

سورة الاحقاف



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

## ارزیابی آلودگی صوتی شهر اصفهان

پایان نامه کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط زیست

سپیده دانش

استاد راهنما

دکتر نورالله میرغفاری



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آلودگی های محیط زیست خانم سپیده دانش

تحت عنوان

ارزیابی آلودگی صوتی شهر اصفهان

در تاریخ 1390/12/7 توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی قرار گرفت.

- |                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| دکتر نورالله میرغفاری | 1- استاد راهنمای پایان نامه      |
| دکتر حسین مرادی       | 2- استاد مشاور پایان نامه        |
| دکتر علیرضا سفیانیان  | 3- استاد داور پایان نامه         |
| دکتر هستی هاشمی نژاد  | 4- استاد داور پایان نامه         |
| دکتر محمدرضا وهابی    | 5- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

## تشکر و قدر دانی

ای خداوند خردمند هستی بخش، مرا به بزرگی چیزهایی که داده ای آگاه و راضی کن که مبادا کوچکی چیزهایی را که ندارم آرامشم را به هم بزند.

اکنون که به لطف و عنایت پروردگار توفیق انجام این پروژه تحقیقاتی فراهم گردید بر خود لازم میدانم از لطف و مساعدت کسانی که به نوعی در به ثمر رسیدن این پژوهش مرا یاری نمودند مراتب تشکر و سپاس را به جای آورم.

از پدر و مادر و همسر عزیزم که وجودشان هستی بخش زندگیم است و حضورشان امیدی برای زندگیم، صمیمانه سپاسگذارم.

از استاد راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر میرغفاری به دلیل راهنمایی‌های به جا و مفیدشان و حمایت های دلسوزانه‌شان کمال تشکر را دارم.

از استاد مشاور ارجمند جناب آقای دکتر مرادی به دلیل کمک‌ها و رهنمودهای ارزنده و خالصانه‌شان تشکر و قدردانی می‌کنم.

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر سفیانیان و سرکار خانم دکتر هاشمی نژاد که زحمت داوری و بازخوانی این پایان نامه را بر عهده گرفتند سپاسگذارم.

از دوست خوبم خانم مهندس فاطمه باطنی و دیگر دوستانی که یاری رسان من در به ثمر رسیدن این تحقیق بودند تشکر و قدردانی می‌نمایم و برای همه این عزیزان آرزوی موفقیت و سربلندی دارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی

اصفهان است.

تقدیم به ارزشمندترین سرمایه‌های زندگی:

پدر مهربانم

مادر دلسوزم

همسر نازنینم

خواهران عزیزم

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست جداول.....	دوازده
فهرست اشکال.....	سیزده
چکیده.....	1
<b>فصل اول: مقدمه</b>	
1-1-1- مقدمه.....	2
2-1- اهداف تحقیق.....	4
<b>فصل دوم: کلیات و بررسی منابع</b>	
1-2- سروصدا.....	5
2-2- انواع صدا.....	5
3-2- مفاهیم اساسی موج.....	6
1-3-2- امواج مکانیکی.....	6
2-3-2- امواج الکترومغناطیسی.....	6
4-2- امواج صوتی.....	6
5-2- تعاریف و ویژگی های صدا.....	7
6-2- خصوصیات فیزیکی صدا.....	7
1-6-2- فرکانس و طول موج.....	7
2-6-2- فشار صوتی.....	7
3-6-2- دسی بل.....	8
4-6-2- شدت و توان صوت.....	8
5-6-2- تراز معادل صدا.....	10
5-6-2- تراز آماری.....	10
7-2- جذب و تضعیف صوت.....	10
1-7-2- جذب انرژی صوت توسط هوا.....	10
2-7-2- اثر زمین در تضعیف صوت.....	11
3-7-2- تغییرات دما و باد.....	11
4-7-2- موانع (حایل ها).....	12
8-2- سطوح مقیاس و درجه ها.....	12
1-8-2- تراز فشار صوتی وزنی.....	12
2-8-2- زمان های وزنی.....	13
9-2- منابع منتشر کننده صوت.....	14
10-2- منابع تولید سروصدا.....	14
1-10-2- صنعت.....	14
2-10-2- ترافیک جاده ای.....	14

- 14-10-2- ترافیک ریلی.....
- 15-10-2- ترافیک هوایی.....
- 15-10-2- دیوار صوتی.....
- 15-10-2- کارهای ساختمانی و عمومی.....
- 15-10-2- منابع داخلی.....
- 11-2- انتشار صوت در محیط‌های باز.....
- 12-2- آلودگی صوتی.....
- 13-2- اثرات مستقیم آلودگی صوتی.....
- 1-13-2- صدمات صوتی به دستگاه شنوایی.....
- 14-2- اثرات غیرمستقیم صدا.....
- 1-14-2- اثرات روانی صدا.....
- 2-14-2- اثرات فیزیولوژیک صدا.....
- 3-14-2- اثرات صدابرداری کارایی.....
- 4-14-2- اثرات صدابرداری رفتار اجتماعی.....
- 5-14-2- اثرات صدابرداری اجساد استرس.....
- 15-2- جنبه های روانی - زیستی صدا.....
- 1-15-2- اختلال در پاسخ های روانی - حسی.....
- 2-15-2- اختلال عصبی - نباتی.....
- 3-15-2- تغییرات هورمونی.....
- 4-15-2- آزاردهندگی صدا.....
- 16-2- سایر آثار و عوارض سرو صدا.....
- 1-16-2- اثر سرو صدا بر خواب.....
- 2-16-2- بیماری جسمی.....
- 3-16-2- بینایی.....
- 4-16-2- عملکرد دهلیزی و سیستم تعادلی.....
- 5-16-2- پوست.....
- 17-2- اثر آلودگی صوتی بر حیات وحش.....
- 1-17-2- اختلالات ایجاد شده در حیات وحش توسط آلودگی صوتی.....
- 2-17-2- آثار آلودگی صوتی بر آبزیان.....
- 3-17-2- اختلالات ایجاد شده در موجودات آبی در اثر آلودگی صوتی.....
- 4-17-2- آثار آلودگی صوتی بر مهره داران.....
- 5-17-2- آثار آلودگی صوتی بر بی مهره گان.....
- 18-2- صدا و محیط زیست.....
- 19-2- آلودگی صوتی در سیستم های حمل و نقل جاده ای.....
- 20-2- اندازه گیری صدا.....
- 1-20-2- روش های اندازه گیری صدا.....
- 2-20-2- روش تهیه نقشه ناحیه بندی.....
- 3-20-2- روش تهیه نقشه صوتی.....



- 26-21- وسایل اندازه گیری صدا.....
- 27-22- کاربری ها.....
- 28-23- مراحل کنترل و کاهش آلودگی صوتی.....
- 28-24- راهکارهای کاهش و کنترل سروصدا.....
- 28-24-2-1- تبدیل به احسن نمودن خودروهای فرسوده.....
- 28-24-2-2- استفاده از سدهای آکوستیکی.....
- 28-24-2-3- جلوگیری از تردد خودروهای سنگین در خیابان های فرعی در شب.....
- 28-24-2-4- استفاده از پوشش گیاهی.....
- 29-24-2-5- استفاده از آسفالت های متخلخل.....
- 29-24-2-6- عایق بندی ساختمان ها.....
- 29-25-2- سابقه تحقیق.....

#### فصل سوم: مواد و روش ها

- 33-1-3- منطقه مطالعه.....
- 34-2-3- ایستگاه های مورد مطالعه.....
- 36-3-3- اندازه گیری آلودگی صوتی.....
- 36-1-3-3- نحوه اندازه گیری آلودگی صوتی.....
- 37-2-3-3- اندازه گیری آلودگی صوتی در ایستگاه های تعیین شده.....
- 38-3-3-3- بررسی تغییرات روزانه و هفتگی آلودگی صوتی.....
- 38-4-3-3- بررسی تغییرات مکانی آلودگی صوتی در پارک شهری.....
- 38-4-3- تهیه نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی.....
- 38-5-3- تجزیه و تحلیل داده های آماری.....

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

- 39-1-4- اندازه گیری آلودگی صوتی در ایستگاه های تعیین شده.....
- 39-1-1-4- آمار توصیفی آلودگی صوتی.....
- 40-2-1-4- میزان آلودگی صوتی ایستگاه ها در فصل زمستان.....
- 40-3-1-4- میزان آلودگی صوتی ایستگاه ها در فصل بهار.....
- 41-4-1-4- میزان آلودگی صوتی ایستگاه ها در فصل تابستان.....
- 43-5-1-4- میزان آلودگی صوتی در کاربری ها.....
- 44-6-1-4- مقایسه روزانه آلودگی صوتی در کاربری ها.....
- 45-7-1-4- مقایسه فصلی آلودگی صوتی در کاربری ها.....
- 46-8-1-4- تاثیر وسایل نقلیه بر آلودگی صوتی.....
- 47-9-1-4- تاثیر پوشش گیاهی بر آلودگی صوتی.....
- 48-2- تغییرات روزانه و هفتگی آلودگی صوتی.....
- 48-1-2-4- تغییرات آلودگی صوتی در فصل زمستان.....
- 48-2-2-4- تغییرات آلودگی صوتی در فصل بهار.....
- 48-3-2-4- تغییرات آلودگی صوتی در فصل تابستان.....
- 54-3-4- بررسی تغییرات مکانی آلودگی صوتی در پارک شهری.....
- 57-4-4- نقشه های پهنه بندی آلودگی صوتی.....

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

65	1-5- نتیجه گیری کلی.....
65	2-5- پیشنهادها.....
67	منابع.....
	چکیده
71	انگلیسی.....

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 2-1- مقدار جذب صوتی توسط هوا در دمای 20 درجه سانتیگراد.....	11
جدول 2-2- مقایسه آلودگی هوا و آلودگی صوتی .....	23
جدول 2-3- استاندارد حدمجاز تراز معادل صوت در هوای آزاد، EPA.....	27
جدول 2-4- استاندارد حدمجاز تراز معادل صوت در هوای آزاد، ایران.....	27
جدول 3-1- مشخصات ایستگاه‌های اندازه گیری آلودگی صوتی.....	35
جدول 4-1- آمار توصیفی مربوط به پارامترهای صوتی در ایستگاه‌های اندازه گیری آلودگی صوتی.....	40
جدول 4-2- نتایج آنالیز T جفت شده برای مقایسه میانگین تراز معادل صدا در کاربری‌ها.....	43
جدول 4-3-- نتایج آنالیز T جفت شده برای مقایسه میانگین تراز معادل صدای روزانه کاربری‌ها.....	44
جدول 4-4- نتایج آنالیز T جفت شده برای مقایسه میانگین تراز معادل صدای فصلی کاربری‌ها.....	46
جدول 4-5- ضرایب همبستگی اسپیرمن بین تراز معادل صدا و وسایل نقلیه.....	47
جدول 4-6- نتایج آنالیز همبستگی کای اسکوار بین میانگین تراز معادل صدا و پوشش گیاهی.....	47
جدول 4-7- نتایج آنالیز T جفت شده برای مقایسه میانگین تراز معادل صدا و روزهای هفته.....	53
جدول 4-8- نتایج آنالیز T جفت شده برای مقایسه میانگین تراز معادل صدا در نقاط مختلف پارک هشت.....	57

## عنوان

## فهرست اشکال

## صفحه

- شکل 3-1- ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلودگی صوتی..... 36
- شکل 3-2- نمایی از دستگاه صوت سنج بروئل و کجایر مدل 2239..... 37
- شکل 3-3- نمایی از دستگاه صوت سنج بروئل و کجایر بر روی سه پایه در فلکه احمدآباد..... 37
- شکل 4-1- میزان تراز معادل صدا برای 10 ایستگاه در فصول زمستان، بهار و تابستان..... 42
- شکل 4-2- میانگین تراز معادل صدا در طی 3 فصل برای کاربری‌های مختلف..... 43
- شکل 4-3- تغییرات زمانی تراز معادل صدا در ایستگاه واقع در فلکه احمدآباد در فصول زمستان، بهار و تابستان..... 50
- شکل 4-4- تغییرات زمانی تراز معادل صدا در ایستگاه واقع در میدان نقش جهان در فصول زمستان، بهار و تابستان..... 51
- شکل 4-5- تغییرات زمانی تراز معادل صدا در ایستگاه واقع در خیابان عبدالرزاق در فصول زمستان، بهار و تابستان..... 52
- شکل 4-6- تغییرات تراز معادل صدا در ساعات و مکان‌های مختلف پارک هشت بهشت..... 55
- شکل 4-7- میانگین تراز معادل صدا در مکان‌های مختلف پارک هشت بهشت..... 56
- شکل 4-8- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 10 صبح زمستان..... 59
- شکل 4-9- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 17 بعدازظهر زمستان..... 60
- شکل 4-10- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 10 صبح بهار..... 61
- شکل 4-11- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 17 بعدازظهر بهار..... 62
- شکل 4-12- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 10 صبح تابستان..... 63
- شکل 4-13- نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی ساعت 17 بعدازظهر تابستان..... 64

## چکیده

آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی در کلان‌شهرها است که در ابعاد مختلف روانی و جسمی، سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی آلودگی صوتی در منطقه مرکزی شهر اصفهان و تهیه نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی در این مناطق می‌باشد. در این مطالعه، 10 ایستگاه با کاربری‌های مسکونی، تجاری، مسکونی - تجاری و تاریخی - تفریحی انتخاب و پارامترهای صوتی آنها در دو نوبت از شبانه روز (10 صبح و 17 بعدازظهر) در طی سه فصل زمستان، بهار و تابستان به وسیله دستگاه صوت سنج بروئل و کجایر مدل 2230 اندازه‌گیری شد. بیشترین آلودگی صوتی متعلق به ایستگاه واقع در خیابان عبدالرزاق به میزان 76/5 دسی‌بل و کمترین آن متعلق به پارک هشت بهشت به میزان 54/5 دسی‌بل بود. در این تحقیق بطور میانگین بیشترین آلودگی صوتی متعلق به کاربری مسکونی - تجاری (مخلوط) با تراز معادل صوت 71/6 دسی‌بل بود. در اکثر ایستگاه‌ها نیز تراز معادل صدای بعدازظهر فراتر از صبح بود. در کاربری تجاری و مسکونی - تجاری اختلاف معنادار بین تراز معادل صدا در صبح و بعدازظهر فصل زمستان و در کاربری تاریخی - تفریحی اختلاف معناداری بین صبح و بعدازظهر تابستان دیده شد همچنین در کاربری تاریخی - تفریحی اختلاف معناداری بین میانگین تراز معادل صدا در صبح همه فصل‌ها و همچنین بعدازظهر زمستان و تابستان و در کاربری تجاری اختلاف معنادار بین صبح زمستان و تابستان دیده شد. آزمون همبستگی نیز نشان دهنده تاثیر اتوبوس‌ها و موتور سیکلت‌ها در ایجاد آلودگی صوتی در مناطق مسکونی و وسایل نقلیه سواری در مناطق تجاری و مسکونی - تجاری است. آزمون همبستگی دیگر نیز نشان دهنده تاثیر پوشش گیاهی خوب در کاهش آلودگی صوتی بود. برای این ایستگاه‌ها در هر یک از فصل‌های اندازه‌گیری، نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی تهیه شد که این نقشه‌ها بیانگر کم‌بودن آلودگی صوتی در فصل زمستان نسبت به فصل بهار و تابستان بود. همچنین در سه ایستگاه (فلکه احمدآباد، میدان نقش جهان و خیابان عبدالرزاق) اندازه‌گیری‌ها در طی سه روز از هفته (شنبه، سه شنبه و جمعه) در ساعات متفاوت روز و در طی همین فصول انجام گردید. نتایج نشان دهنده وجود تفاوت معنادار بین تراز معادل صدا در روزهای مختلف هفته در ایستگاه‌های واقع در فلکه احمدآباد و خیابان عبدالرزاق در هر سه فصل و در میدان نقش جهان تنها در فصل زمستان بود. همچنین در پارک هشت بهشت تغییرات آلودگی صوتی در مکان‌های متفاوت این پارک مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد مکان‌های مختلف این پارک که در فاصله متفاوتی از خیابان‌های اصلی قرار دارند و از پوشش‌های گیاهی متفاوتی برخوردارند دارای مقادیر آلودگی صوتی متفاوتی هستند بیشترین تراز معادل صدای ثبت شده مربوط به نقطه‌ای در مجاورت خیابان چهارباغ به میزان 68/8 دسی‌بل و کمترین آن مربوط به نقطه‌ای در وسط پارک به میزان 61/3 دسی‌بل بود. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که تقریباً در تمام ایستگاه‌ها تراز معادل صدا از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان محیط زیست کشور بیشتر است و آلودگی صوتی یکی از آلودگی‌های زیست‌محیطی در بخش مرکزی شهر اصفهان است..

**کلمات کلیدی:** آلودگی صوتی، اصفهان، تراز معادل صدا، نقشه پهنه بندی

## فصل اول

### مقدمه

#### 1-1- مقدمه

در جهان امروز مظاهر فناوری‌های نوین همه ابعاد زندگی بر روی زمین به ویژه زندگی انسان‌ها را دگرگون کرده است اما در کنار این جلوه‌ها که انسان همواره و در سراسر تاریخ به دنبال آن بوده، ناخواسته‌هایی رخ می‌نماید که تا حدی از تلالو آن‌ها می‌کاهد و چشم انسان را به دریچه‌ای دیگر باز می‌کند از آن جمله آلودگی‌های زیست محیطی که بر زمین و زیست بوم‌های آن تحمیل می‌شود که به تناسب میزان تاثیر گذاری بر محیط زیست میزان توجه به آن‌ها نیز متفاوت است. بعضی از این آلودگی‌ها به دلیل نماد ظاهری بارزتر، مهم‌تر به نظر رسیده و بعضی دیگر بدون توجه به تاثیرات دراز مدت آنان در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند [21]. صوت یک تماس ضروری را بین انسان و دنیای اطرافش به وجود می‌آورد و وسیله انتقال پیام بین انسان‌ها و ارتباطشان با محیط اطراف است، گرچه امواج صوتی به عنوان عاملی ضروری در زندگی انسان به شمار می‌آیند، اما در عین حال صدا را می‌توان به عنوان یک آلاینده‌ی محیطی و محصول زائد تولید شده در ارتباط با فعالیت‌های گوناگون بشری به شمار آورد [30]. آن دسته از امواجی که ناخواسته در محیط منتشر شده و می‌توانند برای شنوایی آزار دهنده باشند، سروصدا یا آلودگی صوتی نامیده می‌شوند [27]. سرو صدا یکی از عوامل فیزیکی است که زائیده افزایش جمعیت، رشد و توسعه شهرنشینی،

رشد صنایع، گسترش و کاربرد وسیع وسایل و ماشین آلات و تجهیزات و افزایش تعداد وسایل نقلیه است [2،60]. گذشتگان ما در محیط های آرام تری زندگی می کردند و در معرض صداهای ملایم تری قرار داشته اند. فشرده شدن فضاهای شهری، افزایش جمعیت و گسترش روز افزون صنایع، محیط زیست انسانی را با مسئله ای مواجه کرده که باعث از بین رفتن آرامش و بعضاً مختل شدن زندگی روزانه شده است [22]. ترافیک جاده ها، سروصدای ناشی از تلویزیون ها، خانه سازی، سروصدای ناشی از گوشی های همراه در فضاهای بسته، صدای گوش خراش ناشی از هواپیماها، قطارهای شهری و بین شهری، دستگاه های تهویه، آگزوز، بوق و دزدگیر اتومبیل ها و موتورسیکلت ها نمونه هایی از این دست می باشند [47،64]. آلودگی های زیست محیطی در سه دهه اخیر بیش از گذشته توجه جهانیان را به خود معطوف داشته است. در این میان موضوع آلودگی صوتی شهرها در اکثر کشورها به عنوان یک مشکل فراگیر و بلکه جهانی مطرح می باشد [9]. آلودگی صوتی برای سلامت عمومی جامعه خطرناک است و به اکولوژی محیطی نیز آسیب می رساند. لذا هم به جهت محدود کردن آلودگی از منشاء و هم به جهت کاستن از اثرات بعدی آن کنترل متناوب لازم به نظر می رسد [61]. امروزه کوچکترین جزئی از زندگی بشر را نمی توان یافت که آلودگی صوتی به آن راه نیافته باشد. این آلودگی از میان سایر آلودگی های زیست محیطی به دلیل قابلیت بروز آثار فیزیولوژیک و روانی بر انسان از اهمیت ویژه ای برخوردار است [16].

براساس اظهار سازمان بهداشت جهانی امروزه آلودگی صوتی جزء یکی از انواع خطرناک آلودگی ها (هوا-آب و صوت) قرار دارد و این سازمان تلاش وسیع و همه گیری جهت آشنا کردن مردم جهان با عواقب و خطرات ناشی از آلودگی صوتی داشته است [33].

پیامدهای زیان بار آلودگی صوتی بر انسان بیشتر به صورت مستقیم و در کوتاه مدت پدیدار نمی شود. صوت زوالی کوتاه مدت دارد و بدین ترتیب نمی تواند در محیط به مدت طولانی باقی بماند ولی همین دوام کوتاه مدت، تاثیر چشمگیری در درازمدت بر انسان و محیط پیرامون خود می گذارد. آثار فیزیولوژیک و روانی صدا بر روی انسان غالباً به صورت تدریجی ظاهر می شود و در دراز مدت تاثیر مخربی بر سلامتی انسان دارد. آثار روانی سرو صدا رابطه مستقیمی با شدت صوت ندارد، زیرا ممکن است گاه کوچکترین صدا موجب شدیدترین عکس العمل شده یا بلندترین صدا بر ذهن آدمی اثر نداشته باشد. آثار روانی سرو صدا بر حسب شخص، موقعیت و زمان متفاوت است [41]. واکنش های بدن انسان در قبال صدای بلند همانند واکنش در برابر خطری قریب الوقوع می باشد. از جمله این واکنش ها می توان به ترشح هورمون آدرنالین، تغییر ضربان قلب و فشار خون اشاره نمود. از سایر مشکلات مربوط به آلودگی صوتی می توان به افت شنوایی، اختلال در خواب، افزایش فشار خون، خستگی مفرط، ناراحتی های گوارشی و افسردگی است [15،48].

حتی اگر از نگاهی غیر از انسان محور به این آلودگی و لزوم مقابله با آن بنگریم آلودگی صوتی علاوه بر انسان ها بر حیوانات و گیاهان نیز اثرات مخربی بر جای می گذارد و در موارد زیادی رشد و تولید مثل این موجودات را به خطر می اندازد [66].

به منظور پیشگیری از این اثرات و اجرای طرح های کنترل مدار در شهرها، استانداردهایی جهت میزان سروصدای مجاز در مناطق مختلف شهری از سوی سازمان ها و مجامع علمی معتبر تدوین شده است [23].

با نگرشی به جمعیت جهان، شاهد افزایش بی سابقه جمعیت شهرنشین در جهان به خصوص در کشورهای در حال توسعه هستیم. در ایران بیش از دو دهه است که آلاینده های زیست محیطی آب، خاک و هوا مورد توجه قرار گرفته اند. لیکن در مورد آلودگی های صوتی هنوز جای کار زیاد است [9].

اصفهان نیز به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران که جاذبه های تاریخی، فرهنگی و اجتماعی زیادی دارد از این قاعده مستثنی نبوده و علاوه بر آمار بالای شهرنشینی، گردشگران زیادی را به خود اختصاص داده است که این امر باعث افزایش ترافیک و تردد وسایل نقلیه در این شهر است. همچنین در چند دهه اخیر، این شهر شاهد رشد روز افزون صنایع بوده است و علاوه بر سروصدای ناشی از وسایل نقلیه، سروصدای ناشی از کارگاه ها و کارخانه ها و خطوط حمل و نقل هوایی و زمینی نیز از عواملی هستند که آسایش و آرامش مردم خصوصاً ساکنین نزدیک به این نواحی و کسبه این شهر را مختل و آثار روحی و روانی زیادی را بر شهرنشینان ایجاد کرده است. با توجه به مطالب ذکر شده، ضرورت مطالعات در زمینه آلودگی صوتی امری کاملاً روشن به نظر می رسد. از آن جا که مطالعات انجام شده در اصفهان مربوط به 14 سال پیش و فقط منحصر به چند میدان پرتردد این شهر بوده است، ضروری است که مطالعه جامعی با توجه به گسترش شهر اصفهان در تمام مکان ها و کاربری ها (مسکونی، تجاری، تاریخی، تفریحی و جاده ای) انجام گیرد.

## 1-2- اهداف تحقیق

- اندازه گیری تراز صوتی در منطقه مرکزی شهر اصفهان
- بررسی تغییرات زمانی و مکانی آلودگی صوتی
- تهیه نقشه پهنه بندی آلودگی صوتی منطقه مرکزی شهر اصفهان



## فصل دوم

### کلیات و مروری بر منابع

#### 2-1- سرو صدا<sup>1</sup>

نوفه یا سرو صدا واژه‌ایست که برای توضیح وضعیت صدا در زمان‌های به خصوصی به کار می‌رود. صدا، انرژی آکوستیکی است که به وسیله اجسام متحرک یا نوسان‌کننده در فضا به وجود می‌آید. در حوزه علوم الکترونیک، نور و فیزیولوژی و هم‌چنین طبق نظریه ارتباط، نوفه به معنی پیامی است که هیچ‌گونه اطلاعاتی را در بر نداشته باشد و شدت آن در طول زمان به صورت اتفاقی تغییر کند. گاهی در حیطه آکوستیک، نوفه را به عنوان انرژی صوتی قابل شنیدنی تعریف می‌کنند که بر سلامتی جسمی و روانی انسان اثر معکوس و منفی دارد [12].

#### 2-2- انواع صدا

از جنبه علم آکوستیک، صداها به دو گروه نغمه‌ها و نوفه‌ها تقسیم می‌شوند. این تقسیم‌بندی، در زمینه جداسازی مناسب انواع صداها از دقت مطلوبی برخوردار نیست. طبق تقسیم‌بندی دیگری، صداها به سه دسته دوره‌ای، زودگذر و اتفاقی تقسیم می‌شوند. صدای دوره‌ای در زمان‌های معین تکرار می‌شود. صداهای زودگذر زمان تداوم بسیار کوتاهی دارند و غیردوره‌ای هستند، گرچه می‌توان آن‌ها را تکرار کرد. صداهای اتفاقی نیز غیر دوره‌ای هستند ولی می‌توان آن‌ها را تکرار کرد. صداها را از جنبه دیگر می‌توان به صداهای مداوم (پایا)<sup>2</sup>، صداهای متغیر<sup>3</sup>، صداهای ادواری (متناوب)<sup>4</sup> و صداهای تکانه‌ای<sup>5</sup> تقسیم کرد [24].

---

<sup>1</sup>-Noise

2-Steady State

3-Fluctuating

4-Intermittent

### 2-3- مفاهیم اساسی موج

موج عبارت است از آشفتگی یا برهم خوردن تعادل محیط به صورت منظم یا نامنظم و راهی برای انتقال انرژی می باشد. امواج بسته به ماهیت خود قابل انتشار در محیط های مادی یا خلاء هستند. امواج به طور کلی به دو دسته تقسیم بندی می- شوند [10].

1- امواج مکانیکی

2- امواج الکترومغناطیسی

### 2-3-1- امواج مکانیکی

این امواج از تغییر مکان قسمتی از یک محیط کشسانی نسبت به وضعیت تعادل خود ناشی می شود. این امر به نوبه خود سبب نوسان محیط می شود. به علت خواص کشسانی محیط، آشفتگی از لایه ای به لایه دیگر منتقل می گردد که به این آشفتگی موج می گویند. در این پدیده کل محیط همراه موج منتقل نمی شوند بلکه فقط اجزای محیط در مسیرهای محدودی نوسان می کنند [7].

امواج مکانیکی به امواج عرضی، طولی و پیچشی تقسیم می شوند. اگر حرکت ذرات ماده حاصل موج بر راستای انتشار موج عمود باشد، موج را عرضی می نامند. امواج روی آب از این دسته اند. ولی اگر ذرات ماده حامل موج مکانیکی در راستای انتشار موج باشد، موج را طولی می نامند [25].

### 2-3-2- امواج الکترومغناطیسی

امواج الکترومغناطیسی دارای ماهیت و سرعت یکسان هستند و فقط از لحاظ فرکانس، یا طول موج باهم تفاوت دارند در طیف این امواج هیچ شکافی وجود ندارد یعنی هر فرکانس دلخواه را می توانیم تولید کنیم همچنین در این نوع امواج برای مقیاس های بسامد یا طول موج، هیچ حد بالا یا پایین تعیین شده ای وجود ندارد و این امواج برای انتشار خود نیاز به محیط مادی ندارند و قسمت عمده این امواج دارای منبع فرازمینی هستند.

از منابع زمینی امواج الکترومغناطیسی می توان امواج دستگاه رله تلفن، چراغ های روشنایی و نظایر آن را نام برد [7].

### 2-4- امواج صوتی

امواج صوتی شکلی از امواج مکانیکی طولی هستند که در هوا منتشر شده و در برخورد با گوش انسان احساس شنیدن را ایجاد می کند. بنابراین امواجی با این مشخصات که قابل درک توسط گوش انسان نباشند، صوت اطلاق نمی شوند [25].

## 2-5- تعاریف و ویژگی های صدا

صدا یک دگرگونی فیزیکی شدید فشار هوا در بالا و پایین فشار جو می باشد. نوسان ممتد یک محیط الاستیک می تواند تحت شرایطی باعث ارتعاش مولکول های هوای مجاور و تغییر مداوم فشار هوا گردد که این تغییر فشار به طور محدود و جزئی کمتر و بیشتر از فشار اتمسفر است. این موج به صورت طولی در هوا منتشر گردیده و در محدوده معینی از نظر فرکانس و دامنه برای انسان قابل درک است و به آن صوت می گویند [7]. گوش انسان به طور طبیعی قادر به درک امواج صوتی با حداقل دامنه فشار 20 میکرو پاسکال است که آن را آستانه شنوایی می نامند [25]. اساساً تمام صداها به صورت امواج فشاری ناشی از یک منبع ارتعاش مثل حنجره انسان، رادیو، تلویزیون، ضبط صوت و غیره می باشد. ساده ترین امواج صوتی، امواج سینوسی هستند که دارای سه مشخصه فرکانس ( $f$ )، طول موج ( $\lambda$ ) و دامنه فشار ( $p$ ) می باشند [7].

صداهایی که صرفاً یک فرکانس (بسامد) داشته باشند صدای خالص<sup>6</sup> نامیده می شوند. بسیاری از صداها فرکانس های بیشتری دارند. به طور کلی امواج از منبع تولید صدا در سه جهت منتشر می شوند. زیر و بم صدا<sup>7</sup> اساساً بوسیله فرکانس تعیین می شود دامنه یا بزرگی صدا همان فشار صوت می باشد [25].

## 2-6- خصوصیات فیزیکی صدا

### 2-6-1- فرکانس و طول موج

تعداد تکرار یک موج در واحد زمان را فرکانس می نامند. محدوده فرکانس شنوایی 20 تا 20000 هرتز است. مرز بالایی این محدوده، معمولاً با افزایش سن کاهش می یابد و در مورد مرز پایینی آن قطعیتی وجود ندارد چرا که در مورد شنیدن فرکانس های بم، تاثیر و تائر و تحویل و تحولی بین شنوایی و حس کل بدن وجود دارد. برای فرکانس کمتر از 250 هرتز، حساسیت شنوایی به نحوی کاهش می یابد که برای شنیدن آنها باید انرژی صوت را افزایش دهیم [10].

اگر فرکانس را با  $f$  و طول موج را با  $\lambda$  و سرعت را با  $C$  نشان دهیم فرمول زیر نمایش دهنده رابطه سرعت با فرکانس و طول موج می باشد

$$C = f \cdot \lambda \quad \text{رابطه 1:}$$

### 2-6-2- فشار صوتی

فشار صوتی کمیتی معادل انرژی صوتی است. هرگاه به وسیله یک صدا به یک محیط حد واسط انرژی اضافی تحمیل شود این انرژی به دو شکل خود را نشان می دهد. یکی انرژی پتانسیل که سبب تغییر در فشار اتمسفری محیط یا فشار > ایستا می شود و دیگری انرژی جنبشی که به صورت سرعت لحظه ای نمود پیدا می کند. در علم آکوستیک فشار صوتی به صورت فشار لحظه ای، فشار قله ای، فشار قله به قله و فشار جذر میانگین مجذور، اندازه گیری می شود [10].

اگرچه دامنه های لحظه ای یک موج از حیث فیزیکی، اهمیت دارند ولی باید توجه داشت که مغز انسان به استثنای فرکانس های بسیار بم، به دامنه های لحظه ای پاسخ نمی دهد [10].

<sup>6</sup> - Pure tone  
<sup>7</sup> Pitch

از دیدگاه ریاضی، فشار صوتی را می توان با مجذور فشارهای صوتی لحظه ای و جمع سازی آن ها و تقسیم عدد حاصل بر زمان جمع سازی و در نهایت بدست آوردن جذر آن ها محاسبه کرد. عدد حاصله را تحت عنوان جذر میانگین مجذور می شناسند [10].

$$\bar{P} = \left[ \frac{1}{T} \int_{t-T}^t P^2(t) dt \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه 2:}$$

که در آن

فشار میانگین مجذور (پاسکال)  $\bar{p}$ :

$T$ : زمان معدل گیری

$t$ : زمان واقعی

$P(t)$ : فشار صوتی لحظه ای می باشد.

### 2-6-3- دسی بل

واحد اندازه گیری تراز صوتی، دسی بل می باشد. صفر دسی بل، تقریباً همان آستانه شنوایی در فرکانس 1000 هرتز است و 120 دسی بل، سطحی است که صدا بسیار بلند است و شروع به آسیب رساندن می کند. همیشه هنگامی که از مقیاس دسی بل استفاده می شود، باید واژه سطح یا تراز را به کار برد. در فرمول زیر شیوه محاسبه تراز فشار را ملاحظه می کنید [10].

$$SPL = 20 \log_{10} \left[ \frac{\bar{P}}{2 \times 10^{-5}} \right] dB \quad \text{رابطه 3:}$$

که در آن:

$SPL^8$ : تراز فشار صوتی (دسی بل)

فشار صوتی (پاسکال)  $\bar{p}$ :

$dB$ : دسی بل

### 2-6-4- شدت و توان صوت

مقدار فشار صوتی را که در واحد زمان از واحد سطح عبور می کند، شدت صوت می گویند و توان صوتی عبارت است از میزان کل انرژی صوتی (در یک باند فرکانسی مشخص) که از منبع صوتی منتشر می شود. وقتی که موج صوتی در فضا آزاد می شود، رابطه بین فشار و شدت آن به صورت زیر می باشد [10].

<sup>1</sup> - Sound Pressure Level