل 2-3 نمای داخلی امپدانس تیوب ..... 62
- شکل 2-4 مقایسه بین امپدانس تئوری و امپدانس محاسبه شده برای طول  $L_0=0.1\text{cm}$  ..... 63
- شکل 2-5 نمایشی از امپدانس تیوب با تیوب اضافه ..... 64
- شکل 2-6 دامنه های فشار و جابه جایی در استوانه امپدانس ..... 64
- شکل 3-1 نمایشی کلی از امپدانس تیوب دو میکروفون با تمام تجهیزات ..... 70
- شکل 3-2 پورت های اطراف میکروفون ..... 72
- شکل 3-3 ضریب جذب صوت برای یک نمونه مشخص در دو جفت میکروفون  $\frac{1}{2}$ ،  $\frac{1}{4}$  اینچ ..... 73
- شکل 3-5 نحوه قرار دادن بلند گو در انتهای تیوب ..... 73
- شکل 3-6 محیط نرم افزار COOL EDIT PRO 2.0 ..... 76
- شکل 3-7 نمایشی از امپدانس تیوب آزمایشگاهی ..... 77
- شکل 3-8 لوله استیل با سطح داخلی صیقل داده شده ..... 78
- شکل 3-9 قطعه تفلونی که به عنوان پیستون ویا نگهدارنده نمونه استفاده می شود ..... 78
- شکل 3-10 سیگنال ژنراتور TTI ساخت کشور آلمان ..... 79
- شکل 3-11 برد الکترونیکی برای ضبط کردن صدا ..... 79
- شکل 3-13 شکل ساختاری پانل اول ..... 81

- شکل 3-14 شکل ساختاری پانل دوم ..... 81
- شکل 3-15 شکل ساختاری پانل سوم ..... 81
- شکل 3-16 شکل ساختاری پانل چهارم ..... 82
- شکل 3-13 شکل ساختاری پانل پنجم ..... 82
- شکل 3-13 شکل ساختاری پانل ششم ..... 82
- شکل 4-1 شکل موج نمونه 1 لایه در فرکانس 500 هرتز ..... 88
- شکل 4-2 شکل موج نمونه 3 لایه در فرکانس 500 هرتز ..... 88
- شکل 4-3 شکل موج نمونه 2 لایه با فاصله 0/5 سانتی متر در فرکانس 500 هرتز ..... 91
- شکل 4-4 شکل موج نمونه 2 لایه با فاصله 0/5 سانتی متر در فرکانس 1000 هرتز ..... 91
- شکل 4-5 شکل موج نمونه پانل دوم در فرکانس 250 هرتز ..... 94
- شکل 4-6 شکل موج نمونه پانل دوم در فرکانس 500 هرتز ..... 94
- شکل 4-7 شکل موج نمونه پانل چهارم در فرکانس 250 هرتز ..... 95
- شکل 4-8 شکل موج نمونه پانل چهارم در فرکانس 1000 هرتز ..... 95
- شکل 5-1 بررسی تعداد لایه ها در فاصله بین لایه 0 ..... 99
- شکل 5-2 بررسی اثر تعداد لایه ها در فاصله بین لایه 0/5 ..... 99
- شکل 5-3 بررسی اثر تعداد لایه ها در فاصله بین لایه 1 ..... 100
- شکل 5-4 بررسی اثر تعداد لایه ها در فاصله لایه 1/5 ..... 100
- شکل 5-5 بررسی اثر فاصله بین لایه ها برای نمونه های دولایه ..... 103
- شکل 5-6 بررسی اثر فاصله بین لایه ها برای نمونه های سه لایه ..... 103
- شکل 5-7 بررسی اثر نحوه چیدمان لایه ها ..... 105

## فهرست جداول

- جدول 1-1 سرعت صوت در محیط های مختلف ..... 15
- جدول 2-1 TL اندازه گیری شده در برخی از مواد ..... 26
- جدول 3-1 میزان کاهش انتقال صوت ..... 29
- جدول 4-1 جدول مشخصات مواد ..... 36
- جدول 5-1 مطلوب ترین شرایط برای تابع لگاریتمی ..... 37
- جدول 6-1 مقادیر  $\alpha$  برای لایه های زیرین در حد بالا و پایین فرکانس های مورد استفاده ..... 41
- جدول 7-1 خصوصیات الیاف مورد استفاده در بی بافت ها ..... 44
- جدول 8-1 کامپوزیت های تهیه شده با لایه زیرین الیاف طبیعی با استفاده از روش سوزن زنی ..... 46
- جدول 9-1 خصوصیات الیاف استفاده شده برای تولید بی بافت های سوزن زنی شده در اندازه گیری میزان جذب صوت ..... 52
- جدول 1-3 مشخصات لایه تولید شده ..... 80
- جدول 1-4 ضرایب جذب صوت با استفاده از روش FFT ..... 85
- جدول 2-4 مقادیر nac برای سری اول نمونه ها ..... 87
- جدول 3-4 امپدانس صوتی نمونه های سری اول ..... 89
- جدول 4-4 مقادیر nac برای سری دوم نمونه ها ..... 89
- جدول 5-4 امپدانس صوتی نمونه های سری دوم ..... 90
- جدول 6-4 مقادیر nac برای سری سوم نمونه ها ..... 92
- جدول 7-4 امپدانس صوتی نمونه های سری سوم ..... 92
- جدول 8-4 مقادیر nac برای سری چهارم نمونه ها ..... 93
- جدول 9-4 امپدانس صوتی نمونه های سری چهارم ..... 96







## فصل اول

### مروری بر کارهای انجام شده قبلی

## 1-1 مقدمه

زندگی پر از صدا است و ما همیشه طالب شنیدن صداهای خوش و حیاتی هستیم و از صداهای نامطبوع و خطرناک گریزانیم. به طور کلی باید گفت هر چه بیشتر پیش می‌رویم بشر نسبت به حس شنوایی بیشتر توجه پیدا می‌کند. از نظر اهمیتی که آکوستیک یا علم صدا دارا می‌باشد می‌توان انتظار داشت که این موضوع در تاریخ علوم فیزیک جزء مطالب اساسی به شمار رفته باشد.

پدیده آکوستیک و کوشش در جذب صدا در محیط‌های مختلف مانند کارخانجات و منازل مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به انبوه‌سازی واحدهای مسکونی در سال‌های اخیر پدیده آکوستیک در منازل نیز مورد تاکید می‌باشد. دسته‌ای از منسوجات که به عنوان عایق‌های صوتی مورد کاربرد قرار گرفته‌اند منسوجات بی‌بافت می‌باشند. در جهان امروز منسوجات بی‌بافت بخش مهمی از تولیدات نساجی با کاربردهای گسترده را تشکیل داده است و از طرف دیگر همان‌طور که بیان شد، آلودگی صوتی و تلاش برای مهار بیشتر آن اذهان محققان را به خود مشغول کرده است. شواهد و آمار بیان‌گر این مطلب است که امروزه تمایل برای استفاده از منسوجات بی‌بافت به عنوان عایق‌های صوتی و حرارتی تا حد زیادی بالا رفته است.

## 2-1 روش تولید لایه های بی بافت:

تولید منسوج بی بافت ابتدا با آرایش دادن به الیاف به صورت یک ورقه یا لایه وب آغاز می شود. الیاف می توانند یا به صورت الیاف کوتاهی باشند که از عدل باز می شوند و یا به صورت الیاف فیلامنتی باشند که توسط اکسترودر و از پلیمرهای مذاب تولید می شوند. چهار روش اصلی برای تشکیل وب وجود دارد:

-DRYLAIID

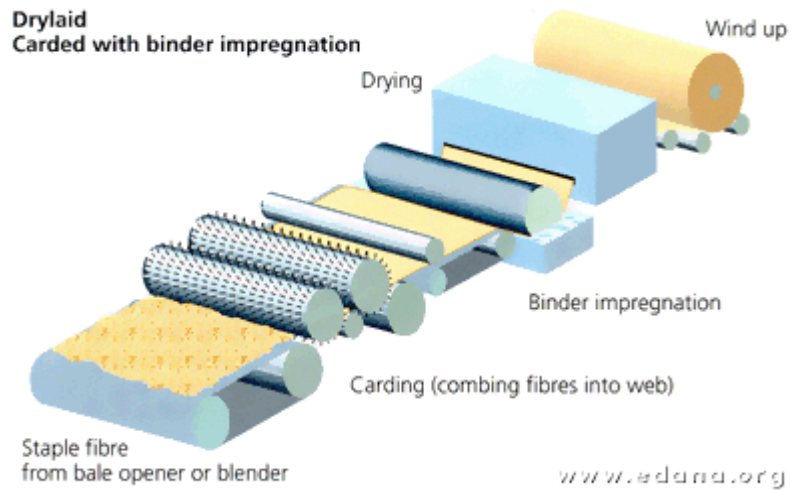
-AIRLAIID

-SPUNLAIID/MELTBLOWN

-WETLAIID

### **:DRYLAIID1-2-1**

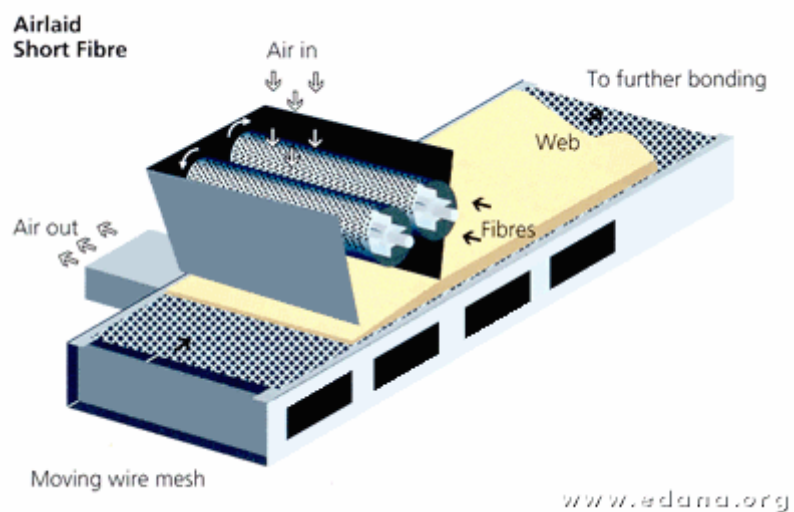
کاردکردن یک فرآیند مکانیکی است که ابتدا با باز کردن الیاف داخل عدل آغاز می گردد، سپس الیاف مخلوط می شوند و توسط سیستم پنوماتیک (جریان هوا) به مرحله بعد حمل می شوند. الیاف بوسیله استوانه ای که از یکسری سوزن یا دندان پوشیده شده است به صورت موازی در می آیند. تنظیمات این مرحله به میزان نیاز محصول به موازی بودن الیاف و وزن خطی آن بستگی دارد. لایه وب می تواند به صورت "موازی" باشد که در آن بیشتر الیاف در فرآیند تولید به صورت موازی و مستقیم قرار میگیرند و یا اینکه به صورت "راندوم" باشند. معمولا وب های موازی دارای استحکام بیشتری در برابر کشش، ازدیاد طول کمتر و مقاومت کمتری در برابر پارگی هستند. با تغییر سرعت تولید و نوع ساختمان وب می توان محصولات متنوعی تولید کرد.



شکل 1-1 تشکیل لایه به روش Drylaid

## 2-2-1: AIRLAD

دومین روش تشکیل تار عنکبوتی AIRLAD است که در این روش الیاف می توانند دارای طول بسیار کوتاهی باشند. در این روش الیاف به وسیله جریان هوا به پایین هدایت می شوند و روی تسمه نقاله یا استوانه مشبک ریخته می شوند. در مقایسه با وب های کارد شده، این وب ها چگالی کمتر، نرمی بیشتر و ساختمان ضخیمی دارند. وب های AIRLAD دارای تنوع زیادی در انواع مخلوط الیاف هستند که این می تواند باعث افزایش تنوع تولید گردد.



شکل 2-1 تولید لایه به روش Airlaid