

## Evaluation of noise pollution before and after performing corrective measures in operational units of reservoirs and petroleum products transportation of Abadan oil refinery

**Seyed Mahdi Mousavi**, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Rohadin Moradirad**, PhD Candidate, Department of Occupational Health Engineering, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

**Mohammad Hossain Beheshti**, PhD Candidate, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Social Determinants of Health Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

**Roohalah Hajizadeh**, (\*Corresponding author) PhD of Occupational Health Engineering, Occupational Health Engineering Department, School of Paramedical & Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran. [roohalahhajizade@gmail.com](mailto:roohalahhajizade@gmail.com)

**Fereshteh Taheri**, MSc of Ergonomic, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Esmail Khodaparast**, Masters of Industrial Safety, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Shahed Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Saeid Yazdanirad**, PhD Candidate, School of Public Health, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran

**Yoosef Faghiehnia Torshizi** PhD of Computer Sciences, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Abstract

**Background and aims:** Noise exposure as a main problem of industrial world is one of the most common risk factors in industries and many employees expose to it in the workplace. Noise exposure causes a wide range of the discomforts, disorders, and occupational diseases and effects including focus loss, systolic blood circulation changes, sleep disturbances, long-term memory loss, Anger, vascular problems, stress, headache, nausea, irritability, and irreversible hearing loss. Hearing loss in industrial environments is made due to the prolonged exposure with the high level sound pressures and considered as the agent of one third of occupational diseases in Europe. One of the most current and important industries with high level sound pressures in Iran is oil and gas industry. Iran has a special status in terms of oil and gas resources in the region and world, so that it is considered as the fourth crude oil producer, fifth crude oil exporter, and third country having oil reserves. This industry provides the material and energy to other industries and can play a substantial role in economics of developing countries. Abadan oil refinery is largest refinery of Iran and one of three largest refineries in the world. This refinery has been located in Khuzestan province of Iran and occupational noise in mostly its units has exposed the employees to adverse health effects. The results of various studies performed on physical harmful agents, particularly noise, in the oil and gas industry and related companies indicate that noise exposure in some their units is higher than acceptable limit in some units. Given the special status of oil industries and the high volume of labor forces in these industrial units, the present study was aimed to evaluate the workplace noise in operational units of reservoirs and petroleum products transportation of Abadan oil refinery and investigate the impact of control measures on the noise exposure.

**Methods:** This cross sectional and analytical study, was carried out in the operational units of tanks and petroleum products transportation including Crude oil pumping stations 1, 2, and 3, pus oil pumping station, MTBE, Control Center, NTA, KTA, mixing and fusion, fuel transportation, spherical reservoirs, and mazut unit. At the first, the basic information including locations of noise sources and operating conditions of equipment in the various units were collected for determining the noise pollution and identifying the noise productive resources. Then, the values of the sound pressure level were measured using sound level meter, model CEL 490, made by Casella company based on ISO 9612 standard. As well as, the sound level meter was calibrated by the calibrator, model CEL-110/1. In addition, the noise characteristics of the productive resources were determined by ISO 3745 standard. Based on ISO 9612 standard, the studied units were divided to equal squares with the dimensions of five and five meters using a regular network measurement pattern and the centers of these squares were specified as the measurement points. Given that the noise variations were lower than five dB, the values of the sound pressure level were measured at least three times in each point and their mean were calculated as the sound pressure level of each point. The least time of noise measurement in each point was fifteen seconds. To identify the main noise productive resources and dangerous areas with high sound pressure level, the measurement results were depicted in the form of a noise plan. The mean values of air

### Keywords

Noise pollution,  
Noise evaluation,  
Noise control,  
Oil refinery

Received: 03/08/2018

Accepted: 08/06/2019

temperature and relative humidity during the measurements were 38 degrees of centigrade and 64 percent, respectively. As well as, wind speed was slow. Give the aim of study, network A was selected as sound level measurement weighting scale and mean height of sound level meter from ground surface was nearly  $1.55 \pm 0.175$  meters. After identifying the main noise productive sources in the units, control measures including were determined and implemented based on the type of the noise source. The used control solutions included lubrication of moving parts, repairs, improvement of pumps foundations, reduction of exposure time, and, use of personal protective equipment during exposure to the noise. Based on the type of the noise source, one or combination of control solutions were used. And measurements were carried out in controlled areas. Finally, after performing control measures, the re-measurement of sound exposure in similar situations was carried out in units. In final, the noise measurements were repeated again after performing the control measures based on the stated method.

**Results:** In total, 11 units were investigated in this study. The results of environmental noise pollution measurement in the operational units of reservoirs and petroleum products transportation showed that NTA unit with the mean sound pressure level equal to 89.28 dB and spherical reservoir unit with the mean sound pressure level equal to 75.33 dB have the highest and lowest values of the noise pollution, respectively. Based on the results, of 523 measured stations in the present study, 115 stations were with a sound pressure level more than 85 dB, 373 stations with a sound pressure level from 65 to 85 dB, and 30 stations with a sound pressure level less than 65 Db. Of the total measured stations, 71.3 percent are in alert zone, 21.9 percent in risk zone, and 5.7 percent in safe area. NTA unit had the most number of the stations higher than 85 dB and KTA unit had the least number of the stations less than 85 dB. Of total stations with the sound pressure level higher than 85 dB, 19 percent was related to control center unit, 4.54 percent related to KTA unit, 9.37 percent related to crude oil pumping station 2, 27.5 percent related to crude oil pumping station 3, and 34 percent related crude oil pumping station 1. The results determined that the control measures decreased the mean sound pressure level of crude oil pumping station 1 by 2.39 dB, of control center unit by 1.7 dB, of pus oil pumping station and MTBE units by 0.89 dB, and of NTA by 0.08 dB. As well as, the results of the measurements indicated that the sound pressure level of other units did not significantly change.

**Conclusion:** The results showed that the highest and lowest values of the sound pressure level were related to NTA unit and spherical reservoirs unit, respectively. The most inappropriate stations with the high noise pollution were related to NTA unit. This unit have a great importance among studied units because of the number of people exposed to noise and the value of noise pollution. Given the environmental measurement results, units with a mean sound pressure level higher than 85 dB require the corrective actions, particularly technical engineering measures and effective control strategies, for the continuous improvement. Based on the measurement results, 115 stations have the values of the sound pressure level more than 85 dB. If the engineering and administrative control measures are not implemented, the exposure time should be reduced. The results of the present study indicated that the implementation of the low-cost control methods and the repair and maintenance of the equipment and devices can decrease the noise exposure. In addition, these control measures increase the mean allowable time exposure. These results suggest that the appropriate control measures can cause the optimal use of the workers and professionals in different occupations. Refineries are one of the industries that most parts of it produce the noise pollution. As well as, because of the number of employees, exposure to a variety of harmful agents, and difficult environmental conditions, the control measures such as engineering solutions in oil and gas refineries should be given more attention. To reduce the noise exposure in the operational units of reservoirs and petroleum products transportation, the following control solutions are proposed. The maintenance, repairs, and proper lubrication of the machinery and equipment will reduce the unwanted noise production. It should be noted that the machinery maintenance and repairs not only are necessary for the noise control, but also increase the useful life of the machinery. Vibration also is one of the noise productive sources. Vibration can be controlled using the appropriate foundation, rubber layers, and etc. This solution will reduce the sound pressure level generated by the vibration. As well as, the appropriately choice of the machinery or equipment reduces the level of the unwanted noise. The selection of the machinery with the most consistent and with the lower levels of the undesired noise production due to higher technology are considered as key factors in the strategies to minimize the unwanted noise. Prohibiting or restricting the use of the noise productive equipment can significantly diminish the unwanted noise. In addition, given to 12-hour planning of the staff shift work and the mean value of the sound pressure level in the operational units, job rotation can be effective. Finally, the hearing protective equipment as the latest solution of the unwanted noise control can be applied. If this control measures are correctly implemented, those can greatly reduce the noise pollution and ensure the increase of the employees' health and productivity.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

### How to cite this article:

Mousavi SM, Moradirad R, Beheshti MH, Hajizadeh R, Taheri F, khodaparast E, Yazdanirad S, Faghihnia Torshizi Y. Evaluation of noise pollution before and after performing corrective measures in operational units of reservoirs and petroleum products transportation of Abadan oil refinery. *Iran Occupational Health*. 2019 (Oct-Nov);16(4):72-82.

**\*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence**



## ارزیابی میزان آلودگی صوتی قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی در واحدهای عملیاتی بخش مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی شرکت پالایش نفت آبادان

**سید مهدی موسوی:** کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
**روح الدین مرادی:** دانشجوی دکتری، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
**محمد حسین بهشتی:** دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران  
**روح اله حاجی زاده:** (نویسنده مسئول) دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران. roohalalhajizade@gmail.com

**فرشته طاهری:** کارشناسی ارشد ارگونومی، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران  
**اسماعیل خداپرست:** کارشناسی ارشد ایمنی صنعتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران  
**سعید یزدانی راد:** دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران  
**یوسف فقیه نیا ترشیزی:** دکتری علوم کامپیوتر، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

آلودگی صوتی،  
اندازه‌گیری صدا،  
کنترل صدا،  
پالایشگاه نفتی

**زمینه و هدف:** مواجهه با صدا یکی از رایج‌ترین ریسک فاکتور مطرح در صنایع و از جمله معضلات اساسی دنیای صنعتی امروز می‌باشد. مواجهه با صدا مسبب طیف گسترده‌ای از ناراحتی‌ها، اختلالات و بیماری‌های شغلی است و عوارض شغلی فراوانی دارد که در این میان می‌توان از دست دادن تمرکز، تغییر در سیستم سیستم‌های شنوایی، اختلال در خواب، از دست دادن حافظه بلند مدت، عصبانیت، مشکلات عروقی، افزایش استرس، سردرد، تهوع، تحریک‌پذیری و کاهش شنوایی برگشتناپذیر را نام برد. با توجه به این اثرات کاهش صدا از طریق اقدامات کنترلی در صنایع به‌ویژه صنایع نفت و گاز با ترازهای بالای صدا یک اولویت مهم محسوب می‌شود؛ بنابراین هدف مطالعه حاضر ارزیابی صدای محیطی قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی در ۱۱ واحد عملیاتی بخش مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی شرکت پالایش نفت آبادان صورت گرفت.

**روش بررسی:** این مطالعه مقطعی - تحلیلی در واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد. در ابتدای پژوهش به منظور تعیین میزان آلودگی صوتی و شناسایی منابع مولد در واحدهای مختلف، اطلاعات اولیه شامل محل استقرار منابع صوتی و شرایط عملیاتی تجهیزات جمع‌آوری و سپس با استفاده از صداسنج مدل SLM CEL490 و مدل کالیبراتور CEL-110/1 ساخت شرکت Casella و بر اساس استاندارد ISO 9612 اندازه‌گیری تراز فشار صوت انجام شد. همچنین برای تعیین مشخصات صوتی منابع مولد صدا از استاندارد ISO3745 بهره گرفته شد. بعد از مشخص شدن منابع اصلی مولد صدا در واحد مخازن اقدامات کنترلی با توجه به نوع منبع مولد صدا انجام و اندازه‌گیری‌ها در قسمت‌های کنترل شده مجدداً انجام صورت پذیرفت. راهکاری کنترلی مورد استفاده شامل روغنکاری قسمت‌های متحرک، آچار کشی، بهبود وضعیت فونداسیون پمپ‌ها، کاهش زمان مواجهه کارگران با صدا و در نهایت استفاده از وسایل حفاظت فردی در حین مجاورت با منابع صدا بود.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج، واحد NTA دارای بیشترین میزان آلودگی صوتی (۹۷ دسی بل) و واحد مخازن کروی دارای کمترین میزان آلودگی صوتی (۸۲ دسی بل) بود. از کل ۵۲۳ ایستگاه اندازه‌گیری شده در این مطالعه ۱۱۵ ایستگاه دارای تراز فشار صوت بیش از ۸۵ دسی بل، ۳۷۳ ایستگاه دارای تراز فشار صوت بین ۶۵ تا ۸۵ دسی بل و ۳۰ ایستگاه دارای تراز فشار صوت کمتر از ۶۵ دسی بل است. نتایج اندازه‌گیری بعد از انجام اقدامات اصلاحی نشان داد که واحد تلمبه خانه نفت ۱ به میزان ۲/۳۹ دسی بل، واحد کنترل سنتر به میزان ۱/۷ دسی بل، واحد تلمبه خانه نفت چرک ۰/۹۸ دسی بل و واحد NTA به میزان ۰/۰۸ دسی بل کاهش تراز فشار صوت میانگین داشته‌اند.

**نتیجه‌گیری:** اندازه‌گیری‌های محیطی صدا نشان داد که واحد NTA یکی از حادثه‌ترین شرایط را از دیدگاه آلودگی صوتی در بین واحدهای دیگر دارا می‌باشد. بر اساس نتایج، با اجرای روش‌های کنترلی ارزان قیمت و همچنین اهمیت به نگهداری تجهیزات و دستگاه‌ها می‌توان مواجهه با صدا را کاهش داد.

**تعارض منافع:** گزارشی نشده است.

**منبع حمایت کننده:** حامی مالی نداشته است.

**شیوه استناد به این مقاله:**

Mousavi SM, Moradirad R, Beheshti MH, Hajizadeh R, Taheri F, khodaparast E, Yazdanirad S, Faghihnia Torshizi Y. Evaluation of noise pollution before and after performing corrective measures in operational units of reservoirs and petroleum products transportation of Abadan oil refinery. Iran Occupational Health. 2019 (Oct-Nov);16(4):72-82.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

## مقدمه

افراد در محیط‌های مختلف با عوامل زیان‌آور زیادی مواجهه دارند (۵-۱). مواجهه با صدا یکی از رایج‌ترین ریسک فاکتور مطرح در صنایع و از جمله معضلات اساسی دنیای صنعتی امروز می‌باشد و گروه کثیری از کارکنان چه در محیط کار و چه در محیط زندگی با آن سروکار دارند (۸-۶). مواجهه با صدا تنها منوط به صنایع نیست و همه بخش‌های اقتصادی از جمله محیط‌های غیر صنعتی و کشاورزی را نیز شامل می‌شود (۹). کاهش شنوایی ناشی از صدا، در محیط‌های کاری ناشی از مواجهه طولانی مدت با تراز فشار صوت بالا بوده و عامل یک سوم بیماری‌های شغلی در اروپا محسوب می‌شود (۱۰).

کاهش شنوایی ناشی از مواجهه طولانی مدت با صدا به دلیل ایجاد افت شنوایی حسی-عصبی، غیر قابل درمان و غیر قابل برگشت می‌باشد. سازمان جهانی بهداشت میزان خسارت روزانه ناشی از سر و صدا را در حدود ۴ میلیون دلار برآورد کرده است. این رقم در کشوری مثل سوئد به ۱۰۰ میلیون دلار در هر سال می‌رسد (۱۱، ۱۲).

مواجهه با صدا مسبب طیف گسترده‌ای از ناراحتی‌ها، اختلالات و بیماری‌های شغلی است و عوارض شغلی فراوانی دارد که در این میان می‌توان از دست دادن تمرکز، تغییر در سیستم سیستم‌تولیک گردش خون، اختلال در خواب، از دست دادن حافظه بلند مدت، عصبانیت، مشکلات عروقی، افزایش استرس، سردرد، تهوع، تحریک‌پذیری و کاهش شنوایی برگشت‌ناپذیر را نام برد. میزان آزاردهندگی اصوات با فرکانس بالا بیشتر از صداهای با فرکانس پایین عنوان شده است و مواجهه صداهای صنعتی (اصوات با فرکانس بالا) با افزایش فشار خون افراد رابطه مستقیم دارد (۱۶-۱۳). در بسیاری مواقع اندازه‌گیری صدا، مربوط به صدای ناشی از چندین منبع صوتی است و الگوی ثابتی را طی یک دوره زمانی مشخص نمایش نمی‌دهد و این موضوع موجب پیچیده و زمان‌بر شدن فرایند اندازه‌گیری صدا در محیط کار و بررسی راه‌کارهای کنترلی می‌شود (۱۷). میزان آزاردهندگی صدا در محیط‌های صنعتی در بسیاری از مواقع علاوه بر وابستگی به تراز متوسط فشار صوت ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های صوت دارد و اثر صدا

بر روی فرد را بسته نوع ویژگی صدا تغییر می‌دهد (۱۸-۲۲).

تاریخ صنعت پالایش نفت ایران به یک قرن پیش (زمان ساخت نخستین تأسیسات پالایشگاهی در آبادان) باز می‌گردد. از این رو شرکت ملی پالایش و پخش با حدود ۲۰۰۰۰ نفر شاغل و ۹ پالایشگاه در مناطق مختلف کشور وارث تجربه‌ای بزرگ در صنعت پالایش است (۲۳). ایران از نظر منابع نفتی در منطقه و جهان از موقعیت خاصی برخوردار است، به طوری که چهارمین کشور تولیدکننده نفت خام، پنجمین کشور صادرکننده نفت خام و سومین کشور از نظر ذخایر نفتی است (۲۴). این صنعت از جمله صنایع مادر و اشتغال‌زاست که به عنوان تغذیه‌کننده سایر بخش‌های صنعت می‌تواند به عنوان موتور حرکت اقتصاد کشورهای در حال توسعه نقشی اساسی ایفا کند (۷).

پالایشگاه آبادان یکی از پالایشگاه‌های بزرگ کشور می‌باشد که از سال ۱۳۳۰ با ظرفیت ۲۵۰۰ بشکه در روز ۶۰ سال پیش شروع به کار کرد همگام با پیشرفت‌های علم پالایش قدم برداشته و به تدریج توسعه یافت تا در سال ۱۳۲۴ به صورت بزرگ‌ترین پالایشگاه جهان و مرکز عمده صدور فرآورده‌های نفتی در نیمکره شرقی درآمد و هنوز هم یکی از سه پالایشگاه بزرگ جهان است.

پالایشگاه نفت آبادان، بزرگ‌ترین پالایشگاه ایران است که در شهر آبادان، استان خوزستان ایران قرار دارد. این پالایشگاه بیش از ۴۰۰۰۰۰ بشکه در روز تولید نفت و مواد نفتی (از جمله نفتا، بنزین، گازوئیل، حلال‌های ویژه و انواع گازها) دارد و در سه منطقه پالایشی بیش از ۸۰۰۰ نیرو دارد (۲۵). مواجهه شغلی با سرو صدا در همه واحدها، افراد را در معرض اثرات سوء بهداشتی قرار می‌دهد.

نتایج مطالعات مختلفی که در صنایع نفت و گاز و شرکت‌های مرتبط در خصوص عوامل زیان‌آور فیزیکی خصوصاً صدا صورت گرفته است، حاکی از آن است که تماس با صدا بیش از حد مجاز می‌باشد (۲۶، ۲۷). با توجه به جایگاه ویژه صنایع نفتی و حجم بالای نیروهای کاری در این واحدهای صنعتی، اهمیت و ضرورت انجام این مطالعه تحقیقاتی بیش از پیش آشکار می‌گردد. هدف از مطالعه حاضر بررسی و ارزیابی

بیشتر در معرض صدا قرار می‌گیرند، نتایج سنجش در غالب نقشه ناحیه بندی صوتی رسم گردید.

از آنجایی که واحدهای مورد سنجش به صورت محیط‌های روباز می‌باشند محل‌های مانند اتاق کنترل و ساختمان‌های اداری و محل‌های غیر قابل اندازه‌گیری در واحد به‌عنوان نقاط کور مدنظر قرار گرفت.

شرایط جوی در هنگام سنج صدا، آسمان صاف و آفتابی با میانگین دمای ۲۸ درجه و رطوبت نسبی ۶۴٪ و سرعت وزش باد آرام بود. با توجه به هدف تحقیق شبکه A به عنوان مقیاس اندازه‌گیری تراز صدا، انتخاب شد و فاصله میکروفن دستگاه صداسنج تا سطح زمین حدود  $1/55 \pm 0/075$  متر در نظر گرفته شد.

بعد از مشخص شدن منابع اصلی مولد صدا در واحد مخازن اقدامات کنترلی با توجه به نوع منبع مولد صدا انجام و اندازه‌گیری‌ها در قسمت‌های کنترل شده مجدداً انجام صورت پذیرفت. منابع اصلی مولد صدا با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در واحد مخازن از نوع پمپ و تلمبه‌های مورد استفاده در نقل و انتقال مواد نفتی می‌باشند که به دلیل ماهیت چرخش قطعات و المان‌های مختلف در معرض خرابی می‌باشند. لذا نگهداری و تشخیص وضعیت دقیق آن‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه همه ماشین‌ها از جمله پمپ‌ها در هنگام روشن بودن ارتعاش تولید می‌کنند که در نهایت تبدیل به صوت می‌شود در صورتی که پمپ‌ها دچار نقص باشند تولید صدای بیشتر می‌کنند که ناشی از نقص داخلی یا ناشی شرایط نحوه استقرار پمپ بر روی فونداسیون می‌باشد. امروزه در صنعت یکی از معیارهای نشان‌دهنده وضعیت سلامتی دستگاه‌ها، میزان سطح ارتعاشات آن‌ها می‌باشد. از این رو به منظور سنجش وضعیت پمپ‌های مستقر در واحد مخازن با همکاری کارشناسان ماشینری اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های سابق پمپ‌های مستقر در واحد استخراج و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و در نهایت برای پمپ‌های موجود راهکار کنترلی به‌منظور کاهش ارتعاش ناخواسته یا سایر عیب‌های موجود در پمپ که نهایتاً منجر به تولید صدا ناخواسته توسط پمپ می‌شود تعریف گردید. راهکاری کنترلی مورد استفاده شامل روغنکاری قسمت‌های متحرک، آچار کشی، بهبود وضعیت فونداسیون پمپ‌ها، کاهش زمان مواجهه کارگران با صدا و در نهایت استفاده از وسایل

سر و صدای محیط کار در واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی شرکت پالایش نفت آبادان و بررسی تأثیر کنترل بر میزان مواجهه می‌باشد.

### روش بررسی

این مطالعه مقطعی - تحلیلی در سال ۱۳۹۴ به منظور بررسی آلودگی صوتی و ارزیابی میزان مواجهه کارگران واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی شرکت پالایش نفت آبادان با صدا و همچنین بررسی تأثیر تعمیر و اصلاح منابع مولد صدا بر میزان مواجهه کارگران انجام شد.

واحد مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی مسئولیت دریافت و ذخیره‌سازی نفت خام و ارسال آن به واحدهای تقطیر و همچنین تأمین خوراک برای واحدهای جانبی را دارد و سپس فرآیندهای تصفیه شده را پس از تأیید کیفیت توسط آزمایشگاه دریافت و ذخیره نموده و با درخواست مشتری به تأسیسات بندر صادراتی ماهشهر ارسال می‌نماید. واحد مخازن متشکل از تلمبه‌خانه‌های نفت خام ۱-۲-۳، نفت چرک و MTBE، کنترل سنتر، NTA، KTA، اندازه‌گیری نفت خام، اختلال و امتزاج و مخازن کروی می‌باشد.

در ابتدای پژوهش به منظور تعیین میزان آلودگی صوتی و شناسایی منابع مولد در واحدهای مختلف، اطلاعات اولیه شامل محل استقرار منابع صوتی و شرایط عملیاتی تجهیزات جمع‌آوری و سپس با استفاده از صداسنج مدل SLM CEL490 و مدل کالیبراتور CEL-110/1 ساخت شرکت casella و بر اساس استاندارد ISO 9612 اندازه‌گیری تراز فشار صوت انجام شد. همچنین برای تعیین مشخصات صوتی منابع مولد صدا از استاندارد ISO3745 بهره گرفته شد. مطابق استاندارد ISO 9612 و با استفاده از الگوی اندازه‌گیری شبکه منظم واحدهای مورد بررسی به مربعات مساوی (۵×۵) تقسیم‌بندی و مرکز این مربعات به عنوان نقطه اندازه‌گیری تعیین گردید. با توجه به اینکه تغییرات صدا با توجه به زمان کمتر از ۵ دسی بل بود در هر نقطه حداقل سه مرتبه صدا اندازه‌گیری (برای هر ایستگاه کاری حداقل زمان برای ثبت تراز فشار صوت ۱۵ ثانیه در نظر گرفته شده بود) و میانگین آن‌ها به عنوان تراز صدا در ایستگاه مورد نظر قرائت شد. به منظور شناسایی منابع اصلی مولد صدا و نواحی خطر که افراد



حفاظت فردی در حین مجاورت با منابع صدا بود؛ که با توجه به نوع منبع یک یا ترکیبی از راهکارهای کنترلی مورد استفاده قرار گرفت.

### یافته‌ها

به‌طور کلی در این مطالعه ۱۱ واحد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج اندازه‌گیری محیطی میزان آلودگی صوتی در واحدهای عملیاتی منطقه مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی در جدول ۱ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج جدول ۱ واحد NTA دارای بیشترین میزان آلودگی صوتی (۹۷ DB) و واحد مخازن کروی دارای کمترین میزان آلودگی صوتی (۸۲ DB) بود. نتایج تقسیم‌بندی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در واحدهای مختلف اندازه‌گیری شده در جدول ۲ و شکل

۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول ۲ از کل ۵۲۳ ایستگاه اندازه‌گیری شده در این مطالعه ۱۱۵ ایستگاه دارای تراز فشار صوت بیش از ۸۵ دسی بل، ۳۷۳ ایستگاه دارای تراز فشار صوت بین ۶۵ تا ۸۵ دسی بل و ۳۰ ایستگاه دارای تراز فشار صوت کمتر از ۶۵ دسی بل است. واحد NTA دارای بیشترین ایستگاه بیش از ۸۵ دسی بل و واحد KTA دارای کمترین ایستگاه کمتر از ۸۵ دسی بل بود.

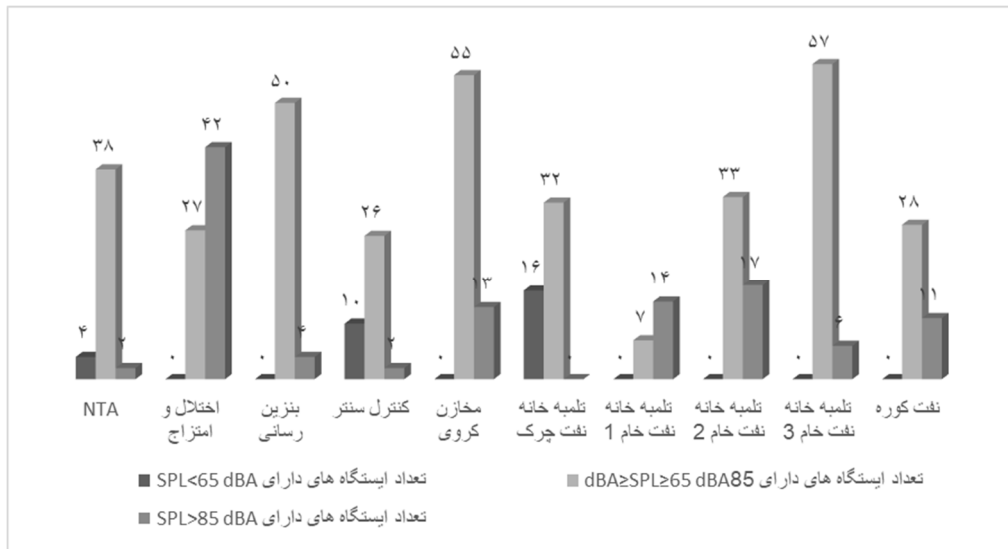
در شکل ۲ نقشه صوتی واحد NTA و منابع مولد صدا در این واحد نمایش داده شده است. نتایج تقسیم‌بندی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در کل واحدهای مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی برحسب در صد در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت (SPL) در واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی

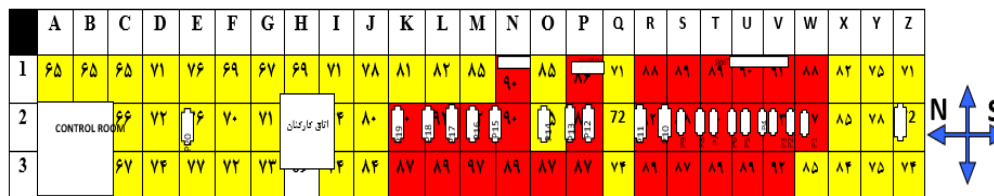
ردیف	نام واحد	SPL <sub>max</sub> (dBA)	SPL <sub>min</sub> (dBA)	SPL <sub>Ave</sub> (dBA)	انحراف معیار
۱	KTA	۸۶	۶۰	۷۷/۶۸	۵/۹۳
۲	NTA	۹۷	۶۵	۸۹/۲۸	۹/۱۶
۳	اختلال و امتزاج	۹۲	۷۰	۸۰/۸۹	۵/۲۸
۴	بنزین رسانی	۸۸	۶۰	۷۸/۶	۸/۵۳
۵	کنترل سنتر	۱۰۰	۶۵	۸۸/۴۳	۷/۷۷
۶	مخازن کروی	۸۲	۵۷	۷۵/۳۳	۸/۱۳
۷	تلمبه خانه نفت چرک و MTBE	۹۰	۸۴	۸۷/۰۲	۱/۷۷
۸	تلمبه خانه نفت خام ۱	۹۵	۶۸	۸۷/۵	۷/۳۳
۹	تلمبه خانه نفت خام ۲	۹۴	۶۵	۷۶	۶/۱۹
۱۰	تلمبه خانه نفت خام ۳	۹۳	۶۹	۷۶	۶/۵۷
۱۱	نفت کوره	۸۷	۷۴	۸۰	۹/۶۷

جدول ۲- نتایج تقسیم‌بندی ایستگاه‌های اندازه‌گیری صدا در واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی

ردیف	نام واحد	تعداد ایستگاه‌های دارای SPL > ۶۵ dBA	تعداد ایستگاه‌های دارای ۶۵ ≤ SPL ≤ ۸۵ dBA	تعداد ایستگاه‌های دارای SPL < ۸۵ dBA	کل ایستگاه‌ها	کارکنان شاغل در هر شیفت
۱	KTA	۴	۳۸	۲	۴۴	۴ نفر
۲	NTA	۰	۲۷	۴۲	۷۲	۷ نفر
۳	اختلال و امتزاج	۰	۵۰	۴	۵۴	۲ نفر
۴	بنزین رسانی	۱۰	۲۶	۲	۳۸	۱ نفر
۵	کنترل سنتر	۰	۵۵	۱۳	۶۸	۲ نفر
۶	مخازن کروی	۱۶	۳۲	۰	۴۸	۳ نفر
۷	تلمبه خانه نفت چرک	۰	۷	۱۴	۲۱	۴ نفر
۸	تلمبه خانه نفت خام ۱	۰	۳۳	۱۷	۵۰	۲ نفر
۹	تلمبه خانه نفت خام ۲	۰	۵۷	۶	۶۴	۲ نفر
۱۰	تلمبه خانه نفت خام ۳	۰	۲۸	۱۱	۴۰	۲ نفر
۱۱	نفت کوره	۰	۲۰	۴	۲۴	۲ نفر
۱۲	کل واحدها	۳۰	۳۷۳	۱۱۵	۵۲۳	۲۹ نفر



شکل ۱- تعداد ایستگاه‌های در محدوده ایمن، هشدار و بالای حد مجاز مواجهه در واحدهای مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی

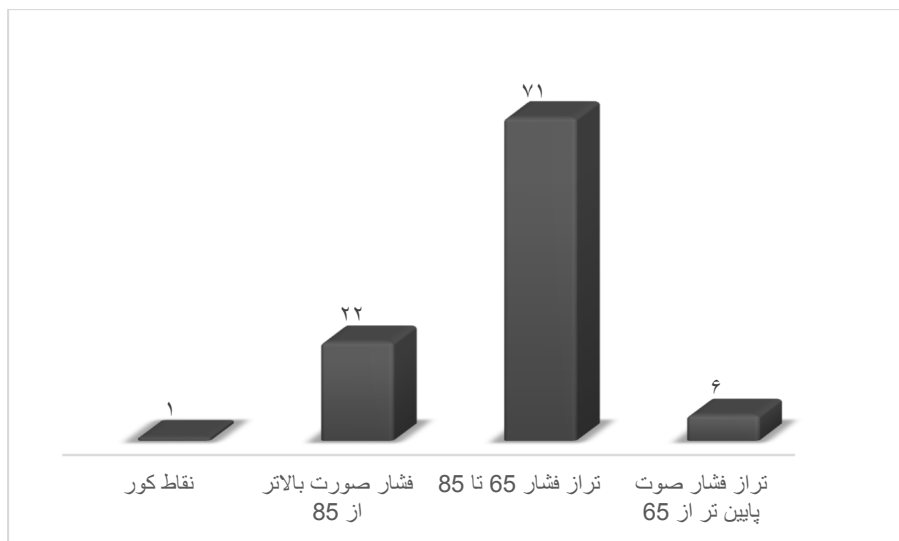


شکل ۲- نقشه صوتی واحد و منابع اصلی مولد صدا در واحد NTA

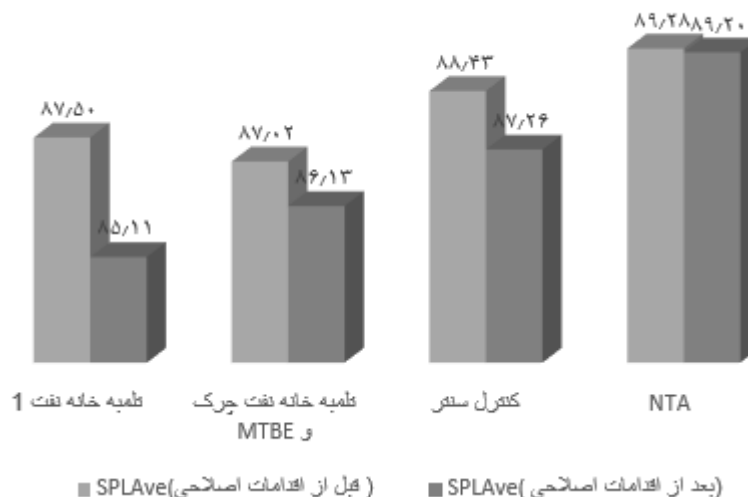
### بحث و نتیجه‌گیری

از ۵۲۳ ایستگاه مورد اندازه‌گیری، ۳۰ ایستگاه از ۵/۷٪ دارای تراز فشار صوت کمتر از ۶۵ دسی‌بل در شبه توزین فرکانس A بوده و ایمن محسوب شده‌اند، ۳۷۳ ایستگاه (۷۱٪) دارای تراز فشار صوت بین ۶۵ تا ۸۵ دسی‌بل در شبکه توزین فرکانس A بوده و ناحیه احتیاط محسوب شده‌اند. ۱۱۵ ایستگاه (۲۱٪/۹) نیز دارای تراز فشار صوت بالاتر از ۸۵ دسی‌بل بوده‌اند که ناحیه خطرناک را به خود اختصاص داده‌اند. کمترین و بالاترین تراز فشار صوت مربوط به

بر اساس شکل ۲ از کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده ۷/۱۳٪ در ناحیه هشدار، ۲۱/۹٪ در ناحیه خطر و ۵/۷٪ در ناحیه ایمن قرار دارند. شکل ۳ نشان می‌دهد که واحد تلمبه خانه نفت ۱ به میزان ۲/۳۹ دسی‌بل، واحد کنترل سنتر به میزان ۱/۷ دسی‌بل، واحد تلمبه خانه نفت چرک و ۰/۸۹ MTBE دسی‌بل واحد NTA به میزان ۰/۰۸ دسی‌بل کاهش تراز فشار صوت میانگین داشته‌اند. همچنین لازم به ذکر می‌باشد بقیه واحدها تغییر محسوس نداشتند.



شکل ۳- درصد ایستگاه های در محدوده ایمن، هشدار و بالای حد مجاز مواجهه در واحدهای مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی



شکل ۴- مقایسه میانگین تراز فشار صوت قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی در واحدهای مخازن و نقل و انتقالات مواد نفتی

بوده، ۳۴٪ ایستگاه‌ها مربوط به تلمبه‌خانه نفت خام (۱) بوده است. این نتایج نشان می‌دهد ایستگاه‌های مربوط به واحد تلمبه خانه ۱ به دلیل وجود تعداد پمپ زیاد باعث افزایش مواجهه به بیشتر از حد مجاز شده است. با توجه به نتایج اندازه‌گیری محیطی، واحدهایی که میانگین تراز فشار بالاتر از ۸۵ دسی بل داشتند نیازمند به اقدامات اصلاحی، بخصوص اقدامات فنی مهندسی و به‌کارگیری راهکارهای اثربخشی کنترلی، در راستای بهبود مستمر می‌باشند. طبق نتایج ۱۱۵ ایستگاه اندازه‌گیری با صدای بیش از ۸۵ مواجهه دارند که در صورت عدم کنترل‌های مهندسی و مدیریتی زمان‌های مواجهه باید کاهش یابد.

واحدهای مخازن کروی و NTA بوده است که به ترتیب برابر با (dBA 28/89) و (dBA 53/75) بوده است. بیشترین ایستگاه‌های نامناسب از لحاظ صوت، مربوط به واحد NTA (۳۲/۵۸٪) از کل ایستگاه‌ها دارای صدای بالای ۸۵ دسی بل می‌باشد؛ و این واحد هم به دلیل تعداد افراد مواجهه یافته و هم میزان مواجهه از اهمیت دوچندانی برخوردار است. از کل ایستگاه‌های دارای تراز فشار صوت بیش از ۸۵ دسی بل، ۱۹٪ ایستگاه‌های مربوط به کنترل سنتر، ۴/۵۴٪ ایستگاه‌ها مربوط به KTA، نیز ۹/۳۷٪ ایستگاه‌ها مربوط به واحد تلمبه خانه نفت خام (۲)، ۲۷/۵٪ ایستگاه‌ها مربوط به تلمبه‌خانه نفت خام (۳)



با حلال‌های آلی و صدا ممکن است اثر سینرژیک برای ایجاد کاهش شنوایی حسی - عصبی داشته باشند (۳۰، ۳۱).

مطالعه‌ای توسط Moratu T.C و همکاران در سال ۱۹۹۳ بر روی کارگران کارخانه چوب و رنگ انجام گرفت در این پژوهش ۵۰ کارگر در معرض صدا، ۵۱ کارگر در معرض توأم صدا و تولوئن و تعداد ۳۹ نفر که در معرض مخلوطی از حلال‌های آلی قرار داشتند انتخاب گردیدند، نتیجه‌ی پژوهش نشان داد که خطر افت شنوایی، برای گروه در معرض صدا ۴ برابر، برای گروه در معرض صدا و تولوئن ۱۱ برابر و برای گروهی که در معرض مخلوط حلال‌ها بودند ۵ برابر و بیشتر از گروه شاهد بود (۳۲).

مطالعه Makitie و همکاران نشان داد مواجهه هم‌زمان شغلی با استایرن و صدا باعث افزایش فراوانی کاهش شنوایی در افراد در معرض می‌شود (۳۳، ۳۴). بر اساس یافته‌های یک مطالعه مواجهه خرگوش با تولوئن و صدا هر یک به تنهایی باعث آسیب شنوایی می‌شود ولی مواجهه توأم تولوئن و صداهای زیر با فرکانس‌های ۴۰۰۰ و ۸۰۰۰ باعث شدیدتر شدن آسیب می‌گردد به طوری که در آزمایش پاسخ شنیداری ساقه مغز موج پنج در فرکانس‌های بم تشکیل نمی‌شود (۳۵). بر اساس این مطالعات می‌توان با کنترل صدا عوارض ناشی از صدا و عوارض تداخلی را تا حد ممکن کاهش داد.

میانگین محیطی تراز فشار صوت در واحدهای NTA، کنترل سنتز، تلمبه خانه نفت چرک و MTBE و تلمبه خانه نفت ۱ بیش از حد مجاز می‌باشد از آنجایی که شرایط کاری پرسنل در طول روز متفاوت می‌باشد در نتیجه میزان مواجهه با تمام ایستگاه‌ها و محل‌های کاری که افراد در آن حضور دارند بستگی دارد. در نتیجه در این واحدهای کاری، کارگران با توزیع کاری در قسمت‌های مختلف و مکان‌های استراحت باعث کاهش دوز مواجهه با آن‌ها را در ۸ ساعت، به کمتر از حد استاندارد رسانده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که با اجرای روش‌های کنترلی ارزان قیمت و همچنین اهمیت به نگهداری تجهیزات و دستگاه‌ها می‌توان مواجهه با صدا را کاهش داد. پالایشگاه‌ها جزء صنایعی هستند که آلودگی صوتی در اکثر بخش‌های آن وجود دارد. همچنین پالایشگاه‌های نفت و گاز به دلیل تعداد نیرو، مواجهه با

نتایج اقدامات کنترل نشان می‌دهد که میزان مجاز مواجهه با صدا قبل از اقدامات کنترلی در بخش‌های تلمبه خانه نفت خام یک، تلمبه خانه نفت چرک، کنترل سنتز و NTA به ترتیب ۴/۴۸۹ ساعت، ۵/۰۱ ساعت، ۳/۶۲ ساعت ۲/۹۷ ساعت می‌باشد. در حالی که میزان مجاز مواجهه بعد از اقدامات کنترلی به ترتیب ۷/۷۹ ساعت، ۶/۱۶ ساعت، ۴/۷۴ ساعت و ۳/۸۱ ساعت به دست آمد. این نتایج نشان داد که اقدامات کنترلی به‌طور متوسط باعث افزایش میزان زمان مجاز مواجهه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که می‌توان با اقدامات کنترلی مناسب باعث استفاده بهینه از کارگران و متخصصان در مشاغل مختلف شد؛ زیرا کسانی که در یک وظیفه خاصی تخصص دارند می‌توانند زمان زیادی را در آن قسمت فعالیت داشته و افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت را با خود به همراه بیاورند. مطالعه‌ای که اپلبام و همکاران انجام دادند نشان داد که افرادی که با صدای کمتر مواجهه دارند نسبت به افرادی که با صدای زیاد مواجهه دارند رضایت بیشتری دارند (۲۸). افزایش رضایت شغلی می‌تواند باعث ارتقاء سازمان از جنبه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و غیره گردد. همچنین مطالعات مختلف نشان داده است که افرادی که با صدای کمتر مواجهه دارند دچار افت شنوایی کمتر نسبت به افراد با مواجهه زیاد می‌شوند که در نتیجه از نظر غرامت پرداختی به کارگران و حفظ سلامتی آن‌ها می‌تواند مفید باشد (۲۹).

واحدهایی که میانگین تراز فشار بالاتر از ۸۵ دسی بل داشتند نیازمند به اقدامات اصلاحی، بخصوص اقدامات فنی مهندسی و به‌کارگیری راهکارهای اثربخشی کنترلی، در راستای بهبود مستمر می‌باشند؛ بنابراین در واحد مخازن و نقل و انتقالات مواد نفتی، میانگین تراز بالاتر از ۸۵ دسی بل در ۴ منطقه بالاتر از ۸۵ دسی بل بود بنابراین ملاک کنترل میانگین مواجهه صوتی در نظر گرفته شد. همان‌طور که در نمودار شکل ۳ نشان داده شده می‌توان با اجرای کارهای کنترلی خیلی ارزان باعث کاهش مواجهه افراد با صدا شد.

با توجه به اینکه در صنایع نفت کارگران با حلال‌هایی مواجهه دارند که می‌تواند اثر سنرژیک با صدا داشته باشد در نتیجه کنترل مواجهه با صدا در صنایع نفت و گاز می‌تواند بیشتر از صنایع دیگر اهمیت داشته باشد. مطالعات حیوانی نسبتاً زیادی نشان داده‌اند که مواجهه

Evaluation of exposure to whole-body vibration and its health effects on train operators in Tehran-Andimeshk line, Iran. *J Low Frequen Noise Vibr Act Control*. 2009;28(4):285-94.

2. Nassiri P, Koohpaei A, Zeraati H, Shalkouhi PJ. Train passengers comfort with regard to whole-body vibration. *J Low Frequen Noise Vibr Act Control*. 2011;30(2):125-36.

3. Farshad A, Montazer S, Monazzam MR, Eyvazlou M, Mirkazemi R. Heat stress level among construction workers. *Iran J Public Health*. 2014;43(4):492.

4. Mousavi SM, Koohpaei A, Hajizadeh R, Yazdanirad S, Moradirad R, Faghihnia Torshiz Y. Semi-quantitative risk assessment of occupational exposure area industrial wastewater Treatment unit in an oil refinery and chemical contaminants. *Iran Occup Health J*. 2019;15(6):8-15.

5. Hajizadeh R, Malakoti J, Beheshti M, Khodaparast A, Mehri A, Akbaezadeh A, et al. Epidemiological study of Qom construction accidents and provide an algorithm for accidents recordation. *Iran Occup Health J*. 2015;12(2):70-8. [Persian]

6. Fernández MD, Quintana S, Chavarría N, Ballesteros JA. Noise exposure of workers of the construction sector. *Appl Acoust*. 2009;70(5):753-60.

7. Mousavi SM, Koohpaei A, Hajizadeh R, Yazdanirad S, Moradirad R. Semi-quantitative risk assessment of occupational exposure area industrial wastewater Treatment unit in an oil refinery and chemical contaminants. *Iran Occupational Health Journal*. *Iran Occup Health J*. 2019;15(6):8-15. [Persian].

8. Beheshti MH, Mousavian Z, Mehri A, Zia G, Tajpoor A, Hajizadeh R. The effect of sound with different frequencies on selective attention and human response time. *Iran Occup Health J*. 2018;15(3):118-28. [Persian]

9. Aybek A, Kamer HA, Arslan S. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. *Appl Ergonom*. 2010;41(2):274-81.

10. Arezes PM, Bernardo C, Mateus OA. Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments. *Int J Indust Ergonom*. 2012;42(1):172-7.

11. Halvani Gh. Noise exposure and hearing loss assessment in taban yazd textile workers. *J Birjand Med Uni*. 2008;15(4):69-74.

12. 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. *Ann Occup Hyg*. 2001;45(5):371-80.

13. Aluclu I, Dalgic A, Toprak Z. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial workplaces. *Appl Ergonom*. 2008;39(3):368-78.

14. Morata TC, Little MB. Suggested guidelines for

انواع عوامل زیان آور و همچنین شرایط محیطی سخت باید راهکارهای کنترلی از جمله کنترل‌های مهندسی بیش از گذشته اهمیت داده شود. برای کاهش مواجهه با صدا در واحدهای عملیاتی مخازن و نقل و انتقال مواد نفتی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- نگهداری و تعمیرات ماشین الات: نگهداری و تعمیرات و روغنکاری مناسب ماشین الات، تجهیزات و ... صدای ناخواسته ایجاد شده را کاهش خواهد داد. باید به این نکته توجه نمود که نگهداری و تعمیرات و رسیدگی منظم به تجهیزات نه تنها برای کنترل صدا ضروری است، بلکه عمر مفید ماشین الات را نیز افزایش می‌دهد.

- کنترل ارتعاشات: کنترل ارتعاشات می‌تواند با استفاده از فونداسیون مناسب، لایه‌های لاستیکی و ... اعمال شود. این کار منجر به کاهش سطح صدا تولید شده ناشی از ارتعاشات و قرار گرفتن آن در محدوده مجاز خواهد شد.

- انتخاب مناسب ماشین الات: انتخاب بهینه ماشین الات و یا تجهیزات، سطح صدای ناخواسته را کاهش می‌دهد. انتخاب ماشین الاتی که بیشترین همخوانی را دارند و نیز انتخاب تجهیزات و ماشین الات خاص با سطح صدای ناخواسته تولیدی کمتر به واسطه تکنولوژی بالاتر به عنوان فاکتورهای اساسی در استراتژی‌های حداقل نمودن میزان صدای ناخواسته بشمار می‌روند.

- ممنوعیت و یا محدودیت در استفاده از تجهیزات که تولید صدای ناخواسته زیادی دارند.

- چرخشی نمودن شغل با توجه به ۱۲ ساعته بودن شیفت کاری کارکنان و میانگین صوت واحدهای منطقه عملیاتی مخازن، توصیه اکید به آموزش کارکنان و گردشی نمودن شغل و نظارت بر این مورد می‌گردد.

- در نهایت استفاده از وسایل حفاظت شنوایی به عنوان آخرین راهکار مقابله با صدای ناخواسته می‌بایست بکار گرفته شود.

## References

1. Nassiri P, Koohpaei A, Zeraati H, Shalkouhi PJ.

- studying the combined effects of occupational exposure to noise and chemicals on hearing. *Noise Health*. 2002;4(14):73.
15. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull*. 2003;68(1):243-57.
16. Mousavi SM, Sharifiniya S, Yazdani Rad S, Esmaeilzadeh A, Hajizadeh R, MoradiRad R. The Relationship between shift work and its effects on the health of the operational staff in Abadan Oil Refining Company. *J Prev Med*. 2017;4(2):19-25. [Persian]
17. Matthew C, Bullmore A, Smith M, Von-Hunerbein S, Davis R, editors. Wind turbine amplitude modulation: research to improve understanding as to its cause & effect. *Acoustics*. 2012; 2012.
18. Hardin JC, Miamer A. Correlation autoregressive processes with application to helicopter noise. *J Sound Vibr*. 1990;142(2):191-202.
19. Glegg S, Baxter S, Glendinning A. The prediction of broadband noise from wind turbines. *J Sound Vibr*. 1987;118(2):217-39.
20. Homicz G, George A. Broadband and discrete frequency radiation from subsonic rotors. *J Sound Vibr*. 1974;36(2):151-77.
21. Lee GS, Cheong C, Shin SH, Jung SS. A case study of localization and identification of noise sources from a pitch and a stall regulated wind turbine. *Appl Acoust*. 2012;73(8):817-27.
22. Lenchine VV. Assessment of amplitude modulation in environmental noise measurements. *Appl Acoust*. 2016;104:152-7.
23. Davies P. *BP Statistical Review of World Energy 2005*. London UK. 2005.
24. Färe R, Grosskopf S, Norris M, Zhang Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *Am Econom Rev*. 1994:66-83.
25. Akbari J, Mousavikoti M, Kazemi M, Moradirad R. Ergonomics Assessment of Manual Handling Tasks using the Key item Method (Kim) and its Relationship with Prevalence of Musculoskeletal Disorders in Abadan Oil Refinery. *J Ilam Uni Med Sci*. 2018;26(1):122-31.
26. Nassiri P, Zare M, Golbabaei F. Evaluation of noise pollution in oil extracting region of Lavan and the effect of noise enclosure on noise abatement. *Iran Occup Health*. 2007;4(3):49-56. [Persian]
27. Golmohammadi R, Monazzam M, Nourollahi M, Nezafat A. Noise Characteristics of Pumps at Tehran's Oil Refinery and Control Module Design. *Pakistan J Sci Indust Res*. 2009;52(3):167-72.
28. Applebaum D, Fowler S, Fiedler N, Osinubi O, Robson M. The impact of environmental factors on nursing stress, job satisfaction, and turnover intention. *J Nurs Administr*. 2010;40:323.
29. Jafari S, Ansari H, Raei T, Mohammadian U, Hajizadeh R, Fazli B. Survey of Noise-Induced Hearing Loss among Fereidonkener Taxi Drivers in 1392. *J Health*. 2016;7(1):51-7. [Persian]
30. Lataye R, Campo P, Loquet G. Combined effects of noise and styrene exposure on hearing function in the rat. *Hear Res*. 2000;139(2):86-92.
31. Lataye R, Campo P. Combined effects of a simultaneous exposure to noise and toluene on hearing function. *Neurotoxicol Teratol*. 1997;19(5):373-82.
32. Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scand J Work Environ Health*. 1993:245-54.
33. Morata TC, Johnson AC, Nylen P, Svensson EB, Cheng J, Krieg EF, et al. Audiometric findings in workers exposed to low levels of styrene and noise. *J Occup Environ Med*. 2002;44(9):806-14.
34. Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytko E, Szymczak W, Kotylo P, Fiszler M, Wesolowski W, et al. Ototoxic effects of occupational exposure to styrene and co-exposure to styrene and noise. *J Occup Environ Med*. 2003;45(1):15-24.
35. Khavanin A, Mortazavi SB, Mirzaei R, Emani H, Kazemnejad A, Akbar M. The effects of toluene, a particular frequency sound and the illusion of sound and toluene on auditory brain stem response performance rabbits. *Daneshvar*. 2014;12(53):37-42. [Persian]