

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیرماه ۹۸

## بررسی آلودگی صوتی و آزردهنگی صوتی در مناطق مسکونی تحت تاثیر از صدای فرودگاه بین المللی اهواز

نگین بابادی<sup>۱</sup>

مریم محمدی روزبهانی<sup>۲\*</sup>

[mmohammadiroozbahani@yahoo.com](mailto:mmohammadiroozbahani@yahoo.com)

کاظم حمادی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** تردد هواپیماها در بافت شهری و سر و صدای فرودگاه یکی از آثار نامطلوب و متداول زیست محیطی به شمار می‌رود. گسترش فرودگاه‌ها سبب شده است تا امروزه فرودگاه‌ها و مناطق مسکونی بسیار به یک دیگر نزدیک شوند و همین موضوع اهمیت بررسی آثار آلودگی صوتی ناشی از پرواز هواپیماها را آشکار تر می‌کند. هدف از این پژوهش، بررسی میزان آلودگی صوتی ناشی از تردد هواپیماها در محدوده‌ی پیرامون فرودگاه و در مسیر پرواز هواپیماها در شهر اهواز می‌باشد.

**روش بررسی:** در این پژوهش ابتدا طی یک بازه زمانی ۴ ماهه و در دو نوبت روز و شب، میزان تراز صوتی در ۷۰ ایستگاه که در مسیر پرواز هواپیماها در محدوده شهری واقع هستند، اندازه‌گیری شد. بعد از آن پرسش‌نامه‌های میزان آزردهنگی صدا توسط ساکنین مناطق مورد مطالعه و کارکنان فرودگاه تکمیل گردید.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده است میانگین تراز فشار صوت در محدوده مورد مطالعه به ترتیب در نوبت روز و شب ۶۸/۶۹ دسی بل و ۶۵/۶۲ دسی بل اندازه‌گیری شد. در طول مدت سنجش کم‌ترین تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده با ۵۸/۸۱ دسی بل در منطقه کوی پاستوریزه و بیش‌ترین تراز فشار صوت با ۸۵/۷۶ دسی بل در منطقه علی آباد ثبت شده است.

**بحث و نتیجه‌گیری:** براساس نتایج حاصل می‌توان عنوان نمود که میزان صوت در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای حدود بالاتری از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی صوتی، فرودگاه اهواز، آزردهنگی صوتی.

---

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.  
۲- استادیار گروه آلودگی‌های محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. \* (مسوول مکاتبات)  
۳- گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

# **Study of Noise Pollution and Noise Annoyance in Residential Areas Affected by Sound of Ahvaz International Airport**

**Negin Babadi**<sup>1</sup>

**Maryam Mohammadi Rouzbahan**<sup>2 \*</sup>

[mmohammadiroozbahani@yahoo.com](mailto:mmohammadiroozbahani@yahoo.com)

**Kazem Hemadi**<sup>3</sup>

Admission Date: May 4, 2016

Date Received: October 9, 2015

## **Abstract**

**Background and Objective:** Airplanes shuttling in urban context and airport noise are considered as common undesirable environmental effects caused by establishment or development of airports. Airport development has decreased the distance between airport and residential area and this highlights the importance of investigating the effects of the acoustic pollution caused by flights. The purpose of this study is to investigate the amount of acoustic pollution caused by flights in an area around the airport and in the direction of airplanes in Ahvaz.

**Method:** For this purpose, the rate of acoustic balance was measured during a four-month intervals in two day and night turns in 2015. In this study, 70 station were selected, in which sound rate was measured with 3 repetitions. Then the questionnaires a noise annoyance were completed by residents of the study area and the airport staff.

**Findings:** According to the results, the average balance of acoustic pressure in day turn and night turn were 68.69 and 65.62 dB respectively. During the measurement, the minimum sound pressure level of 58/81 dB and the maximum sound pressure level of 85/76 dB were recorded in Kooye-Pastorizeh and Aliabad regions.

**Discussion and Conclusion:** Results show that sound value in all the studied stations is higher than the standard of EPA.

**Keywords:** Acoustic pollution, Ahvaz airport, Acoustic annoyance.

---

1- MSc Graguated in Environmental Pollution, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Environmental Pollution, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. *\*(Corresponding Author)*

3- Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

## مقدمه

آلودگی صوتی تهدید جدی برای سلامت انسان‌هاست که به دلیل تنوع منابع (ترافیک، صنعت، محل کار و هم‌جواری) یکی از گسترده‌ترین خطرات برای سلامتی انسان به شمار می‌رود. از عمده‌ترین مشکلاتی که صداهای ناخواسته ایجاد می‌کنند آزرده‌گی صوتی می‌باشد. آزرده‌گی مربوط به واکنش به سروصدای ناخواسته است و زمانی رخ می‌دهد که سرو صدا با تفکر اصلی یا وظیفه‌ای که شخص در حال انجام آن است تداخل کند. اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی صوتی شامل افت موقت و دائم شنوایی، اثرات فیزیولوژیکی عمومی مثل تحریکات عصبی، ضربان قلب، فشار خون، تغییر در دیواره شریانی و احتمال حمله قلبی، ناراحتی‌های اجتماعی مانند اثر بر خواب و روابط اجتماعی و خانوادگی افراد مخصوصاً هنگامی که افت شنوایی اتفاق می‌افتد (۱ و ۲).

مسایل و چالش‌های ناشی از تلفیق و ترکیب عملکرد فرودگاه در بافت فضای شهری، مسایل پیچیده‌ای هستند. فرودگاه می‌تواند اثرات ژرفی بر کاربری‌ها و فعالیت‌های پیرامون آن داشته باشد. این تأثیرات ممکن است اقتصادی، توسعه‌ای، بصری و غیره باشد (۳). قبل از این که حمل و نقل هوایی به عنوان یک صنعت و فن آوری برای جابه‌جایی مسافر و کالا مطرح شود، فرودگاه‌ها اغلب در فاصله قابل توجهی از شهر و در محل‌هایی که دارای زمین ارزان با موانع بسیار کمی هستند، قرار می‌گرفتند. به دلیل ماهیت هواپیماها در آن زمان و عدم مداومت و تناوب در پروازها، آلودگی صوتی مشکلی برای جامعه ایجاد نمی‌کرد. تراکم پایین جمعیت در مجاورت فرودگاه و ترافیک سبک هوایی، از وقوع تصادفات اتفاقی خطرناک برای جوامع شهری جلوگیری می‌کرد. این در حالی است که امروزه رشد فوق‌العاده ترافیک هوایی، احتمال عکس‌العمل منفی جامعه را افزایش می‌دهد (۳ و ۴). ناراحتی ناشی از تولید صدا بستگی به مسیر اوج‌گیری هواپیما، نوع موتور بالابر و وزن ناخالص هواپیما دارد. با پیدایش هواپیماهای جت مساله به صورت جدی‌تری نمایان گردید. بنابراین، محل فرودگاه باید به نحوی انتخاب گردد که مسیرهای نشست و برخاست هواپیماها بر فراز زمین-

های غیر مسکونی و صنعتی باشد (۵). سروصدای ناشی از هواپیما در مناطق اطراف فرودگاه، از آسایش و رفاه زندگی مطلوب در آن ناحیه می‌کاهد و هم‌چنین می‌تواند منشا آزار و اذیت بسیار شده، خواب را مختل سازد، با مکالمات و محاورات تداخل کند و مردم را از لذت بردن از بسیاری از فعالیت‌های تفریحی محروم نماید. سروصدای هواپیما به ویژه برای سلامت کارکنان فرودگاه یعنی کسانی که به خاطر نوع وظایف‌شان روزانه در معرض سروصدای شدید هواپیما قرار دارند، خطر-آفرین است. لذا برقراری ضوابط و مقررات پیش‌گیرانه شدیدی مانند استفاده اجباری از تجهیزات حفاظتی صوتی برای این گونه افراد و کاهش ساعات کار ضروری است (۶). از عمده‌ترین عوامل تولید سروصدا در فرودگاه‌ها، موتور هواپیما است که برحسب نوع و عملیاتی که توسط هواپیما انجام می‌گیرد متفاوت می‌باشد. دو مولفه اصلی ایجاد سروصدای موتور هواپیما، جریان گاز خروجی با سرعت بالا از آگزوز و جریان هوا در سیستم فن و کمپرسور است. هواپیما به هنگام فرود از ارتفاع خود می‌کاهد و هم‌زمان با کاهش ارتفاع، فاصله آن با موانع دریافت‌کننده زمینی کم می‌شود که در نتیجه تمام کاربری‌هایی مستقر در مسیر هواپیما تا خاتمه عملیات نشست در معرض آلودگی صوتی شدید قرار می‌گیرند (۷). به هنگام برخاستن هواپیما نیز کلیه کاربری‌هایی که در مسیر پرواز در ارتفاع کم واقع شده‌اند، در معرض آلودگی صوتی شدید قرار می‌گیرند. اصولاً بیش‌ترین سروصدا در هنگام پرواز هواپیما ایجاد می‌شود. اثرات سروصدای هواپیماها در مناطق جمعیتی به عوامل مختلف بستگی دارد. این عوامل را می‌توان شامل مقدار و مشخصات مدت زمان تداوم سروصدا، مسیرهای پرواز مورد استفاده در زمان نشست و برخاست، فرآیند تعداد و نوع عملیات، چگالی ترافیک هوایی، ترکیب ناوگان هواپیمایی، نحوه-ی استفاده از باندهای پرواز، زمان، فصل و شرایط اقلیمی دانست (۸). پرواز هواپیما و محیط فرودگاه از منابع سروصدای بلند هستند که غیر از کارکنان نسبتاً زیاد فرودگاه، جمعیت بالایی از جامعه ساکن در نزدیک فرودگاه را تحت تأثیر قرار

شهرهای ایران محسوب می شود که به دلیل موقعیت جغرافیایی و استقرار صنایع بزرگ در خوزستان از اهمیت ویژه-ای برخوردار است و به علت این که فرودگاه در محدوده شهری استقرار یافته است. سطح آزدگی و نارضایتی مردم را به طور محسوسی افزایش داده است. این امر موجب گشت تا پژوهشی با هدف اصلی بررسی آلودگی صوتی و آزدگی صوتی در مناطق مسکونی تحت تاثیر از صدای فرودگاه بین المللی اهواز صورت گیرد.

#### روش بررسی

فرودگاه بین المللی اهواز در شمال شرقی شهر اهواز و با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه و ۴۳ ثانیه طول شرقی و دارای باند نشست و برخاست هواپیما به عرض ۴۵ متر و طول ۳۴۰۰ متر در داخل این شهر واقع شده است. این پژوهش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۴ در مناطق اطراف فرودگاه بین المللی اهواز انجام شد. در ابتدا براساس بازدیدهای منطقه ای سایت ها و ایستگاههای اندازه گیری، ترازهای آلودگی صدا در شهر اهواز با توجه به موقعیت منبع انتشار صدا (فرودگاه) تعیین گردید (۷۰ ایستگاه) در این راستا ۷ منطقه با کاربری مسکونی (مناطق علی آباد، کوی پیروزی، کوی عابدی، فرهنگیان، پاستوریزه، کوی ملت و کوی نفت) برای انجام پژوهش انتخاب شدند. در هر کدام از مناطق فوق الذکر ۱۰ ایستگاه مشخص گردید. موقعیت مناطق مورد بررسی در شکل شماره (۱) نمایش داده شده است.

می دهند. صدای فرودگاه فقط در محدودی از موقعیتها از حد مجاز فراتر می رود ولی سبب کاهش شنوایی در افرادی می شود که با آن مواجه هستند (۷). در پژوهش Scheckenberg و همکاران در سال ۲۰۱۰ در فرودگاه فرانکفورت سه گروه شامل افراد در معرض آلودگی صوتی فرودگاه، افراد در معرض آلودگی صوتی راه آهن و افراد در معرض آلودگی صوتی بزرگ راه ها و آزاد راه ها از نظر شاخص های سلامتی با یک دیگر مقایسه شدند. هر سه گروه در معرض آلودگی صوتی بوده اند و در فواصل زمانی معین از آن ها جمع آوری اطلاعات به عمل آمد. افراد با توجه به سن و جنسیت و موقعیت مالی- اجتماعی طبقه بندی شدند. در انتها مشخص گردید که شاخص کیفیت سلامت و بهداشت محیط در افرادی که در معرض آلودگی صوتی فرودگاه هستند به نسبت سایرین کم تر است (۹).

در سال ۱۳۹۲ پژوهشی در رابطه با اثرات آلودگی صوتی فرودگاه مهرآباد بر ساکنین واقع در منطقه تهران سر انجام گردید. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که بیش از ۹۰ درصد از ساکنین از برهم خوردن تمرکز خود و فرزندان شان در انجام فعالیت های روزانه و تاثیر نامطلوب بر استراحت و خواب و... خود اظهار نارضایتی نموده اند. در پایان راهکارهایی برای کاهش این حالت از آلودگی ارایه دادند (۱۰). در پژوهشی اثرات آلودگی صوتی فرودگاه مشهد بر مناطق مسکونی پیرامون بررسی گردید. نتایج نشان داد اختلال در خواب، حالت عصبی، استرس و بیماری روحی، تداخل در گفتار و ترس از برخورد هواپیما از نظر تاثیر پذیری از نویز هواپیماها به ترتیب در اولویت اول تا پنجم قرار دارند (۱۱). شهر اهواز جزء یکی از بزرگترین و مهم ترین کلان



شکل ۱ - تصویر ماهواره ای موقعیت مناطق مورد مطالعه نسبت به فرودگاه

Figure 1- Satellite images of the Stations to airport location

مربوطه حاصل شد. برای به دست آوردن پایایی پرسش نامه از فرمول کوکران استفاده گردید.

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{d^2}$$

فرمول کوکران:

$n$  = حجم نمونه

$N$  = حجم جمعیت آماری (حجم جمعیت شهر، استان، و...)

$Z$  = مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد

$p$  = نسبتی از جمعیت دارای صفت معین

$q$  = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین ( $1-p$ )

$d$  = مقدار اشتباه مجاز یا درصد خطا

به منظور انجام تجزیه و تحلیل در محیط سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، shape file منطقه تهیه شد و بعد از ایجاد نقشه GIS (با استفاده از نسخه ۱۰٫۲ نرم افزار GIS) محدوده مورد پژوهش به منظور تشکیل یک پایگاه داده مکانی آماده گردید، سپس داده های مربوط به صدا برای نقاط مجهول از Interpolation یا درون یابی به دست آمد و برای تراز فشار صوت در نوبت روز و نوبت شب درون یابی صورت گرفت.

این سنجش ها در مدت ۴ ماه متوالی (۲ ماه در فصل بهار و ۲ ماه در فصل تابستان) در بازه زمانی ۷ صبح تا ۱۰ شب (نوبت روز) و ۱۰ شب تا ۷ صبح (نوبت شب) انجام شد. اندازه گیری ها با استفاده از دستگاه تراز سنج صدا مدل CASELLA CELL450 صورت گرفت. کالیبراسیون دستگاه صداسنج توسط کالیبراتور CELL-110/2 انجام شد. مدت زمان اندازه گیری در هر ایستگاه ۳۰ دقیقه (طبق استاندارد هوای آزاد ایران) ، تعریف شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست ایران) بود. پارامترهای صوتی SPL، Leq، Lmin و Lmax، محاسبه گردید. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و Exell (نسخه ۲۰۱۰) مقایسه شاخص های صوتی در ایستگاه های مختلف انجام شد.

در فاز دوم تحقیق همگام با سنجش صدا در ایستگاه های تعیین شده، تعداد ۲۱۰ پرسش نامه بین ساکنین ۷ منطقه مذکور توزیع گردید، سپس به منظور تعیین میزان آزردهنگی صوتی در فرودگاه بین المللی اهواز تعداد ۳۰ پرسش نامه توسط کارکنان فرودگاه به صورت حضوری تکمیل گردید. روایی محتوایی پرسش نامه های آزردهنگی با کسب نظر متخصصان

## یافته ها

متوسط شاخص های تراز فشار صدا در ۷ منطقه مورد مطالعه در طول ۴ ماه سنجش، اندازه گیری شد (جدول ۱). بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه بیشترین میزان تراز فشار صوت در کل اندازه گیری ها  $85/76 \text{ dB(A)}$  مربوط به ایستگاه علی آباد و کمترین میزان  $58/81 \text{ dB(A)}$  در ایستگاه کوی پاستوریزه سنجش شده است. سازمان حفاظت محیط زیست ایران میزان حد مجاز صوت در نواحی مختلف را بصورت جدول (۲) ارایه نموده است (۱۳ و ۱۲). به منظور مقایسه داده های حاصل از سنجش در طول ۴ ماه با

مقادیر استاندارد مناطق مسکونی از نرم افزار spss (آزمون one-sample t test) استفاده گردید (جدول ۳ و ۴). تراز های صوت در نوبت روز و شب در ۷ منطقه مورد مطالعه با استفاده از آزمون T-test با هم مقایسه شد (جدول شماره ۶ و ۷). تراز های صوتی در فصل بهار و تابستان در ۷ منطقه مورد مطالعه با استفاده از آزمون (Independent sample t-test) با هم مقایسه شد (جدول شماره ۸). تراز های صوت اندازه گیری شده بین مناطق مورد بررسی با استفاده از نرم افزار spss (آزمون one-way anova) مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۹).

## جدول ۱- نتایج اندازه گیری میانگین تراز فشار صوت در مناطق مورد مطالعه در نوبت روز و شب

Table 1 -The results of measuring the average sound pressure level in the study area at the turn of the day and night

کد منطقه	مناطق مورد نظر	تراز فشار صوت (SPL) در نوبت روز	تراز فشار صوت (SPL) در نوبت شب
۱	علی آباد	$74/83 \pm 3/41$	$70/21 \pm 1/69$
۲	کوی پیروزی	$69/81 \pm 2/37$	$68/91 \pm 6/5$
۳	کوی نفت	$66/03 \pm 1/72$	$64/47 \pm 2/46$
۴	کوی عابدی	$73/75 \pm 2/71$	$72/17 \pm 7/8$
۵	کوی ملت	$66/48 \pm 1/72$	$50/63 \pm 1/84$
۶	کوی پاستوریزه	$63/68 \pm 1/51$	$61/81 \pm 1/72$
۷	فرهنگیان	$66/24 \pm 1/44$	$64/55 \pm 1/74$

## جدول ۲- استاندارد صدای مجاز در هوای آزاد ایران (۱۳ و ۱۲)

Table 2- Standard noise pressure level in Iran

نوع منطقه	روز از ساعت ۷ الی ۲۲ (dBA)	شب از ساعت ۲۲ الی ۷ (dBA)
منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
منطقه تجاری-مسکونی	۶۰	۵۰
منطقه تجاری	۶۵	۵۵
منطقه مسکونی-صنعتی	۷۰	۶۰
منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

جدول ۳- مقایسه پارامترهای صوتی در ایستگاه‌های نوبت روز با استانداردهای صوت ایران

Table3- Compare of noise parameters in day to standard levels in Iran

ترازهای صوتی	استاندارد ۵۵ دسی بل			
	T	df	Sig	تفاوت میانگین‌ها
Max	۳۳/۶۸	۱۱۱	۰/۰۰۰	۱۶/۹۵
Min	۱۴/۱۹	۱۱۱	۰/۰۰۰	۵/۷۰
Leq	۲۲/۲۳	۱۱۱	۰/۰۰۰	۹/۴۳
SPI	۳۲/۰۶	۱۱۱	۰/۰۰۰	۱۳/۷۲

جدول ۴- مقایسه پارامترهای صوتی در ایستگاه‌های نوبت شب با استانداردهای صوت ایران

Table4 - Compare of noise parameters in night to standards levels in Iran

ترازهای صوتی	استاندارد ۴۵ دسی بل			
	T	Df	Sig	تفاوت میانگین‌ها
Max	۳۱/۰۱	۱۱۱	۰/۰۰۰	۲۳/۵۴
Min	۳۷/۵۶	۱۱۱	۰/۰۰۰	۱۳/۵۴
Leq	۳۸/۴۴	۱۱۱	۰/۰۰۰	۱۲/۱۷
SPI	۴۲/۸۳	۱۱۱	۰/۰۰۰	۵۲/۲۱

جدول ۵- داده‌های روز و شب در ۷ منطقه مورد مطالعه

Table5 -Data of day and night in the 7 regions

پارامتر	تعداد	میانگین	انحراف از معیار	خطای میانگین
Lmax	۱	۶۹/۶۱	۴/۸۰	۰/۴۵
	۲	۱۱۲	۸/۶۵	۰/۸۲
Lmin	۱	۵۸/۶۷	۴/۰۱	۰/۳۸
	۲	۱۱۲	۴/۱۳	۰/۳۹
Leq	۱	۶۲/۱۷	۴/۳۸	۰/۴۱
	۲	۱۱۲	۴/۸۴	۰/۴۶
Spl	۱	۶۶/۵۳	۴/۹۲	۰/۴۶
	۲	۱۱۲	۴/۹۶	۰/۴۷

نکته: ۱: نوبت روز، ۲: نوبت شب

جدول ۶- بررسی تراز های صوت در نوبت روز و شب بر اساس آزمون T-test

Table 6- Sound levels at day and night by T-test

معنی داری بر اساس آزمون T-Test	آزمون T-test			
	تفاوت میانگین ها	Sig	T	تراز های صوتی
نتایج اختلاف معنی دار ندارند	-۱/۲۷	۰/۱۷۵	-۱/۳۶	Max
نتایج اختلاف معنی دار دارند	-۱/۹۱	۰/۰۰۱	-۳/۵۰	Min
نتایج اختلاف معنی دار دارند	-۲/۲۱	۰/۰۰۰	-۳/۵۹	Leq
نتایج اختلاف معنی دار دارند	-۲/۱۷	۰/۰۰۱	-۳/۲۹	SPL

جدول ۷- داده های فصل بهار و تابستان در مورد مطالعه ۷ منطقه

Table 7 -Data for the spring and summer in the 7 region

خطای میانگین	انحراف از معیار	میانگین	تعداد	پارامتر
۰/۵۰	۵/۳۲	۷۱/۹۴	۱۱۲	Lmax
۰/۷۵	۸/۰۳	۶۸/۵۳	۱۱۲	
۰/۴۰	۴/۲۵	۶۰/۶۹	۱۱۲	Lmin
۰/۳۶	۳/۸۱	۵۸/۵۴	۱۱۲	
۰/۴۲	۴/۴۹	۶۴/۴۳	۱۱۲	Leq
۰/۴۴	۴/۷۱	۶۲/۱۲	۱۱۲	
۰/۴۲	۴/۵۲	۶۸/۷۱	۱۱۲	Spl
۰/۵۰	۵/۳۱	۶۶/۵۲	۱۱۲	

نکته: ۱: فصل بهار، ۲: فصل تابستان

جدول ۸- بررسی تراز های صوت در فصول بهار و تابستان بر اساس آزمون T-test

Table 8 - sound levels in spring and summer, according to T-test,

معنی داری بر اساس آزمون T-Test	آزمون T-test			
	تفاوت میانگین ها	Sig	T	تراز های صوتی
نتایج اختلاف معنی دار دارند	۳/۴۱	۰/۰۰۰	۳/۷۴	Max
نتایج اختلاف معنی دار دارند	۲/۱۵	۰/۰۰۰	۳/۹۹	Min
نتایج اختلاف معنی دار دارند	۲/۳۰	۰/۰۰۰	۳/۷۵	Leq
نتایج اختلاف معنی دار دارند	۲/۱۹	۰/۰۰۱	۳/۳۲	SPL



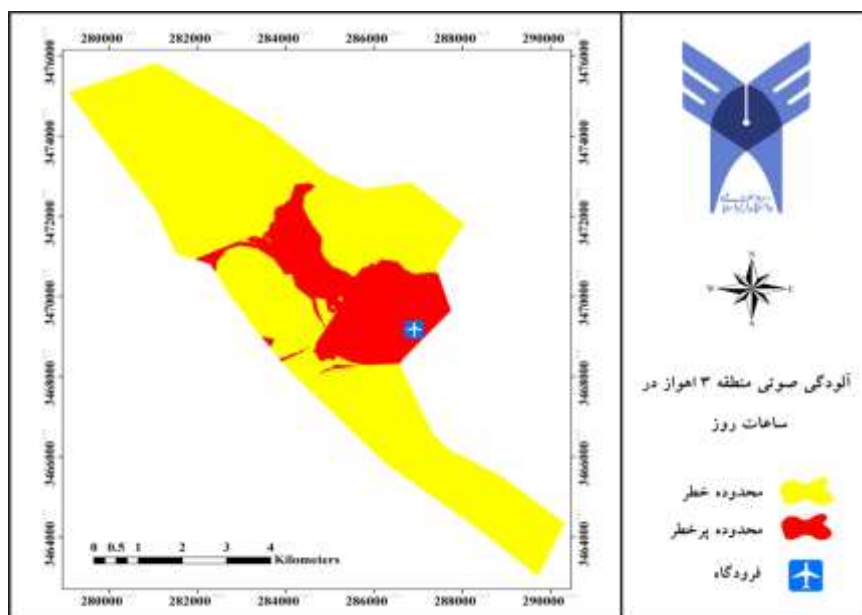
جدول ۹- اطلاعات مربوط به آزمون ANOVA برای مقایسه داده های اندازه گیری شده در مناطق شهراهوآز

Table9-Information on using ANOVA to compare the data measured in ahvaz

Sig	F	Mean Square	Df	of Sum Squares		
.000	۵۷/۹۷	۲۷۴/۷۰	۶	۱۶۴۸/۲۱	بین مناطق	Leq
		۴/۷۴	۱۰۵	۴۹۷/۵۴	درون مناطق	
			۱۱۱	۲۱۴۵/۷۶	کل	
.000	۳۷/۲۱	۲۶۰/۷۶	۶	۱۵۶۴/۵۶	بین مناطق	SPL
		۷/۰۱	۱۰۵	۷۳۵/۸۷	درون مناطق	
			۱۱۱	۲۳۰۰/۴۳	کل	

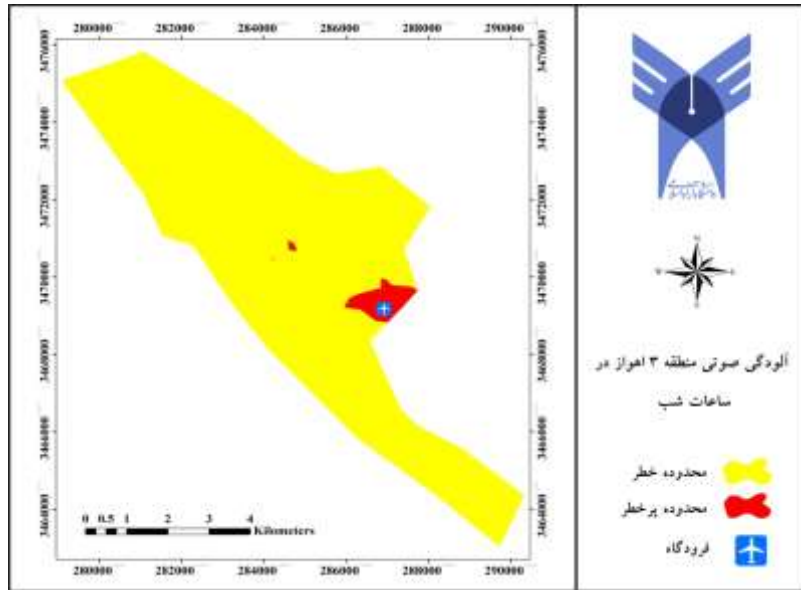
۷۰دسی بل) و محدوده پرخطر(بیشتر از ۷۰دسی بل) استفاده شده است.

تصاویر GIS زیر حاصل از درون یابی پارامتر میانگین تراز فشار صدای روزانه و شبانه در منطقه ۳ شهر اهواز در بهار و تابستان ۱۳۹۴ می باشد. در این تصویر از دو طبقه محدوده خطر(۶۰-



شکل ۲- نقشه تراز فشار صدای روز، منطقه ۳ اهواز، بهار و تابستان ۱۳۹۴

Figure2- Map of sound pressure levels at Day- Region 3 Ahvaz- Spring and summer 2015



شکل ۳- نقشه تراز فشار صدای شب، منطقه ۳ اهواز، بهار و تابستان ۱۳۹۴

Figure 3- Map of sound pressure levels at night- Region 3 Ahvaz- Spring and summer 2015

جدول ۱۰- نتایج نظرسنجی کارکنان فرودگاه بین المللی اهواز در خصوص آلودگی صوتی حاصل از پرواز هواپیما در محیط کار

Table 10 -The results of the staff Ahvaz International Airport on noise pollution from aircraft in the workplace

ردیف	سوالات	درصد بله	درصد خیر
۱	آیا در محیط کار خود با کاهش قدرت تمرکز مواجه هستید؟	۷۰	۳۰
۲	آیا در محیط کارتان دچار سردرد می شوید؟	۸۳	۱۷
۳	آیا در محیط کار خود با سرگیجه مواجه هستید؟	۷۰	۳۰
۴	آیا در محیط کار احساس سستی و خواب آلودگی دارید؟	۷۳	۲۷
۵	آیا در گوش هایتان احساس سنگینی می کنید؟	۷۷	۲۳
۶	آیا در سرتان احساس فشار و سنگینی دارید؟	۷۷	۲۳
۷	آیا در بدنتان احساس ارتعاش و لرزه دارید؟	۶۰	۴۰
۸	آیا از اثرات آلودگی صوتی بر سلامت انسان آگاهی دارید؟	۸۰	۲۰
۹	آیا در مکان استراحت احساس کاهش قدرت تمرکز دارید؟	۸۰	۲۰
۱۰	آیا در محل استراحت خود دچار سردرد می شوید؟	۶۰	۴۰
۱۱	آیا هنگام استراحت دچار سرگیجه می شوید؟	۶۷	۳۳
۱۲	آیا در هنگام استراحتتان احساس سستی و خواب آلودگی دارید؟	۷۰	۳۰
۱۳	آیا در مکان استراحت در گوشهایتان احساس سنگینی دارید؟	۵۷	۴۳
۱۴	آیا در مکان استراحت در سرتان احساس سنگینی می کنید؟	۶۷	۳۳
۱۵	آیا در محیط استراحت دچار لرزش در بدنتان می شوید؟	۴۳	۵۷

بر سلامتی انسان آشنایی داشتند و ۴۱ درصد از افراد مورد پژوهش باروش های کنترل و کاهش آلودگی صوتی در اماکن (حفاظت فردی) آشنا بودند.

#### بحث و نتیجه گیری

- براساس نتایج به دست آمده در طول ۴ ماه اندازه‌گیری، میانگین تراز فشار صوت در نوبت روز در منطقه علی آباد برابر  $74/83$  دسی بل با انحراف معیار  $\pm 3/41$  است. بنابراین نسبت به سایر مناطق مورد بررسی دارای بالاترین میزان تراز صوت اندازه‌گیری شده می باشد. هم‌چنین میزان فشار صوت در نوبت شب در منطقه کوی عابدی  $72/17$  دسی بل با انحراف معیار  $\pm 7/8$  بود که نسبت به سایر مناطق از تراز صوتی بالاتری برخوردار بوده است. از طرفی در تمام مناطق مورد مطالعه، بالاترین میانگین تراز فشار صوت در نوبت صبح اندازه‌گیری شده است.

- با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت طبق آزمون  $t$ -test اختلاف معنی‌داری بین ترازهای صوت در نوبت روز و شب مشاهده گردید.

- در محدوده مورد مطالعه (۷ منطقه) میانگین تراز فشار صوت برابر  $68/69$  دسی بل در نوبت روز و  $66/59$  دسی بل در نوبت شب می باشد. در نتیجه تراز فشار صوت به طور کلی بالاتر از حد استاندارد سازمان محیط زیست ایران برای مناطق مسکونی ( $50$  دسی بل در روز و  $45$  دسی بل در شب) برآورد می گردد. هم چنین لازم به ذکر است که در هر یک از مناطق هفت‌گانه تراز فشار صوت در دو نوبت روز و شب بالاتر از استاندارد هوای آزاد در ایران می باشد (جدول ۲).

- پس از بررسی و مقایسه داده های جمع آوری شده در دو نوبت روز و شب در ۷ منطقه مورد مطالعه ( علی آباد، کوی عابدی، کوی پیروزی، کوی ملت، کوی نفت، فرهنگیان و پاستوریزه ) بالاترین تراز فشار صوت در روز و شب در سطح خطای  $0/05$  دارای اختلاف معنی دار نمی باشد، اما برای سایر تراز های صدا (پایین ترین تراز فشار صوت، تراز معادل صوت و تراز فشار صوت) بین نوبت روز و شب اختلاف معنی‌دار وجود دارد و میانگین این سه پارامتر در روز بالاتر از شب است .

در این پژوهش نتایج نظرسنجی از ساکنین منطقه ۳ شهرداری اهواز در خصوص آلودگی صوتی حاصل از پرواز هواپیماها به این شرح بود: جنسیت افراد پرسش شونده شامل ۴۱ درصد مرد و ۵۹ درصد زن بود که در این میان از نظر تحصیلات بیش‌ترین افراد دارای تحصیلات دیپلم و لیسانس و کم‌ترین آن‌ها دارای تحصیلات فوق لیسانس و بالاتر بودند. بیش‌ترین افراد پرسش شونده (۴۶ درصد) سن ۲۰ تا ۴۰ سال و کم‌ترین افراد (۲۲ درصد) سن بالاتر از ۶۰ سال داشتند. ۴۹ درصد افراد به سوال مربوط به میزان صدای بلند هواپیما در محل زندگی پاسخ دادند، ۳۹ درصد معتقد بودند صدای هواپیما در محل زندگی شان متوسط و ۱۲ درصد میزان صدا را کم ارزیابی کردند. ۴۰ درصد از افراد به سوال مواجهه با منابع صدای غیر از صدای هواپیما پاسخ مثبت و ۶۰ درصد به این سوال پاسخ منفی دادند. منابع مولد صدا غیر از صدای هواپیما از نظر افراد پرسش شونده عبارت بودند از: عملیات شهرسازی، ترافیک و تردد وسایل نقلیه ۴۲ درصد از افراد پرسش شونده با وجود صدا تمرکز حواس داشتند و صدای مزاحم هواپیما در ۶۱ درصد از افراد باعث ایجاد تداخل گفتگو با سایرین شد. هم‌چنین ۶۰ درصد افراد نیز تداخل در هنگام گوش دادن و دیدن رادیو و تلویزیون را عنوان کردند. در ۵۰ درصد افراد مذکور صدای ناشی از هواپیما سبب بی‌خوابی گردید. در ۵۵ درصد از افراد نیز صدای ناشی از هواپیما سبب از خواب پریدن آن‌ها شد. ۴۶ درصد افراد در طول شبانه روز دچار عصبانیت ناشی از صدای هواپیما شدند، ۵۲ درصد از افراد نیز در مواجهه با صدای هواپیما دچار وزوز گوش و ۴۲ درصد از افراد در مواجهه با صدای هواپیما دچار سردرد گردیدند.

از نظر افراد مورد پژوهش بالاترین میزان صدای هواپیما در ظهر و شب (به ترتیب ۲۵ درصد و ۴۸ درصد) و کم‌ترین میزان در صبح و عصر (به ترتیب ۲۱ درصد و ۶ درصد) می باشد. بیش‌ترین نارضایتی این افراد از مقادیر صدای هواپیما در زمان ظهر و شب می باشد. تاثیر صدای هواپیما در ۱۰ درصد از افراد بسیار ناراحت کننده، در ۵۰ درصد ناراحت کننده و در ۲۵ درصد کمی ناراحت کننده بود. ۵۴ درصد از افراد نیز با اثرات آلودگی صوتی

صوتی ناشی از فرودگاه در روز و شب آزاردهنده و اکثر نواحی مسکونی در معرض صدای بیش از حد مناطق مسکونی (۵۵ دسی بل در روز و ۴۵ دسی بل در شب) قرار دارند. این مورد سبب ایجاد ناراحتی و برهم زدن آرامش و خواب ساکنین این منطقه می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نیز نتایج فوق را تایید می‌کند (۱۰).

اجزاء شکوهی و غفاری در سال ۱۳۹۲ پژوهشی در رابطه با اثرات آلودگی صوتی فرودگاه مشهد بر مناطق مسکونی پیرامون انجام دادند. نتایج نشان داد اختلال در خواب، حالت عصبی و تداخل در گفتار از عواملی هستند که از بیش‌ترین میزان تاثیرگذاری از نویز هواپیما برخوردار هستند. در پژوهش حاضر نیز مشخص گردید اختلال در خواب، اختلال در تماشای تلویزیون و اختلال در گفتگو از بیش‌ترین میزان تاثیرگذاری از صدای هواپیما برخوردار هستند (۱۱).

نتایج مطالعه مشابه انجام شده توسط نصیری و همکاران نشان می‌دهد که در نواحی مسکونی اطراف فرودگاه با توجه به اندازه-گیری‌های انجام شده و مصاحبه با افراد ساکن در این مناطق میزان تراز فشار صوت وارده به این نواحی از حد مجاز نواحی مسکونی بیش‌تر می‌باشد (۱۴).

در پژوهش فرنوش محسنی با عنوان ارزیابی صدا و آرایه راه‌های کاهش و کنترلی صدا در فرودگاه مهر آباد در نقاط مسکونی مجاور فرودگاه میزان تراز فشار صوت به اندازه ۲۰ دسی بل به نسبت حد مجاز آن بالاتر بوده است (۱۵).

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت درجه حرارت عامل مهمی در انتشار صوت می‌باشد. بنابراین در فصل تابستان نسبت به فصل بهار و نیز در نوبت شب نسبت به نوبت روز آلودگی صوتی ناشی از صدای هواپیما افزایش می‌یابد، به طوری که ۵۰ درصد ساکنین مناطق مسکونی اطراف فرودگاه در نوبت شب ابراز نارضایتی داشته‌اند.

در نهایت پیشنهاد می‌گردد در مناطق دیگر شهر اهواز پژوهش-های مشابهی صورت پذیرد تا مناطق متاثر از صدای فرودگاه به طور دقیق مشخص گردد.

- نتایج حاصل از آزمون t-test نشان می‌دهد هر چهار پارامتر صوتی مورد بررسی در فصل بهار و تابستان در سطح ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. میانگین تراز فشار صوت در فصل بهار معادل ۶۶/۵۲ دسی بل با انحراف از معیاری معادل  $\pm ۵/۳۱$  بوده است و در فصل تابستان تراز فشار صوت معادل ۶۷/۷۱ دسی بل با انحراف از معیار  $\pm ۴/۵۲$  بوده است.

- طبق آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری برای تراز معادل صوت و تراز فشار صوت بین ۷ منطقه مورد مطالعه وجود دارد.

- نتایج مطالعه در محدوده‌های مورد نظر با توجه به اندازه-گیری‌های محیطی و حرکت هواپیما در هنگام نشست و برخاست از فراز مناطق مسکونی می‌باشد و چنین نتیجه‌گیری می‌شود که تردد هواپیما بر فراز مناطق مسکونی عامل مهمی در ایجاد آلودگی در شهر است که بیش‌ترین عامل این سروصدا به دلیل صدای تولید شده توسط موتور هواپیما می‌باشد. بر طبق نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ترازهای صوت در ایستگاه-های مورد بررسی و نیز نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها مشاهده شد که در هر ۷ منطقه پرواز هواپیما بر فراز مناطق مسکونی در مجاورت فرودگاه، عامل اصلی آلودگی صوتی بوده است و مردم منطقه تحت تاثیر آلودگی صوتی شدید ناشی از عبور هواپیما هستند. ترازهای صدا در مناطق علی‌آباد و کوی عابدی نسبت به ۵ منطقه کوی ملت، پاستوریزه، فرهنگیان، پیروزی و کوی نفت بالاتر مشاهده شد.

با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت درجه حرارت عامل مهمی در انتشار صوت می‌باشد، بنابراین در فصل تابستان نسبت به فصل بهار و هم چنین در نوبت شب نسبت به نوبت روز آلودگی صوتی ناشی از صدای هواپیما افزایش می‌یابد به طوری که ۵۰ درصد ساکنین مناطق مسکونی اطراف فرودگاه در نوبت شب ابراز نارضایتی داشتند.

زارعی محمودآبادی و همکاران در سال ۱۳۹۲ پژوهشی در رابطه با ارزیابی آلودگی صوتی فرودگاه مهرآباد بر ساکنین منطقه تهران سر انجام دادند. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه در معرض آلودگی صوتی بیش از حد استاندارد قرار دارد. در واقع این آلودگی در مسیر پرواز هواپیماها بیش‌تر است. این آلودگی

- Aircraft Noise and Quality of Life around Frankfurt Airport, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Vol. 7, pp. 3382-3405.
10. Zarei mahmoudabadi, H., eivazi, Gh., Samavati, E., 2013. Effect of noise pollution on Tehransar area and provide ways to reduce noise. First national conference on science and technology new agriculture and natural resources (In persian).
  11. Ajza shokouhi, M., Ghafari, E., 2013. Effects of noise pollution on mashhad airport on residential areas. First national conference on urban services and environment (In persian).
  12. Abbaspour, M., Environmental engineering, Vol.2 (In persian).
  13. Mansouri, N., 2011. Environment pollution. Arad publication. Vol.1. (In persian).
  14. Nasiri, P., behzadi, M., mostafaii, M., Mostafaii, M., 2013. Assessment of noise pollution on Mehrabad airport and provide a management olutions for reduce noise. 19<sup>th</sup> national conference iranian society of environmentalists (In persian).
  15. Mohseni, F., 2011. Noise evaluation and provide ways to reduce noise in mehrabad airport. 7<sup>th</sup> congress of occupational health and safety (In persian).

## Reference

1. Tajik, R., Ghadami, A., Ghamari, F., 2007. The effects of noise pollution and hearing of metal workers in arak. *Zahedan journal of research in medical science*, pp. 298-291 (In persian).
2. Frouhar. F., Nasiri, P., Ahmadvand, M., Frouhar, F., 2011. Environmental noise pollution of oil and gas industry. 5<sup>th</sup> conference of environmental engineering. Tehran (In persian).
3. Regulations of Areas Sorrounding Airports., 2001. Deputy of technical affairs. Research and training center (In persian).
4. Safarzadeh. M., Masumi, Gh., 2004. Airport planning and design. Vol. 2 (In persian).
5. Behbahani, H., Imani, M., 1992. Airport design and calculation. Iran university of science and technology publications (In persian).
6. Golmohammad, R., Mohammadfam, A., 2003. Noise and vibration engineering. Vol.2. (In persian).
7. Raiy, A., Farzampour, S., Mehrparvar, A., Assessment of noise induced hearing loss in the staff of yazd airport. 2010-2011. *Ebnesina. Journal of medical* (In persian).
8. González J. G., 2004. Environmental Noise- Main Focus: Aircraft Noise, *Europäische Akademie*, No.36.
9. Schreckenber. D, Meis. M, Kahl. C, Peschel. C, Eikmann. T., 2010.