دانشگاه صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران

دانشکده فنی و مهندسی رسانه

پایان نامه‌کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا

کاهش نوفه ی حاصل از تجهیزات داخلی رک های واقع در مرکز داده با استفاده از روش ANC و آرایه ی میکروفنی

سیده زهرا جلیل زاده شیروانی

استاد راهنما:

دکتر محمد عسگری

استاد مشاور:

مهندس محمد ابراهیم صادقی

پاییز ۱۳۹۲

تقدیم به:

علی (ع)

و سپس تقدیم به آموزگاران صبر و ادب در زندگی ام

با احترام تقدیم به:

پدر و مادرم

و نیز تلاشم را هدیه ای کوچک می دانم پیشکش روح بزرگ انسان وارسته ای که نامش تا همیشه ی تاریخ، در ذهن مردم دیارمان و سهمش، در پیشرفت کشورم جاودانه است.

تقدیم به روح بزرگت:

سید حسین فلاح نوشیروانی

خدایا:

مرا در ستودن آن کس که به من عطایی فرمود، موفق فرما

و در نکوهش آن کس که از من دریغ داشت، آزمایش فرما

در صورتی که در پشت پرده، اختیار هر بخشش و دریغی در دست توست

و تو بر همه چیز توانایی!

نهج البلاغه

اساتید گرانقدر: جناب آقای دکتر عسگری و جناب آقای مهندس صادقی

صمیمانه سپاس گزار همراهی شما در طول این پایان نامه هستم....

با تشکر بی نهایت از پدر و مادرم، که دعایشان بدرقه ی راهم و دستان پر مهرشان یاری گر لحظات زندگی ام است

و

همچنین سپاس فراوان از برادران و خواهرانم که همیشه در لحظات سخت مرا به پیشرفت ترغیب کرده اند.

و در پایان، قدردان همراهی تمامی دوستان، به ویژه جناب آقای دکتر اللهیار منتظری هستم.

چکیده

در این پایان نامه، پس از مطالعه ی سیستم کاهش فعالِ نوفه ی آکوستیکی، عملکرد یک سیستم چند کاناله‌ANC، با استفاده از الگوریتم متداول FXLMS، برای کاهش موضعیِ نوفه ی مراکز داده مورد بررسی قرار گرفته است. مرکز داده ی سازمان صدا و سیما به عنوان فضای نمونه این تحقیق، در نظر گرفته شده است. روش جمع آوری داده از طریقِ اندازه گیری های آکوستیکی بوده است. بخشی از داده ها برای تحلیل و بررسی میزان آلودگی صوتی این مرکز و برخی دیگر برای پردازش توسط نرم افزار MATLAB جهتِ بررسی عملکرد سیستم طراحی شده به کار رفته است. اثر افزایش تعداد میکروفن های مرجع با اجرای برنامه ی سیستم های چند کاناله با ساختار ۱×٤×۲، ۱×٤×۳، ۱×٤×٤ و ۱×٤×۵ و میزان عملکرد سیستم چند کاناله با ساختار ۱×٤×۵ برای پهنای باند مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن حجم محاسبات الگوریتم FXLMS به ویژه برای سیستم چند کاناله، با تغییر روش فیلترینگ سیگنال های مرجع و خروجی فیلترهای وفقی، ساختاری برای کاهش محاسبات و پیچیدگی های الگوریتم FXLMS پیشنهاد گردیده است. نتایج اندازه گیری ها طبق استاندارد، حاکی از آن است که این مرکز از نظر صوتی یک محیط آلوده برای کارکنان آن به شمار می رود. همچنین، نتایج شبیه سازی نشان می دهد، افزایش تعداد میکروفن های مرجع، بر عملکرد سیستم تاثیر مثبت داشته و بهترین ساختار از میان ساختارهای مورد بررسی، جهت طراحی سیستم چند کاناله برای فضای نمونه ی این تحقیق، سیستم ۱×٤×۵ است. اگرچه میزان عملکرد سیستم با افزایش پهنای باند نوفه ی اولیه، کاهش می یابد ولی رابطه ی مشخصی بین پهنای باند نوفه ی اولیه و بازده ی سیستم تعریف نشده است. مقایسه ی بین عملکرد سیستم پیشخور با ساختار استانداردِ الگوریتم FXLMS و ساختارِ پیشنهادی، نشان می دهد، ساختارِ پیشنهادی در کاهش نوفه ی پهن باند، ضمن نیاز به زمان پردازش کمتر، از عملکرد بهتری برخوردار است. در نهایت، با اعمال باند محدود به عنوان سیگنال ضد صدا، ضمن بررسی عملکرد سیستم پسخور در فضای نمونه و مقایسه آن با سیستم های پیشخور طراحی شده، باند بسامدی مناسب بر اساس این نوع سیستم برای فضای مورد نظر، پیشنهاد شده است. طبق نتایج، حداکثر کاهش ایجاد شده در توان سیگنال اولیه توسط این سیستم، در یک بسامدِ بیشینه، به میزان ۱۷ دسی بل و به طور متوسط معادل ۷/۱۷ دسی بل در باند بسامدیِ ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز است.

واژگان‌کلیدی: کاهش فعال نوفه، مرکز داده، اندازه گیری، آرایه ی میکروفنی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ٤
فهرست مطالب ..... أ
فهرست شکل ها و جدول ها ..... ه
فصل اول: کلیات تحقیق ١١
١-١- مقدمه ١٢
١-٢- طرح مسئله ١٢
١-٣- ضرورت و اهمیت تحقیق ١٣
١-٤- اهداف تحقیق ١٤
١-٥- سوالات تحقیق ١٤
١-٦- فرضیات تحقیق ١٤
١-٧- تعریف مفاهیم ١٥
فصل دوم :مبانی نظری تحقیق ١٨
٢-١- مقدمه ١٩
٢-٢-تحقیقات پیشین ١٩
٢-٢-١- تحقیقات انجام شده در ایران ٢١
٢-٣- انواع روش کنترل نوفه ٢١
٢-٣-١- روش کنترل غیر فعال نوفه ٢٢
٢-٣-٢- روش کاهش فعال نوفه ٢٢
٢-٣-٢-١- ضرورت استفاده از ANC ٢٣
٢-٣-٢-١-١- ضعف مواد جاذب در کنترل نوفه های با بسامد پایین ٢٣
٢-٣-٢-١-٢- حجم بالای مواد جاذب ٢٣
٢-٣-٢-١-٣- محدودیت های مکانیکی ٢٣
٢-٣-٢-٢- کاربردهای ANC ٢٣
٢-٣-٢-٢-١- کاربرد در سیستم های تهویه ٢٤
٢-٣-٢-٢-٢- کاربرد درکاهش نوفه ی فن ها ٢٤

۲-۳-۲-۲-۳- کاربرد در مراکز داده ۲٤
۲-۳-۲-۲-٤- کاربرد در کابینت های عایق صدا ۲۵
۲-۳-۲-۳- اصول کلی سیستم های ANC ۲۵
۲-۳-۲-۳-۱- اجزای اصلی سیستم های ANC ۲٦
۲-۳-۲-٤- نظامِ تطبیق ۲۷
۲-۳-۲-٤-۱- فیلترهای وفقی در سیستم های ANC ۲۸
۲-۳-۲-٤-۲- فیلترهای FIR در سیستم های ANC ۲۹
۲-۳-۲-٤-۳- الگوریتم های وفقی در سیستم های ANC ۳۰
۲-۳-۲-٤-۱-۱- الگوریتم LMS ۳۰
۲-۳-۲-٤-۱-۲- الگوریتم FXLMS ۳۱
۲-۳-۲-۵- کاهش کلی یا موضعی ۳۳
۲-۳-۲-٦- اثر مسیر ثانویه ۳٤
۲-۳-۲-۷- اثر بازخورد آکوستیکی ۳۵
۲-۳-۲-۸- انواع سیستم های ANC ۳٦
۲-۳-۲-۸-۱- سیستم چند کاناله ۳۷
۲-۳-۲-۸-۱- ۱- انواع سیستم چند کاناله ۳۸
۲-۳-۲-۸-۱- ۱- ۱- سیستم چند کاناله ی پیشخور با استفاده از الگوریتم FXLMS ۳۸
۲-۳-۲-۹- آرایه ی میکروفنی در سیستم های ANC ٤۰
فصل سوم: روش تحقیق ٤٤
۳-۱- مقدمه ٤۵
۳-۲- ابزار سنجشِ تحقیق ۵٤
۳-۳- ملاحظات عملی در اجرای برنامه ی سیستم با استفاده از الگوریتم FXLMS
..... ۵۹
- سیگنال خطا ٦۰
- مشخصات پیش فیلتر ٦۱
۳-٤- تعیین محلِ نقطه ی سکوت ٦۱
۳-٤-۱- انتخابِ سیگنال آزمایشی ٦٤
۳-۵- تعیین و مدل سازی توابع تبدیل مسیرهای آکوستیکی ٦۵

۳-۵-۱- مدل سازی توابع تبدیل مسیرهای اولیه..... ٦٧
۳-۵-۲- مدل سازی مسیرهای ثانویه..... ٦٧
۳-۵-۱-تعیین مسیر ثانویه..... ٦٩
۳-۵-۲-تخمین مسیر ثانویه..... ٧١
فصل چهارم: یافته‌های تحقیق..... ٧٣
٤-۱- مقدمه..... ٧٤
٤-۲- مشخصات مرکز داده ی سازمان صدا و سیما..... ٧٤
٤-۳- یافته های حاصل از شناسایی و تحلیل نوفه های موجود در مرکز داده..... ٧٧
٤-٤- یافته های حاصل از اندازه گیری ترازِ نوفه در مرکزِ داده..... ٧٩
٤-۵- یافته های حاصل از شبیه سازی..... ٨۵
٤-٦- اجرای برنامه ی سیستم با الگوریتم FXLMS استاندارد..... ٨٧
٤-٦-۱- اجرای برنامه ی سیستم چند کاناله ۱×٤×۲ با الگوریتم FXLMS..... ٨٨
٤-٦-۲- اجرای برنامه ی سیستم چند کاناله ۱×٤×۳ با الگوریتم FXLMS..... ٩٢
٤-٦- ۳- اجرای برنامه ی سیستم چند کاناله ۱×٤×٤ با الگوریتم FXLMS..... ٩٤
٤-٦- ٤- اجرای برنامه ی سیستم چند کاناله ۱×٤×۵ با الگوریتم FXLMS..... ٩٧
٤-٦- ۵- بررسی اثر پهنای باند نوفه بر اجرای برنامه ی سیستم چند کاناله ۱×٤×۵ با الگوریتم FXLMS..... ١٠٠
٤-٧- الگوریتم FXLMS با ساختار فیلترینگ اصلاح شده..... ١٠٢
٤-٨- عملکرد سیستم چند کاناله با استفاده از الگوریتم FXLMS با حذف سیگنال های مرجع..... ١٠٨
فصل پنجم: نتیجه‌گیری..... ١١۵
۵-۱- مقدمه..... ١١٦
۵-۲- دستاوردها..... ١١٦
۱-۵-۲- دستاورد تئوری..... ١١٦
۲-۵-۲- دستاورد نرم افزاری..... ١١٦
۲-۵-۲-۱- ضبط چند کاناله ی نوفه..... ١١٧
۲-۵-۲-۲- نتایجِ حاصل از بررسیِ مشخصات و تحلیل بسامدیِ نوفه ی مرکز داده..... ١١٧
۲-۵-۲-۳- نتایج حاصل از بررسیِ آلودگی صوتی مرکز داده..... ١١٧
۲-۵-۲-٤- نتایج حاصل از بررسی عملکرد سیستم با تعدادِ متفاوت میکروفن های مرجع..... ١٢١

۲-۵-۲-۵- نتایج حاصل از بررسی اثر پهنای باند نوفه بر عملکرد سیستم طراحی شده ۱۲۲
۲-۵-۲-٦-بهبود عملکرد الگوریتم FXLMS با ساختار پیشنهادی ۱۲۲
۲-۵-۲-۷-اجرای سیستم چند کاناله با الگوریتم *FXLMS* با اعمال باند بسامدیِ محدود ۱۲۲
۲-۵-۲-۸-نتایج نهایی ۱۲۳
۳-۵-۲- دستاورد های علمی- نوشتاری ۱۲۳
٤-۵-۲- دستاورد عملی ۱۲٤
۵-٤- پیشنهادهای تحقیق ۱۲۵
۵-۵- محدودیت‌های تحقیق ۱۲۷
فهرست منابع و مآخذ ۱۳۱

فهرست شکل ها و جدول ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱) شبکه های وزن دهی مختلف برای تراز فشار صوتی [۱] A(رنگ آبی)، B (رنگ زرد) و C (رنگ قرمز) و D (رنگ سیاه) که در میان آنها، فیلتر شبکه A تطابق بیشتری با سیستم شنوایی انسان دارد..... ۱۶

شکل (۲-۱) اساس کارِ سیستم ANC، خنثی سازی موج صوتیِ اولیه با استفاده از موج مخالف که دارای دامنه ی مشابه ولی اختلاف فازی به اندازه ی ۱۸۰ درجه..... ۲۲

شکل (۲-۲) کاربرد سیستم در کاهش نوفه ی ناشی از سیستم های تهویه و سرمایشی [۲۹]..... ۲۴

شکل (۲-۳) کاهش نوفه ی فن با استفاده از سیستم پیشخور ANC [۳۰]..... ۲۴

شکل (۲-٤) کاربرد سیستم ANC در اتاق مرکز داده [۱۲]..... ۲۵

شکل (۲-۵) اصول کار سیستمANC، تداخل امواج اولیه و ثانویه که منجر به حذف امواج اولیه می شود [۳۱]..... ۲۶

شکل (۲-٦) اجزای تشکیل دهنده ی سیستم ANC [۳۲]..... ۲۷

شکل (۲-۷) نظام تطبیقِ که شامل فیلتر وفقی و الگوریتم وفقی است [۳۵]..... ۲۸

شکل (۲-۸) نمودار بلوکی یک فیلتر با پاسخ ضربه ی محدود [۳۵]..... ۲۹

شکل (۲-۹) بلوک دیاگرام سیستم ANC که عناصرِ مسیر ثانویه در آن، به نمایش در آمده است . ۳۱

شکل (۲-۱۰) بلوک دیاگرام الگوریتم FXLMS تک کاناله..... ۳۲

شکل (۲-۱۱) بلوک دیاگرام سیستم ANC بدون در نظر گرفتن اثر مسیر ثانویه..... ۳٤

شکل (۲-۱۲) ساختار یک سیستم چند کاناله با J میکروفن مرجع، K منبع کنترلی و M میکروفن خطا [۹]..... ۳۸

شکل (۲-۱۳) دریافت سیگنال های مرجع در حضور دو منبع نوفه با استفاده از یک میکروفن مرجع [٤۰]..... ٤۱

شکل (۲-۱٤) دریافت سیگنال های مرجع در حضور دو منبع نوفه با استفاده از دو میکروفن مرجع [٤۰]..... ٤۲

شکل (۲-۱۵) بلوک دیاگرام ساختار MRSI برای دریافت سیگنال های مرجع [٤۰]..... ٤۲

شکل (۳-۱) مدل مفهومی تحقیق..... ٤٥
شکل (۳-۲) فلوچارت روند انجام پایان نامه..... ٤٩
شکل (۳-۳) فلوچارت مدل سازی توابع تبدیل مسیر ثانویه..... ٥١
شکل (۳-٤) فلوچارت پردازش سیگنال..... ٥٣
شکل (۳-٥) دستگاه تحلیل گر ۲۲٦۰ در فضای نمونه..... ٥٤
شکل (۳-٦) میکروفن **D880** به عنوان میکروفن مرجع در فضای نمونه که در حال اندازه گیری است..... ٥٥
شکل (۳-۷) پاسخ بسامدی میکروفن **D880** که به عنوان میکروفن مرجع در فضای نمونه به کار برده شده است [٥٥]..... ٥٥
شکل (۳-۸) میکروفن **U87** به عنوان میکروفن خطا در فضای نمونه که در حال اندازه گیری است. ٥٦
شکل (۳-۹) پاسخ بسامدی میکروفن **U87** که به عنوان میکروفن خطا در فضای نمونه به کار گرفته شده است..... ٥٦
شکل (۳-۱۰) اندازه گیری توسط بلندگوی تمام جهتی و میکروفن خطا برای مدل سازی مسیر ثانویه..... ٥٧
شکل (۳-۱۱) میز صدا مدل **M-AUDIO** که به عنوان واسط دیجیتال در آزمایش ها به کار گرفته شده است..... ٥٨
شکل (۳-۱۲) نمایی از تجهیزات نصب شده در فضای نمونه که در حال اندازه گیری است..... ٥٩
شکل (۳-۱۳) نمایی از نرم افزار **NUENDO** که در حال ضبط سیگنال های مرجع و خطا است. ٦۰
شکل (۳-۱٤) ولتاژ لحظه ای سیگنال خطا که توسط میکروفن **U87** دریافت شده است..... ٦۱
شکل (۳-۱٥) فیلتر نوع دوم چپی شف که به عنوان پیش فیلتر در برنامه مورد استفاده قرار گرفته است..... ٦۱
شکل (۳-۱٦) محلِ نقطه ی سکوت در فضای مرکز داده که میکروفن خطا در آنجا، قرار گرفته است..... ٦۳
شکل (۳-۱۷) پاسخ بسامدی و پاسخ فازیِ محیطِ مرکز داده..... ٦٤
شکل (۳-۱۸) چگالی طیفِ توان نوفه ی سفید که به عنوان سیگنال آزمایشی به کار برده شده است. ٦٥

شکل (۳-۱۹) بلوک دیاگرام مدل سازی یک مسیر ناشناخته با استفاده از فیلتر دیجیتال..... ٦٦
شکل (۳-۲۰) ساختار روش مدل سازی بر حسب روش OE..... ٦٦
شکل (۳-۲۱) محل قرار گیری بلندگو و میکروفن خطا در مرکز داده برای تعیین توابع تبدیل مسیر ثانویه..... ٦٨
شکل (۳-۲۲) نمایی از محل قرار گیری بلندگو و میکروفن خطا در مرکز داده..... ٦٩
شکل (۳-۲۳) چگالی طیفِ توان سیگنال خطا که توسط میکروفن U87 دریافت شده است..... ٦٩
شکل (۳-۲٤) تعیین درجه ی فیلتر مدل سازی شده ی IIR در ساختارِ مدل سازی به روشِ OE. . ۷۰
شکل (۳-۲۵) پاسخ ضربه ی مسیر ثانویه ی اول با تعداد ضرایب ۳۲..... ۷۲
شکل (٤-۱) یک مرکز داده که شامل سه نوع ساختار سیستم های سرمایشی است..... ۷٤
شکل (٤-۲) نمونه ای از مراکز داده که از نوعِ سیستم های سرمایشی مستقر در اتاق است که منجر به تشکیل راهروی سرد و گرم می شود [۷۲]..... ۷۵
شکل (٤-۳) پلان مرکز داده ی سازمان صدا و سیما..... ۷۵
شکل (٤-٤) نمای داخلی مرکز داده در مرکز داده سازمان صدا و سیما..... ۷٦
شکل (٤-۵) نمای جانبی مرکز داده سازمان صدا و سیما..... ۷۷
شکل (٤-٦) ولتاژ لحظه ای نوفه ی مرکز داده..... ۷۸
شکل (٤-۷) تحلیلِ بسامدی نوفه ی ضبط شده در فضای مرکز داده با استفاده از نرم افزار ADOBE AUDITION[٦۲]..... ۷۹
شکل (٤-۸) منحنی های استاندارد بر سنجِ نوفه [۷٦]..... ۸۰
جدول (٤-۱) استاندارد های موجود برای برسنجِ نوفه محیط های مختلف [۷۸]..... ۸۰
شکل (٤-۹) اندازه گیری تراز نوفه در فضای مرکز داده با استفاده از دستگاه تحلیل گر ۲۲٦۰ . ... ۸۱
جدول (٤-۲) تراز فشار صوتی اندازه گیری شده بر حسب dB در نقاط مختلف مرکز داده ی سازمان بر حسب بسامدهای یک هنگامی..... ۸۲
شکل (٤-۱۰) تراز فشار صوتی به دست آمده از مرکز داده ی سازمان صدا و سیما به تفکیک نقاط محل اندازه گیری در باند یک هنگامی..... ۸۳
شکل (٤-۱۱) منحنی نوفه ی معادل میانگین مرکز داده ی سازمان صدا و سیما..... ۸۳
شکل (٤-۱۲) منحنی نوفه ی معادل میانگین مرکز داده ی سازمان صدا و سیما بر حسب شبکه ی وزن دهی A..... ۸٤

جدول (٤-٣). دادهای مربوط به اندازه گیری تراز نوفه در محیط مرکز داده ٨٤
شکل (٤-١٣) بلوک دیاگرام سیستم ANC چند کاناله ی پیشنهادی با ساختارِ ١×٤×٥..... ٨٦
جدول (٤-٤) پارامترهای شبیه سازی..... ٨٧
شکل (٤-١٤) بلوک دیاگرام سیستم ANC چند کاناله با ساختار ١×٤×٢..... ٨٩
شکل (٤-١٥) محل قرار گرفتن میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٢ در محیط مرکز داده..... ٩٠
شکل (٤-١٦) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٢ در محل نقطه ی سکوت..... ٩٢
جدول (٤-٥) میزان کاهش توان سیگنال بر حسب بسامد در نقطه ی سکوت با استفاده از سیستم چند کاناله با ساختار ١×٤×٢..... ٩٢
شکل (٤-١٧) محل قرار گرفتن میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٣ در فضای مرکز داده..... ٩٣
شکل (٤-١٨) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٣..... ٩٤
جدول(٤-٦) میزان کاهش توان سیگنال با استفاده از سیستم ANC با ساختار ١×٤×٣..... ٩٤
شکل (٤-١٩) آرایش میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٤... ٩٥
شکل (٤-٢٠) محل قرار گرفتن میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٤ در فضای مرکز داده..... ٩٥
جدول(٤-٧) میزان کاهش توان سیگنال ها در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٤ در فضای مرکز داده. ٩٥
شکل (٤-٢٢) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا بر حسب بسامد در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٤. ..... ٩٧
شکل (٤-٢٣) آرایشِ میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٥.... ٩٧
شکل (٤-٢٤) محل قرار گرفتن میکروفن های مرجع و میکروفن خطا در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٥ در محیط مرکز داده..... ٩٨
شکل (٤-٢٥) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا بر حسب بسامد در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٥. ..... ٩٨
جدول(٤-٨) میزان کاهش در سیستم ANC با ساختار ١×٤×٥ در فضای مرکز داده..... ٩٨

شکل (٤-٢٦) عملکرد چهار سیستم با ساختارهای ١×٤×٢، ١×٤×٣، ١×٤×٤ و ١×٤× ٥ در باند بسامدی ٨٠ تا ٨٨٠ هرتز. ٩٩
جدول (٤-٩) مقادیر متوسط و انحراف معیار چهار سیستم با ساختارهای متفاوت. ١٠٠
شکل (٤-٢٧) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر الف) باند گذر: ٨٠ تا ٨٠٠٠ هرتز ب) باند گذر: ٨٠ تا ١١٢٠٠ ج) باند گذر: ٥٦٠ تا ٩٦٠ هرتز، د) باند گذر: ٤٠٠ تا ٨٠٠ هرتز، ه) باند گذر: ٦٠٠ تا ٨٠٠ هرتز، و) باند گذر: ٨٠ تا ٨٠٠ هرتز. ١٠١
شکل(٤-٢٨) بلوک دیاگرام الگوریتم **FXLMS** با ساختار پیشنهادی. ١٠٤
جدول(٤-١٠) مقایسه ی عملکرد دو ساختار استاندارد و اصلاح شده برای الگوریتم **FXLMS** در کاهش باند بسامدی متفاوت. ١٠٦
شکل (٤-٢٩) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار استاندارد ١×٤×٥ با باند گذر٥٠٠ تا ٢٠٠٠ هرتز. ١٠٦
شکل (٤-٣٠) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار پیشنهادی ١×٤×٥ با باند گذر ٥٠٠ تا ٢٠٠٠ هرتز. ١٠٧
جدول (٤-١١) عملکرد سیستم پیشخور با ساختار ١×٤ ×٥ با استفاده از دو ساختار. ١٠٧
شکل (٤-٣١) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر باند بسامدی ٨٠ تا ٨٠٠ هرتز. ١٠٧
شکل (٤-٣٢) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر ٥٠٠ تا ٢٠٠٠ هرتز. ١٠٨
شکل (٤-٣٣) مقدار تضعیف توان سیگنال خطا در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر ٨٠ تا ٨٠٠٠ هرتز. ١٠٨
شکل (٤-٣٤) بلوک دیاگرام سیستم پسخور با ساختار استاندارد ١×٤. ١٠٩
شکل (٤-٣٥) بلوک دیاگرام سیستم پسخور با ساختار پیشنهادی ١×٤. ١٠٩
شکل (٤-٣٦) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر سیگنال ضد صدا در باند بسامدی ٨٠ تا ٨٠٠ هرتز . ١١٠
شکل (٤-٣٧) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر سیگنال ضد صدا در باند بسامدی ٨٠ تا ١٠٠٠ هرتز. ١١٠

شکل (٤-٣٨) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر سیگنال ضد صدا در باند بسامدی ٨٠ تا ٨٠٠٠ هرتز . ١١١
شکل (٤-٣٩) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر باند باریک ٥٠٠ تا ٨٠٠ هرتز. ١١١
شکل (٤-٤٠) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر باند باریک ٥٠٠ تا ٢٠٠ هرتز. ١١٢
شکل (٤-٤١) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر باند باریک ٨٠٠ تا ١٣٠٠ هرتز. ١١٢
شکل (٤-٤٠) مقایسه عملکرد دو سیستم با ساختارهای استاندارد و پیشنهادی در اجرای برنامه سیستم با ساختار ١×٤×٥ با باند گذر باند باریک ٨٠٠ تا ٢٠٠٠ هرتز. ١١٣
جدول (٤-١٢) عملکرد سیستم پسخور با ساختار ١×٤ با استفاده از ساختار پیشنهادی. ١١٣
جدول (٤-١٣) عملکرد سیستم پسخور با ساختار ١×٤ با استفاده از ساختار استاندارد. ١١٤
شکل (٥-١) نمودار مقایسه ی برسنجِ نوفه ی های محیط های گوناگون با برسنجِ نوفه ی مربوط به مرکز داده مرکز داده ی سازمان. ١١٨

فصل اول: کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

در فصل اول کلیات موضوع بررسی می شود. به بیان دیگر اساس و بنیان تحقیق در این فصل شکل می گیرد. مهم ترین موضوع این فصل، طرح مسئله، ضرورت و اهمیت مطالعه ی « کاهش نوفه ی ناشی از تجهیزات رک های واقع در مراکز داده با استفاده از روش ANC و آرایه ی میکروفنی» است. اینکه چرا محقق در بین موضوعات مختلف، این موضوع را انتخاب کرده است و لزوم بررسی موضوع حاضر نیز در این فصل به بررسی گذاشته می شود. در ادامه این فصل، اهداف و سوالات اصلی و فرعی تحقیق ارائه می شود. سوالاتی که در سایر فصل ها به دنبال پاسخگویی آن هستیم. آخرین بحث این فصل نیز تعریف نظری مفاهیم اصلی است تا بتوان با نگاه روشن تر و دقیق تری موضوع تحقیق را پردازش و تجزیه و تحلیل کرد.

۱-۲- طرح مسئله

امروزه با پیشرفت جوامع و گسترش استفاده از تجهیزات گوناگون، آلودگی صوتی به عنوان یک معضل فرا روی زندگی مدرن، سهم به سزایی در بیماریِ انسان دارد. طبق آنچه که سازمان جهانی سلامت[1] و بهداشت از واژه ی سلامت ارائه کرده است، مبارزه و کنترل آلودگی صوتیِ محلِ زندگی افراد یکی از جنبه های سلامت و بهداشتِ فرد به شمار می رود. فعالیت های صنعتی، فعالیت های ساختمانی، تجهیزات و دستگاه های گوناگونی که در محل زندگی و کارِ افراد وجود دارند، از منابع عمده ی آلودگی صوتی هستند.

فضای نمونه ی این تحقیق که مورد بررسی قرار گرفته است، مرکز داده[2] ی سازمان صدا و سیما است. به طور کلی، مرکز داده شامل تعدادی رک است که در هر رک تجهیزات فعالی نظیر سرور

1 World Health Organization

2 Data Center

ها، سوییچ[1] ها و یا ذخیره ساز[2] های متفاوت قرار داده شده است. مهمترین بحث امروز دنیا در سیستم های سرمایشی این تجهیزات نهفته است. زیرا برای خنک سازی محیط با حجم کاری بالا، احتیاج به سیستم های سرمایشی مستقر در رک، در تجهیزات و یا در مرکز داده می باشد که هریک دارای فن هایی با سرعت معمولاً بالا و نهایتاً سر و صدای اذیت کننده هستند. از طرفی حضور به موقع کارکنان مربوطه برای سرویس دهی اعم از ساخت[3] ، پیکره بندی[4] و ارتقای[5] شبکه و تجهیزات در این اتاق، ضروری است. از آنجا که قرار گرفتن در معرض نوفه های محیطی در بلند مدت سبب آزردگی، فرسودگی و کاهش شنوایی کارکنان می شوند، تحقیقات و مطالعات امروزه بر این اساس است تا حد امکان نوفه را کاهش دهند؛ چرا که در این صورت، کمک شایانی جهت حفظ سلامت کارکنان و همچنین بهبود گفتار انجام شده است. لازم به ذکر است، علی رغم آگاهی به این نکته که فضاهایی نظیر مرکز داده که شامل انواع دستگاه های پر سر و صدا هستند، تحقیقات معدودی در این زمینه انجام شده است و هنوز این پرسش باقی است که چگونه می توان نوفه ی این محیط را کاهش داد؟

۱-۳- ضرورت و اهمیت تحقیق

امروزه اهمیت و اثرات آلودگی صوتی بر کسی پوشیده نیست. اثراتی که هم به لحاظ جسمی و هم از نظر روحی، انسان را با مشکل مواجه می کند. به همین دلیل، مبارزه انسان با افزایش این نوع آلودگی در کنار سایر آلودگی های زیست محیطی همواره مورد توجه قرار می گیرد. در همین راستا، سعی شده است، تحقیقِ حاضر تحت عنوان پایان نامه ی کارشناسی ارشد تعریف شود. تنها با حضور برای چند دقیقه در این محیط، می توان به ضرورتِ این تحقیق پی برد. آزاردهندگیِ ترازِ بالای نوفه ی این محیط، مهمترین دلیل انجام این تحقیق بوده است. همچنین، به دلیل گذارِ[6] نوفه از دیوارهای این مرکز، تعداد افرادی که از این مسئله رنج می برند، بیشتر از تعداد محدود کارکنانی است که بایستی برای سرویس دهی، در مرکز حاضر شوند. علاوه بر آن، بررسی و کاهش پیامدهای ناشی از نوفه در مرکز داده، می تواند آغازی باشد برای کارهای علمی و پژوهشی که در زمینه ی سیستم های ANC تعریف می شوند. چرا که همانطور که در بخش تحقیقات پیشین در فصل دوم خواهد آمد،

1 Switch
2 Storage
3 building
4 configuring
5 upgrading
6Transition

بررسی و کاربرد سیستم های ANC در محیط های سه بعدی که شامل منابع متعدد نوفه هستند، محدودیت ها و مشکلات خاصِ خود را داشته و همچنین شرایط خاص خود را می طلبد. به همین دلیل، تعداد کارهای انجام شده در محیط های باز و یا محیط هایی با ابعاد وسیع که هنوز جای کار دارد در مقایسه با کارهای انجام شده در یک بعد، کمتر است.

۱-٤- اهداف تحقیق

هدف اصلی

- کاهش نوفه ی آکوستیکیِ فضای نمونه با استفاده از طراحی و شبیه سازی یک سیستم الکتروآکوستیکی که بر پایه ی سیستم کاهش فعال نوفه عمل می کند.

هدف فرعی

- بررسی میزان آلودگی صوتی فضای نمونه.
- اندازه گیری جهت یافتن مشخصات نوفه های آکوستیکی و مرکز داده.
- طراحی یک سیستم چند کاناله یANC .
- شبیه سازی و بررسی عملکرد سیستم طراحی شده.

۱-۵- سوالات تحقیق

۱- مناسب ترین رویکرد برای بررسی آلودگی صوتی محیط مرکز داده چیست؟
۲- نوفه های موجود در فضای نمونه دارای چه مشخصاتی هستند؟
۳- پیکره بندی و طراحی سیستم مورد نظر چگونه باشد؟
٤- الگوریتم مورد استفاده در سیستم ANC چیست؟
۵- بسامد کاری سیستم چیست؟
٦- محل استقرار سیستم در فضای نمونه کجا است؟
۷- میزان کارایی سیستم طراحی شده چقدر است؟
۸- کاهش به صورت نقطه ای است یا به صورت کلی؟

۱-٦- فرضیات تحقیق

در این پایان نامه با استفاده از مباحث آکوستیک و پردازش سیگنال، به طراحی و اجرای برنامه یک

سیستم ANC در فضای محصور پرداخته شده است.

۱- فرض می شود مسیر آکوستیکی در فضای نمونه به عنوان یک سیستم در این تحقیق، خطی و نا متغیر با زمان باشد به عبارتی توابع تبدیل آن در طول زمان ثابت است.

۲- فرض می شود میدان صوتی محیط فضای نمونه، پخشا[1] است.

۳- فرض می شود نوفه ی محیط از نوعِ ایستا است.

٤- فرض می شود با اعمال سیستم ANC، کاهش در نقطه ی مورد نظر در فضای نمونه ایجاد می شود.

۵- فرض می شود استفاده از آرایه ی میکروفنی به افزایش بازده ی سیستم منجر می شود.

۱-۷- تعریف مفاهیم

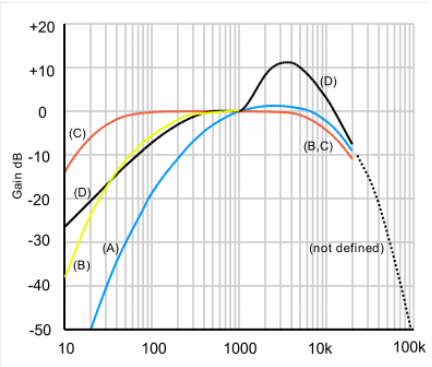
شبکه های وزن دهی : سیستم شنواییِ انسان در درکِ تمامی بسامد ها از حساسیتِ[2] یکسانی برخوردار نیست. به طوری که، حساسیتِ گوش، به صداهایی که در باند بسامدی ۱ کیلوهرتز تا ٤ کیلوهرتز قرار می گیرند، بیشتر از صداهایی است که در باند بسامدی پایین تر یا خیلی بالا قرار دارند. آگاهی به این نکته در کارهای آکوستیکی اعم از طراحی و اندازه گیری بسیار حائز اهمیت است به ویژه زمانی که هدفِ اندازه گیری ها، بیان یک اثرِ ذهنی مانند بلندیِ صدا باشد. شبکه های وزن دهی مختلفی که تحت فیلترهای از پیش طراحی شده، در دستگاه های تراز سنج صدا[3] تعبیه شده اند، بر حسب پاسخِ بسامدیِ سیستم شنوایی انسان تعریف شده اند. به طور کلی سه نوع شبکه ی وزن دهی در حوزه ی آکوستیک تعریف می شوند که به صورت dB(A)، dB(B) وdB(C) بیان می شوند [۱]. پاسخ بسامدی این شبکه ها در شکل (۱-۱) به نمایش در آمده است. از آنجا که پاسخ بسامدی شبکه ی A، بیش از سایر شبکه ها بر پاسخ بسامدیِ سیستم شنواییِ انسان مطابقت دارد، لذا این شبکه از اهمیت و اعتبار بیشتری برخوردار است. این مقیاس در عمل، عددی را برحسب دسی بل به دست می دهد که نشان دهنده ی قضاوتِ انسان در مورد بلندی یا میزان نوفه ادراکی از مجموعه ی نوفه های موجود در محیط پیرامونش، است. علاوه بر آن، محاسبه ی سریعِ این کمیت و تعیین اثر نوفه بر انسان با استفاده از این مقیاس در آئین نامه های ایمنی حرفه ای و معیارهای مربوط به بهداشت و ایمنیِ همگانی، از دلایل اعتبار ویژه ی این مقیاس به شمار می رود [۲]. تبدیل اعداد در مقیاسِ خطی به شبکه های وزن دهی، توسط اصلاحات عددی که در منابع

1 Diffiuse

2 Sensitivity

3 Sound Level Meter (SLM)

مربوطه [۱] موجود است، به سادگی، امکان پذیر است.



شکل (۱-۱) شبکه های وزن دهی مختلف برای تراز فشار صوتی [۱] A(رنگ آبی)، B (رنگ زرد) و C (رنگ قرمز) و D (رنگ سیاه) که در میان آنها، فیلتر شبکه A تطابق بیشتری با سیستم شنوایی انسان دارد.

برسنجِ نوفه[۱] : کمیتی که با استفاده از آن نوفه ی آکوستیکی زمینه ی فضای مورد نظر را تعیین می کنند و آن را با NC نشان می دهند. نمودارهای NC شامل یک سری از نمودارهای معیار هستند که از ۶۳ هرتز تا ۸۰۰۰ هرتز گسترده شده اند و محدوده ی مجازِ تراز نوفه ی آکوستیکی را در مناطق مشخص نشان می دهند.

تابع تبدیل[۲] : به تابعی که در حوزه ی بسامد بوده و محیط، توسط آن، یک سیگنال معین را تحت تأثیر قرار می دهد، تابع تبدیل گفته می شود. برای تعیین آن در یک سیستم نیاز به سیگنال ورودی معلوم و خروجی است و با استفاده از روش های گوناگون به دست می آید.

میکروفن مرجع[۳] : میکروفنی که وظیفه ی آن جمع آوری سیگنال های نوفه ی آکوستیکی در فضا است.

سیگنال مرجع[۴] : منظور سیگنالی است که توسط میکروفن مرجع دریافت می شود.

میکروفن خطا[۵] : میکروفنی که مسئول دریافت نوفه ی آکوستیکی باقی مانده در سیستم ANC است و در حقیقت، وظیفه ی ارزیابی سیستم ANC را بر عهده دارد.

سیگنال خطا[۶] : سیگنالی که توسط میکروفن خطا دریافت می شود و نشان دهنده ی عملکرد سیستم ANC است.

منبع کنترلی[۷] : به بلندگو که وظیفه ی آن در سیستم ANC پخش سیگنال های ضد صدا است،

1 Noise Criteria (NC)
2 Transfer Function
3 Reference Microphone
4 Refernece Signal
5 Error Microphone
6 Error Signal
7 Control Source (CS)