Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 8, Issue 3, Autumn 2021, Pages: 27-39

Original Article

doi: 10.52547/johe.8.3.27

Investigation of the Effects of High- and Low-Frequency Noise on Physiological Responses and Cognitive Functions in the Oil and Gas Industry: A Field Study

Rasoul Hemmatjo[1], Rouhollah Rostami[2,*], Mohammad Hajaghazadeh[3], Teiymour Allahyari[3]

[1] *Assistant Professor, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*
[2] *Master student of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*
[3] *Associate Professor, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Rouhollah Rostami, Department of Occupational Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran. Email: rohalahrostami9273@gmail.com*

Received: 2021/02/3
Accepted: 2021/04/7

How to Cite this Article:
Hemmatjo R, Rostami R, Hajaghazadeh M, Allahyari T. Investigation of the Effects of High- and Low-Frequency Noise on Physiological Responses and Cognitive Functions in the Oil and Gas Industry: A Field Study. *J Occup Hyg Eng*. 2021; 8(3): 27-39. DOI: 10.52547/johe.8.3.27

Abstract

Background and Objective: Workers in many industries, such as oil, gas, petrochemicals, cement, steel, glass, and textile, as well as people at home and offices, are exposed to various noises with different frequencies, causing hearing and non-hearing impairments. The present study aimed to assess the effect of noise at different frequencies on physiological responses and cognitive functions of the personnel working in the oil drilling industry and urban gas pressure reducing stations.

Materials and Methods: This descriptive-analytical study was conducted on 50 employees of oil drilling rigs (low-frequency noise) and urban gas pressure reducing stations (high-frequency noise) in 2019. The examined physiological parameters included heart rate, systolic and diastolic blood pressure, as well as tympanic body temperature. The participants' cognitive functions were assessed using an advanced reaction timer, continuous performance, and working memory tests before, during and, after the activities.

Results: Based on the obtained results, exposure to noise at high and low frequencies increased physiological responses, including heart rate, systolic and diastolic blood pressure, and tympanic temperature, and this increase was statistically significant ($P<0.001$). Moreover, exposure to noise has a negative effect on cognitive functions (such as working memory, sustained attention, and advanced reaction timer).

Conclusion: As evidenced by the results of the present study, low-frequency noise had a greater effect on physiological responses and cognitive function, as compared to high-frequency noise. Nonetheless, further research is suggested to be conducted in the industry in this area in the future.

Keywords: High-frequency Noise; Low-frequency Noise; Physiological Parameters; Cognitive Performance; Oil and Gas Industry

Copyright © 2021 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.8.3.27

بررسی تأثیر صدای فرکانس بالا و پایین بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی در صنایع حفاری نفت و ایستگاه تقلیل فشار گاز شهری

رسول همت‌جو[۱]، روح‌اله رستمی[۲*]، محمد حاج‌آقازاده[۳]، تیمور الهیاری[۳]

[۱] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

[۳] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

* **نویسنده مسئول**: روح‌اله رستمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران. ایمیل: rohalahrostami9273@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۱۸

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: بسیاری از شاغلان صنایعی مانند نفت، گاز، پتروشیمی، سیمان، فولاد، شیشه‌سازی و نساجی و حتی افراد در محیط خانه و اداره در مواجهه با انواع صداها با فرکانس‌های مختلف هستند که سبب اختلالات شنوایی و غیرشنوایی می‌شود. این مطالعه با هدف تأثیر صدا در فرکانس‌های مختلف بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی کارکنان صنایع حفاری نفت و ایستگاه تقلیل فشار گاز شهری انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی بود که با مشارکت ۵۰ نفر از کارکنان دکل‌های حفاری نفت (دارای صدای با فرکانس پایین) و ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (دارای صدای با فرکانس بالا) در سال ۱۳۹۸ انجام شد. متغیرهای فیزیولوژیکی که بررسی شدند شامل ضربان قلب، فشارخون سیستول و دیاستول و دمای تمپانیک بدن بود. عملکردهای شناختی شرکت‌کننده‌ها با استفاده از آزمون‌های زمان‌سنج واکنش پیشرفته، عملکرد پیوسته و حافظه کاری قبل، حین و بعد از اجرای فعالیت‌ها بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد هنگام مواجهه با صدا در فرکانس‌های بالا و پایین، پاسخ‌های فیزیولوژیکی شامل ضربان قلب، فشارخون سیستول و دیاستول و دمای تمپانیک افزایش می‌یابد و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار است ($p< ۰/۰۰۱$). همچنین مواجهه با صدا تأثیری منفی بر عملکردهای شناختی (نظیر حافظه کاری، توجه پایدار، زمان‌سنج واکنش پیشرفته) دارد.

نتیجه‌گیری: صدای با فرکانس پایین در مقایسه با صدای فرکانس بالا بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد شناختی افراد بیشتر تأثیر می‌گذارد. البته تحقیقات بیشتری در این زمینه در صنایع پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: صدای با فرکانس بالا؛ صدای با فرکانس پایین؛ متغیرهای فیزیولوژیکی؛ عملکردهای شناختی؛ صنایع نفت و گاز

مقدمه

صدا یک عامل استرس‌آور و از فراگیرترین عوامل زیان‌آور فیزیکی در محیط کار است و در حال حاضر یکی از مهم‌ترین عوامل خطری است که در صنایعی مانند نفت، گاز، پتروشیمی، سیمان، فولاد، شیشه‌سازی، نساجی و ... با آن درگیر هستند [۱،۲]. مطالعات مختلف حاکی از آن است که افراد زیادی با صدای شغلی مواجهه دارند؛ برای مثال، سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (Occupational Safety and Health Administration) تعداد افراد در معرض مواجهه با صدای بیشتر از حد مجاز را ۱۴ میلیون نفر فقط در آمریکا بیان کرده است [۳]. طبق آمارهای انستیتو ملی بهداشت و ایمنی کار (National Institute of Safety and Health) حدود ۱۴ درصد از بیمارهای شغلی مربوط به کاهش شنوایی بوده که ۸۲ درصد از آن‌ها مربوط به بخش صنعت بوده است [۳]. طبق اعلام سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization) 278 میلیون نفر در دنیا اختلالات شنوایی از نوع متوسط تا شدید دارند که این سازمان میزان خسارت روزانه ناشی از صدای شغلی را حدود ۴ میلیون دلار برآورد کرده است [۴]. در ایران نیز طبق آمار اولیه حدود ۱۵ درصد از کارگاه‌ها و ۲۰ درصد از کارگران (معادل ۲ میلیون نفر) در معرض صدای زیان‌آور قرار دارند [۵].

ویژگی‌های صدا که شامل فرکانس، تراز فشار صوت،

مدت‌زمان و بلندی صدا است، از عوامل مهمی است که افراد در مواجهه با صدا را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۹-۶]. فرکانس یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آزاردهندگی صداست. سازمان جهانی بهداشت از صدای با فرکانس پایین (Low-Frequency Noise: LFN) به‌عنوان یکی از معضلات محیطی یاد کرده و بیان کرده است که هنوز شباهت و تفاوت فرکانس بالا و پایین دقیقاً مشخص نشده است [۱۲-۱۰]. صدای فرکانس پایین ۱۰ تا ۲۵۰ هرتز است و صدای با فرکانس بالا (High-frequency noise: HFN) از ۵۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز است که نسبت به LFN خطرات بیشتری دارد [۱۴،۱۳]. مواجهه با صدای با فرکانس‌های مختلف اثرات و عوارض متعددی را به دنبال دارد که در دو گروه کلی اثرات غیرشنوایی و شنوایی تقسیم می‌شوند. اثرات غیرشنوایی شامل اثرات فیزیولوژیکی، ذهنی، شناختی، کاهش رضایت شغلی و سلامت روانی، تداخل در ارتباطات، تأثیرگذاری بر کیفیت خواب، افزایش خطای انسانی و ... است [۲۳-۱۵]. مطالعه دیگری نشان داده است فشارخون سیستولیک در کارگران در معرض صدا نسبت به حالت قبل از مواجهه افزایش یافته و میانگین ضربان قلب کاهش یافته است.

مواجهه با صدا خصوصاً در فرکانس پایین بر میزان تغییرات ضربان قلب (Heart Rate Variability) تأثیر منفی دارد [۲۶-۲۴]. صدای با فرکانس پایین نه‌تنها اثرات عینی مانند نقص شنوایی و ارتعاشات به بدن دارد، بلکه باعث تأثیر بر عملکردهای رفتاری، کیفیت خواب، اختلال در وظیفه کاری و سردرد می‌شود [۲۸،۲۷،۱۴]. مطالعات مختلفی در زمینه اثر صدای با فرکانس پایین انجام شده است، اما اطلاعات در زمینه اثر صدای فرکانس بالا محدود است. تجهیزات مکانیکی و مبدل‌هایی که با دور چرخشی بسیار زیاد عمل می‌کنند، عامل تولید صدای با فرکانس بالا هستند. صداهای فرکانس بالا احساس ناخوشایندی را در اپراتورها یا افراد مجاور منابع مولد این صداها ایجاد می‌کند [۳۱-۲۹]. مطالعات زیادی نشان داده‌اند احتمال افت شنوایی در افراد در معرض صدای با فرکانس بالا نسبت به فرکانس پایین بیشتر است و عملکردهای شناختی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به حوادث منجر می‌شود [۳۴-۳۲].

صدا عملکرد شناختی افراد را از طریق ایجاد عدم آسایش، خستگی، آشفتگی و بی‌حالی تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب بی دقتی در فعالیت‌های ذهنی، اختلال در کارهای فکری و همچنین ایجاد اختلال در مکالمات و تفهیم آن‌ها می‌شود [۳۶،۳۵]. مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵ نشان داد صدای فرکانس پایین بر کاهش توجه انتخابی و افزایش سطح خستگی تأثیر دارد [۳۷]. در تعدادی از مطالعات، اثرات صدا بر عملکرد شناختی انسان تأثیر منفی و در تعدادی دیگر تأثیر مثبت داشته است. همچنین در برخی از مطالعات بدون تأثیر بوده است [۳۸]. مطالعات نشان داده‌اند مواجهه محدود با صدا (بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه) بر توجه و زمان واکنش فعالیت‌های عملکردی و شناختی تأثیرگذار است. صدای با فرکانس پایین بر کاهش توجه انتخابی و افزایش سطح خستگی تأثیر دارد [۴۰،۳۹].

نفت و گاز مهم‌ترین حامل‌های انرژی هستند. ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین دارنده ذخایر گاز جهان و پنجمین کشور دارای ذخایر نفت شناخته می‌شود. در این صنایع همانند هر صنعت دیگر، در کنار منافع حاصل، تهدیدها و خطرهایی هم وجود دارد؛ ازجمله این مخاطرات، صدا و اثرات زیان‌آور آن‌ها بر سلامت کارکنان است. کارکنان ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و دکل‌های حفاری و همچنین کارکنان اداری و مانیتورینگ این صنایع در معرض صدای زیان‌آور قرار دارند. با توجه به مطالب ذکرشده، این مطالعه در محیط واقعی تأثیر صدا را در فرکانس‌های بالا و پایین بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی افراد در معرض صدا در دو صنعت نفت و گاز بررسی کرده است.

روش کار

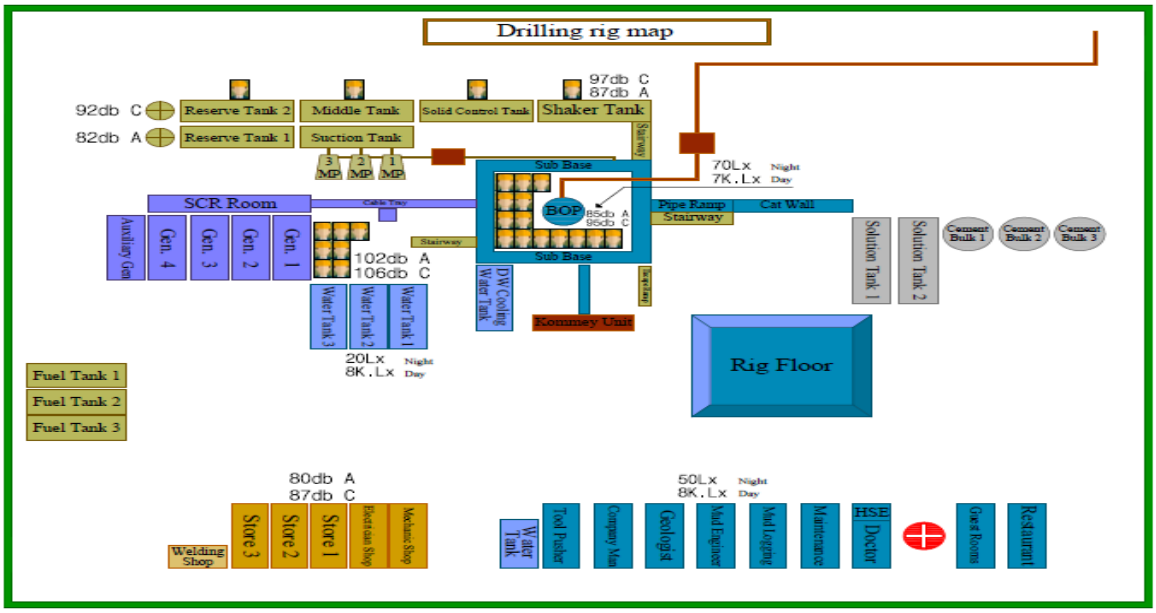
این مطالعه مقطعی توصیفی-تحلیلی به‌منظور بررسی تأثیر تراز فشار صوت در فرکانس‌های بالا و پایین بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد شناختی کارکنان دکل‌های حفاری شرکت نفت در استان خوزستان (جنوب ایران) و ایستگاه‌های CGS شرکت گاز در استان آذربایجان غربی (شمال غربی ایران) در سال ۱۳۹۸ انجام شد. با توجه به اینکه این صنایع صدای زیاد و نیاز به‌دقت زیاد برای انجام کار داشتند و همچنین افراد زیادی در این صنایع مشغول به کار هستند، در کل ۵۰ کارگر شرکت نفت و گاز (۲۵ نفر نفت، ۲۵ نفر گاز) که با توجه شرایط صنایع همگی مرد بودند، در این مطالعه شرکت کردند. جدول ۱ مشخصات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر را در

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک افراد مطالعه‌شده

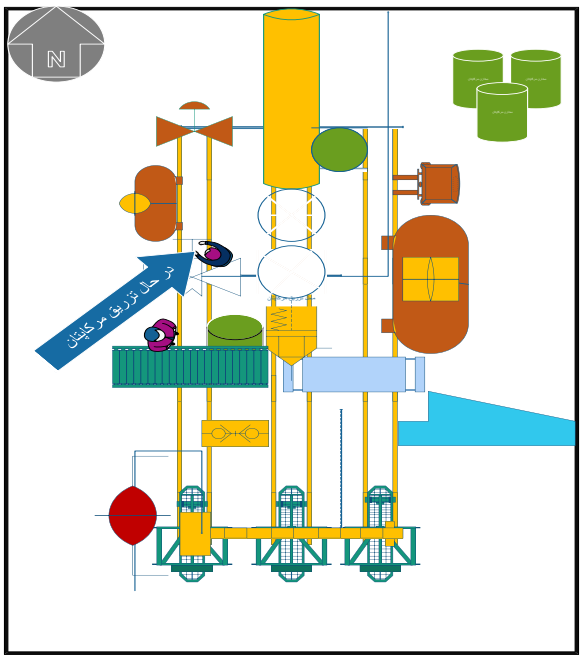
متغیر	دکل‌های حفاری SD±M	ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز SD±M
سن (سال)	۳۵/۶۸ ± ۲/۷۸	۳۶/۵۶ ± ۴/۲۱
قد (متر)	۱/۷۸۲ ±۰/۶۸۳	۱/۷۸۵۶ ±۰/۶۵۹
وزن (کیلوگرم)	۸۱/۸۸ ±۹/۶۵	۸۲/۲۴ ±۸/۰۷۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶ ±۵/۳۴	۲۵/۸۰ ±۴/۵۶
سابقه کار (سال)	۱۰/۷۲ ± ۳/۴۳	۱۱/۱۲ ±۳/۳۳

صنعت نفت و گاز نشان می‌دهد.

قبل از جمع‌آوری داده‌ها، اهداف مطالعه به شرکت‌کنندگان توضیح داده و از آن‌ها رضایت کتبی گرفته شد. وضعیت سلامت افراد شرکت‌کننده در مطالعه با بررسی پرونده پزشکی و ادیومتری آن‌ها بررسی شد و افرادی که مشکلی در زمینه شنوایی، جسمی و روحی و سابقه فشارخون نداشتند، به‌عنوان گروه هدف انتخاب شدند و افراد دارای سابقه مصرف داروهای ضدافسردگی، افراد سیگاری، افراد دارای مشکلات قلبی و عروقی، افرادی که از داروهای خواب‌آور یا به‌طور مداوم از نوشیدنی‌های کافئین‌دار استفاده می‌کردند، از مطالعه خارج شدند. به علت اینکه نفرات در انجام آزمون‌های شناختی دچار مشکل نشوند، از افرادی استفاده شد که سطح تحصیلات بالاتر از دیپلم داشتند. در شکل‌های ۱ و ۲ نحوه قرارگیری افراد و ناحیه‌هایی که در آن شرکت‌کننده‌ها بررسی شدند در صنایع نفت و گاز آورده شده است. همان‌طور که نشان داده شد، در دکل‌های حفاری در چهار ناحیه افراد بررسی شدند که دو ناحیه (داخل کابین حفار و کنار سکو) در منطقه Rig Foor، یک ناحیه در کنار پمپ‌های گل و ناحیه آخر در منطقه کنار ژنراتورهاست. در ایستگاه CGS در دو فصل زمستان و تابستان در ۱۰ ایستگاه از نفراتی که کار تعمیرات روزانه انجام می‌دادند، اندازه‌گیری انجام شد.



شکل ۲: شماتیک دکل حفاری و نحوه قرارگیری افراد حین اندازه‌گیری



شکل ۳: شماتیک ایستگاه CGS و نحوه قرارگیری افراد حین اندازه‌گیری

اندازه‌گیری‌های این مطالعه در حدود سه ماه از ابتدای مرداد ۱۳۹۸ تا انتهای مهر همان سال انجام شد. قبل از انجام مطالعه همه افراد در چندین جلسه برای آشنایی با روش کار و نحوه انجام آزمون‌های شناختی شرکت کردند. آموزش انجام تست‌های شناختی تا زمانی ادامه یافت که افراد بدون کمک آزمایشگر به‌تنهایی می‌توانستند آزمون‌های ذکرشده را انجام دهند. در مطالعه حاضر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی در سه مرحله متفاوت به‌صورت زیر اندازه‌گیری شد:

مرحله ۱. اتاق استراحت: ابتدا کارگران در اتاق استراحت (صدا ۶۵-۵۰ دسی‌بل، روشنایی ۳۳۰- ۳۰۰ لوکس، دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ تا ۵۰ درصد) در شرایط عادی به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. سپس متغیرهای فیزیولوژیکی (شامل ضربان قلب، فشارخون سیستول و دیاستول، دمای بدن) اندازه‌گیری شدند. بعد از آن همه کارگران آزمون‌های شناختی (شامل توجه پایدار، حافظه کاری، آزمون زمان‌سنج واکنش پیشرفته و حافظه کاری وکسلر) را انجام دادند.

مرحله ۲. موقعیت کار: پس از اندازه‌گیری پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی کارگران در مرحله اول، کارگران ۱۵ دقیقه بدون انجام فعالیت فیزیکی طبق پروتکل کاری خود برای ارزیابی و بازرسی در محیط کار حضور یافتند و سپس تراز فشار صوت در فرکانس‌های مختلف اندازه‌گیری شد. پس از آن متغیرهای فیزیولوژیکی و در آخر عملکردهای شناختی ذکرشده افراد در محیط کار اندازه‌گیری شد.

مرحله ۳. اتاق استراحت: پس از انجام ارزیابی و بازرسی محیط کار توسط کارگران و اندازه‌گیری‌های متغیرهای ذکرشده توسط آزمایشگر، همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه دوباره به اتاق استراحت منتقل شدند و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، دوباره پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای شناختی همان‌طوری که در شکل ۴ آمده است، اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری تراز فشار صوت

در این مطالعه برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت از دستگاه صداسنج آنالیزوردار TES1358 ساخت کشور تایوان استفاده شد و در شش ناحیه تحلیل فرکانس انجام شد. قبل از استفاده، دستگاه صداسنج با کالیبراتور مدل CEL 110/2 کالیبره شد [۴۱].

نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت و تحلیل فرکانس

در دکل‌های حفاری تراز فشار صوت در ۴ ناحیه و در ایستگاه‌های CGS در دو فصل زمستان و تابستان در ۱۰ ایستگاه اندازه‌گیری شد. جدول ۲ شرایط محل‌های مطالعه و نتایج تحلیل فرکانسی محیط اندازه‌گیری‌شده در ۶ ایستگاه ذکرشده را نشان می دهد. برای دستیابی به نتیجه واقعی‌تر، فرکانس‌های بررسی‌شده باید به همدیگر نزدیک باشند و در صنعت چنین چیزی بسیار سخت است؛ بنابراین، سعی شد تا جای ممکن فرکانس‌های بالا و پایین بررسی‌شده نزدیک همدیگر باشند. نتایج اندازه‌گیری فرکانس غالب صدای ۴ ناحیه در دکل‌های حفاری ۱۲۵ تا ۲۵۰ هرتز و فرکانس غالب صدای ایستگاه‌های CGS در تابستان و زمستان ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز است. همچنین تراز فشار صوت در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ در دکل‌های حفاری به ترتیب ۱۱۰، ۱۰۳، ۹۰ و ۸۰ دسی‌بل و در ایستگاه‌های CGSدر فصل زمستان، تابستان به ترتیب ۸۵ و ۹۰ dBA اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری پاسخ‌های فیزیولوژیکی

برای اندازه‌گیری ضربان قلب و فشارخون سیستول و دیاستول از دستگاه دیجیتالی فشارسنج مدل TMB-986 ساخت

شکل ۴: الف) اندازه‌گیری داخل کابین حفاری، ب) اندازه‌گیری در منطقه ژنراتور، پ) اندازه‌گیری در ایستگاه‌های تقلیل فشار، ت) اندازه‌گیری در کنار پمپ‌های گل

جدول ۲: محل‌ها و مشاغل بررسی‌شده

محل فعالیت	تعداد نفرات بررسی‌شده	محل اندازه‌گیری	فرکانس غالب	مشاغل بررسی‌شده
۱	۷ نفر	کنار ژنراتورها	۲۵۰HZ	موتور من، برق‌کار، جوشکار، مکانیک، رئیس دستگاه
۲	۱۰ نفر	کنار سکو (Rig Floor)	۲۵۰HZ	رافینگ، سکوبان، واشکول
۳	۴ نفر	کنار پمپ‌های گل	۲۵۰HZ	دکل‌بان، گل‌شناس، واشکول
۴	۴ نفر	داخل کابین حفار	۲۵۰HZ	حفار، سرحفار
۵	۱۲ نفر	ایستگاه‌های CGS در فصل تابستان	۲۰۰۰HZ	امداد گاز
۶	۱۳ نفر	ایستگاه‌های CGS در فصل زمستان	۲۰۰۰HZ	امداد گاز

کشور آلمان استفاده شد؛ و برای اندازه‌گیری دمای تمپان از دماسنج OMRON 520 استفاده شد. نحوه استفاده بدین گونه بود که قسمت اندازه‌گیری کمیت وارد کانال گوش می‌شد و چند ثانیه پس از دریافت سیگنالی دستگاه می‌داد، میزان دمای داخلی اندازه‌گیری می‌شد. برای هر فرد پد جداگانه گذاشته شد تا از نظر بهداشتی برای افراد مشکلی به وجود نیاید.

آزمون‌های عملکردهای شناختی

در مطالعه حاضر به دلیل شرایط کار در صنایع که به دقت و توجه، واکنش درست و به‌موقع و همچنین به خاطر سپردن بعضی از اعداد برای انجام کارهای روزمره نیاز بود، از چهار آزمون زیر استفاده شد:

۱. ارزیابی توجه پایدار

توجه پایدار به معنای توانمندی افراد در متمرکز نگه داشتن تمرکز برای مدت طولانی با وجود منابع مختلف اطلاعات است تا بتوانند به هر تغییر کوچکی در اطلاعات پاسخ دهند. توجه پایدار دو بعد دیداری و شنیداری دارد. در این مطالعه برای ارزیابی توجه پایدار دیداری با توجه به مطالعات قبلی، از آزمون عملکرد پیوسته (Continuous Performance Test: CPT) برای افراد استفاده شد [۱۵]. Rosvold و همکاران در سال ۱۹۵۶ این آزمون را تهیه کردند و به‌سرعت مقبولیت عام یافت [۵۰]. در تمام فرم‌های این آزمون، آزمودنی باید برای مدتی توجه خود را به یک مجموعه محرک نسبتاً ساده دیداری جلب کند و هنگام مشاهده محرک هدف با فشار یک کلید پاسخ خود را ارائه دهد. در این آزمون که با استفاده از لپ‌تاپ Lenovo و نرم‌افزار شناختی مؤسسه سینا انجام شد، در مجموع ۱۵۰ محرک از نوع دیداری ارائه شد که ۲۰ درصد آن محرک هدف بود (محرکی که آزمودنی باید به آن پاسخ دهد). مدت‌زمان نمایش هر محرک ۱۵۰ میلی‌ثانیه و فاصله زمانی بین دو محرک ۵۰۰ میلی‌ثانیه بود.

۲. ارزیابی حافظه کاری

آزمون N-BACK یک آزمون عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی (Exection function) است. در این مطالعه از محرک دیداری (اعداد از ۱ تا ۹) استفاده شد. آزمودنی محرک دیداری را روی رایانه مشاهده و آن را با محرک‌های قبلی مقایسه می‌کرد. اگر محرک‌ها مشابه بودند، باید دکمه علامت سؤال (؟) را فشار می‌داد و اگر شبیه هم نبودند، باید دکمه Z را روی صفحه‌کلید رایانه انتخاب می‌کرد. این آزمون در سه سطح ۳، ۲، ۱ N= ارائه شده است که در مطالعه حاضر سطح ۱ در نظر گرفته شد. آزمودنی محرک ارائه‌شده را با محرک یک گام قبل در نظر می‌گرفت، در سطح ۲ با دو محرک قبلی و در سطح ۳ با سه محرک قبل‌تر در نظر می‌گیرند [۴۲،۴۳].

آزمون حافظه کاری وکسلر هم قابلیت سنجش حافظه دیداری و شنیداری، ارقام روبه‌جلو و معکوس را دارد. در این مطالعه از حافظه دیداری استفاده شد. در این آزمون اعداد به‌صورت مجموعه اعداد ۳ تا ۹ رقمی در صفحه مانیتور لپ‌تاپ ظاهر می‌شدند و افراد بعد از اتمام ارقام، آن‌ها را با همان ترتیب نمایش داده‌شده اعداد روبا استفاده از موس روی صفحه‌کلید لپ‌تاپ انتخاب می‌کردند.

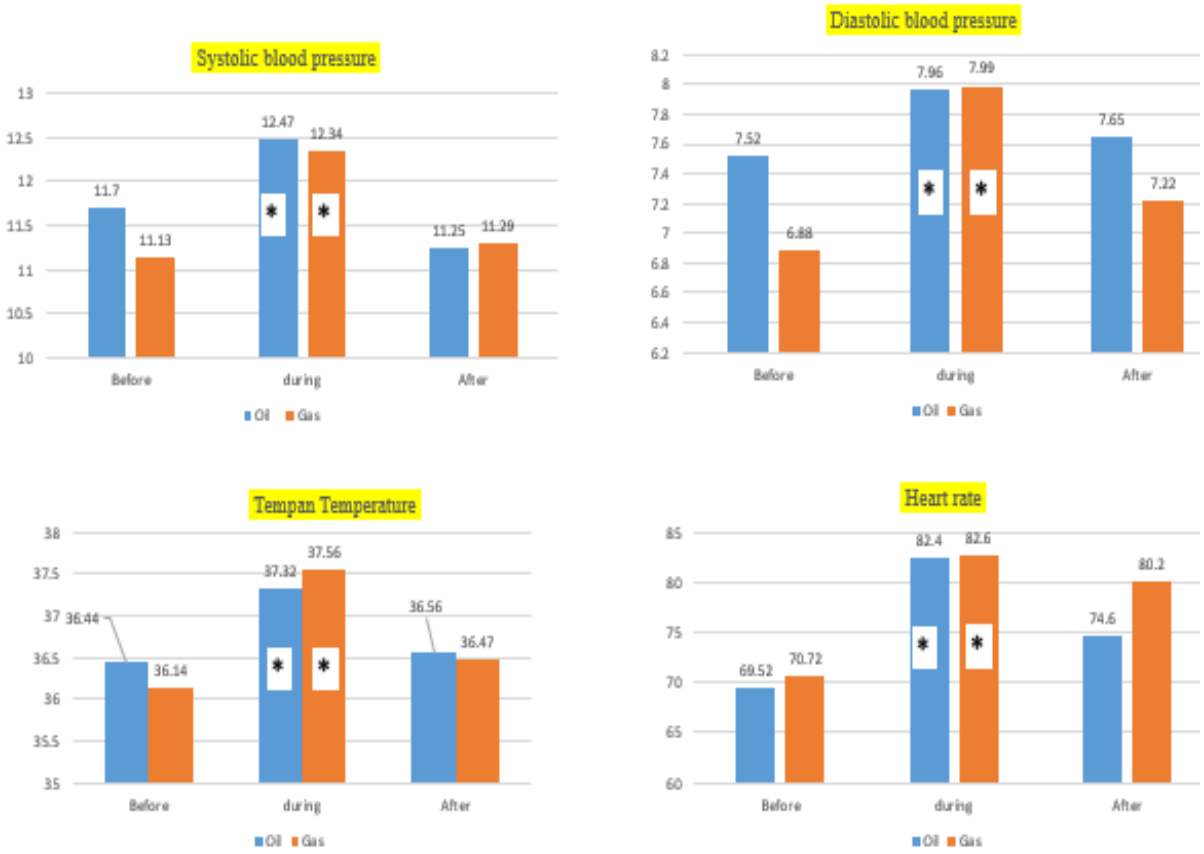
۳. آزمون زمان‌سنج واکنش پیشرفته (انتخابی) (Advance Reaction Timer)

هدف این آزمون این است که آزمودنی از حداکثر توانایی خود استفاده کند و در عین سرعت، بهترین عملکرد را داشته باشد. آزمون بدین صورت است که دو محرک روی صفحه‌کلید با رنگ مختلف علامت‌گذاری می‌شود و آزمودنی با یک دست (دست راست یا چپ) پس از ظاهر شدن محرک با رنگ مشخص، محرک هدف را روی صفحه‌کلید انتخاب می‌کند.

نتایج

بررسی اثر صدا با فرکانس‌های مختلف بر پاسخ‌های فیزیولوژیک (فشارخون سیستول و دیاستول، ضربان قلب، دمای تمپان)

شکل ۵ میانگین پاسخ‌های فیزیولوژیکی را در مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با صدا نشان می‌دهد. همان‌طور که آورده شده است، میانگین پاسخ‌های فیزیولوژیکی (فشارخون سیستول،



شکل ۵: نمودارهای تغییرات پاسخ‌های فیزیولوژیکی

دیاستول، ضربان قلب، دمای تمپان) در حین انجام مطالعه افزایش یافته است. همچنین فشارخون سیستول و دیاستول بعد از مواجهه در صنعت گاز بیشتر از قبل مواجهه از با صدا بود، اما در صنعت نفت قبل از مواجهه بیشتر از بعد مواجهه با صدا بود. همچنین در هر دو صنعت ضربان قلب و دمای تمپان بعد از مواجهه بیشتر از قبل مواجهه با صدا بود.

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در جدول ۳ به این صورت است که در آزمون تأثیرات درون‌گروهی با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده P= ۰/۰۰۱ نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل از فعالیت، حین فعالیت و بعد از فعالیت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده طبق آزمون تأثیرات بین‌گروهی بین پاسخ‌های فیزیولوژیکی در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P> ۰/۰۵). همان‌گونه که در شکل ۵ آمده است، میانگین پاسخ‌های فیزیولوژیکی حین مواجهه با صدا نسبت به قبل و بعد از مواجهه با صدا بیشتر است و اختلاف معنی‌داری دارد (p< ۰/۰۰۱).

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری پاسخ‌های فیزیولوژیکی

آزمون تأثیرات درون‌گروهی پاسخ‌های فیزیولوژیکی (فشار سیستول و فشارخون دیاستول)						
متغیر		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربع	F	Sig.
فشارخون سیستول (میلی‌متر جیوه)	زمان	۵۰/۴۱۷	۲	۲۵/۲۰	۴۷/۳۴	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۰/۲۴۳	۱/۹۴	۰/۱۲۵	۰/۲۲۸	۰/۴۹۰
فشارخون دیاستول (میلی‌متر جیوه)	زمان	۲۳/۱۶	۱/۸۴	۱۲/۵۷	۲۵/۰۶	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۱/۴۱	۱/۸۴	۰/۷۶۵	۱/۵۲	۰/۲۲۳
ضربان قلب (تعداد ضربه در دقیقه)	زمان	۳۲۸۵/۸۱۳	۱/۶۳۶	۲۰۰۷/۸۴۹	۲۹/۰۶۴	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۹۲/۲۱۳	۱/۶۳۶	۵۶/۳۴۸	۰/۸۱۶	۰/۴۲۴
دمای تمپان (درجه سانتی‌گراد)	زمان	۳۸/۷۰۷	۱/۴۵	۲۶/۵۹	۲۱/۶۷	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۱/۸۹	۱/۴۵	۱۱/۳۰	۱/۰۶۳	۰/۳۳۲

همچنین میانگین پاسخ‌های فیزیولوژیکی بعد از مواجهه بیشتر از قبل مواجهه با صدا بود، اما از نظر آماری تفاوت چندانی نداشتند. همچنین در بین دو گروه با زمان فشارخون سیستول و دیاستول، ضربان قلب و دمای تمپان تغییر کرده بود (P> ۰/۰۵).

بررسی اثر صدا با فرکانس‌های مختلف بر عملکرد شناختی

شکل ۶ میانگین عملکردهای شناختی را در مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با صدا نشان می‌دهد. نتایج معنی‌داری در نمودار با علامت ستاره مشخص شده و به‌صورت کامل در هر بخش در پایین توضیح داده شده است.

زمان واکنش

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در آزمون تأثیرات درون‌گروهی با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل، حین و بعد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۲). همچنین با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده طبق آزمون تأثیرات بین‌گروهی بین زمان واکنش در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۳۸۰). زمان واکنش در دکل‌های حفاری تقریباً در هر سه یکسان است و در مرحله بعد با شیب بیشتری کاهش می‌یابد.

نتایج خطای واکنش و تعداد سؤال بی‌پاسخ

مقادیر به‌دست‌آمده برای خطای واکنش و تعداد سؤال بی پاسخ نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل، حین و بعد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). همچنین با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده درون‌گروهی برای خطای واکنش و تعداد سؤال بی پاسخ در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱) و حین مواجهه تفاوت چشمگیر زیادی نسبت

شکل ۶: نمودارهای تغییرات عملکردهای شناختی در مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با صدای شغلی

به قبل و بعد از مواجهه در صنایع مربوطه (نفت، گاز) دارد. خطای واکنش بعد از مواجهه در ایستگاه‌های تقلیل فشار نسبت به قبل بیشتر، اما در دکل‌های حفاری برعکس بود. تعداد سؤال بی‌پاسخ در ایستگاه‌های تقلیل فشار نسبت به قبل کمتر و در دکل‌های حفاری برعکس بود.

نتایج زمان و تعداد پاسخ صحیح حافظه کاری N-BACK

مقادیر به‌دست‌آمده برای زمان حافظه کاری و تعداد پاسخ درست نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل، حین و بعد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). طبق آزمون تأثیرات بین‌گروهی برای زمان واکنش در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵)؛ اما در تعداد سؤال درست با توجه به مقدار (P<۰/۰۵) در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی داری وجود دارد. زمان حافظه کاری قبل از مواجهه بیشتر از حین و بعد از مواجهه در صنایع مربوطه (نفت، گاز) بود و کمترین زمان در نفت و گاز مربوط به بعد از مواجهه است، اما پاسخ صحیح بعد از مواجهه بیشتر از قبل و حین مواجهه در هر دو صنعت بود. در بین دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری در تعداد پاسخ‌های صحیح وجود داشت (p< ۰/۰۵). در دکل حفاری تعداد پاسخ‌های صحیح کمتر از ایستگاه‌های تقلیل فشار بود و مدت‌زمان پاسخ به آزمون در دکل حفاری بیشتر از ایستگاه‌های تقلیل فشار بود.

نتایج زمان و خطای آزمون عملکرد پیوسته

مقادیر به‌دست‌آمده برای زمان آزمون توجه پایدار و تعداد پاسخ خطا نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل، حین و بعد تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). همچنین با توجه آزمون تأثیرات بین‌گروهی (p> ۰/۰۵) برای زمان آزمون توجه پایدار و تعداد پاسخ خطا در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. همان‌گونه که در شکل ۶ آمده است، میانگین زمان آزمون توجه پایدار و تعداد خطا حین مواجهه با صدا نسبت به قبل و بعد از مواجهه با صدا در هر دو صنعت بیشتر بود. همچنین میانگین زمان توجه پایدار و تعداد خطا بعد از مواجهه در مقایسه با قبل از مواجهه بیشتر بود، اما از نظر آماری تفاوت چندانی نداشتند (p> ۰/۰۵).

نتایج فراخوانی حافظه دیداری

نتایج آزمون تأثیرات درون‌گروهی با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده نشانگر این بود که در بین داده‌های قبل، حین و بعد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). همچنین با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده طبق آزمون تأثیرات بین گروهی و جمع فراخوانی حافظه دیداری در دو گروه نفت و گاز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p> ۰/۰۵). نمرات آزمون حافظه کاری دیداری حین مواجهه با صدا نسبت به قبل و بعد از مواجهه با صدا هر دو صنعت کمتر و از نظر آماری معنی‌دار بود (p< ۰/۰۰۱). در ایستگاه‌های

جدول ۴: نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری عملکردهای شناختی

آزمون تأثیرات درون‌گروهی پاسخ‌های عملکردهای شناختی						
متغیر		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربع	F	Sig.
زمان واکنش	زمان	۲۱۴۹۰۸/۹۷۳	۱/۹۹۵	۱۰۷۷۲۴/۳۱۱	۶/۵۸۲	۰/۰۰۲
	زمان*گروه	۱۶۸۱۸۴/۲۵۳	۱/۹۹۵	۸۴۳۰۳/۲۸۷	۵/۱۵۱	۰/۰۰۰۸
تعداد سؤال بی‌پاسخ	زمان	۳۰/۱۷۳	۱/۲۶	۲۳/۹۱	۳۱/۵۴۰	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۴/۵۷	۱/۲۶	۳/۶۲	۴/۷۸	۰/۰۲۵
زمان N-BACK	زمان	۸۹۲۶۰/۹۷۳	۱/۹۵۰	۴۵۷۷۱/۰۰۹	۱۲/۳۶۵	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۵۲۴/۸۱۳	۱/۹۵۰	۲۶۹/۱۱۲	۰/۰۷۳	۰/۹۲۶
پاسخ صحیح حافظه کاری	زمان	۱۴۴۹/۸۸۰	۱/۷۲۸	۸۳۹/۲۳۷	۱۸/۵۷۵	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۲۴۴/۸۱۳	۱/۷۲۸	۱۴۱/۷۰۶	۳/۱۳۶	۰/۰۴۸
زمان توجه پایدار	زمان	۲۲۷۳۷/۰۵۳	۱/۸۷۰	۱۲۱۵۶/۰۴۱	۹/۰۶۸	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۱۶۹۳/۲۹۳	۱/۸۷۰	۹۰۵/۲۹۵	۰/۶۷۵	۰/۵۰۲
تعداد پاسخ خطا	زمان	۵۸/۸۹۳	۱/۳۱۲	۴۴/۸۷۴	۱۶/۸۱۳	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۰/۹۷۳	۱/۳۱۲	۰/۷۴۲	۰/۲۷۸	۰/۶۶۳
جمع فراخوانی حافظه دیداری	زمان	۱۴۳/۰۵۳	۱/۸۱	۷۸/۶۷۳	۱۷/۱۰۱	۰/۰۰۱
	زمان*گروه	۶/۰۹۳	۱/۸۱	۳/۳۵	۰/۷۲۸	۰/۴۷۳

تقلیل فشار حافظه دیداری در حین مواجهه کمتر از دکل‌های حفاری بود. همچنین میانگین حافظه دیداری قبل و بعد از مواجهه تقریباً یکسان بود و از نظر آماری تفاوت چندانی نداشتند.

بحث

جامعه بررسی‌شده در این تحقیق کارگران در معرض صداهای با فرکانس‌های بالا و پایین در صنایع حفاری نفت (دارای صدای با فرکانس پایین) و ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (دارای صدای با فرکانس بالا) بودند. این مطالعه جزء معدود مطالعاتی است که اثرات پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد شناختی را در کارگران در معرض صداهای با فرکانس‌های بالا و پایین در صنایع حفاری نفت و ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری بررسی کرده است. همچنین برخلاف مطالعات دیگر که در آزمایشگاه با پخش کردن صدای از قبل تعیین‌شده در جمعیت دانشجویان زیر ۳۰ سال انجام شد که معرف جامعه شاغل در صنعت نبودند، مطالعه حاضر در صنعت نفت و گاز انجام شد که شرایط واقعی افراد حین انجام کار است.

برخلاف مطالعه Ising و همکاران که نشان دادند هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین صدا و ضربان قلب وجود ندارد، این مطالعه نشان داد مواجهه با صدا باعث افزایش ضربان قلب می‌شود [۴۴].مطالعه عباسی و همکاران نشان داد با قرار گرفتن در معرض صدای ۶۵ تا ۷۵ دسی‌بل، آسیب به سلامت فیزیولوژیکی و سلامت روانی و ضربان قلب افزایش می‌یابد که نتایج آن مشابه با مطالعه حاضر است [۴۲]. نتایج مطالعه Walker و همکاران نشان داد میزان HRV حین مواجهه فقط با صدای فرکانس پایین و بعد از مواجهه هم در فرکانس بالا و هم در فرکانس پایین کاهش یافته بود، اما نتایج مطالعه حاضر نشان داد مواجهه با صدا خصوصاً در فرکانس پایین باعث افزایش HRV می‌شود که نتایج دو مطالعه با هم مغایرت دارد [۲۶].

مطالعات قبلی نشان داده‌اند فشارخون و ضربان قلب حین مواجهه با صدا افزایش می‌یابد که یافته‌های مطالعه حاضر نتایج مطالعات قبلی را تأیید می‌کند [۲۴،۴۵،۴۶]. در مطالعه زمانیان و همکاران که روی کارگران صنعت فولاد انجام شده است، نتایج نشان داد فشارخون سیستولیک در کارگران در معرض صدا همانند مطالعه حاضر نسبت به حالت قبل از مواجهه افزایش یافته، ولی میانگین ضربان قلب کاهش یافته است که با نتیجه مطالعه حاضر همخوانی نداشت [۲۴]. Chang مطالعه‌ای را با هدف بررسی تأثیر صداهای مختلف بر تغییرات ضربان قلب در مردان انجام داد که نتایج نشان داد افزایش ۱۰ دسی‌بل صدا نسبت به صدای زمینه بر تغییرات ضربان قلب تأثیر می‌گذارد که نتایج آن از این نظر که صدا شغلی باعث افزایش ضربان قلب می شود، با پژوهش حاضر هم‌راستاست [۴۷].

معتمدزاده و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که صدای بیشتر از ۸۵ دسی‌بل باعث افزایش فشارخون سیستول و دیاستول می‌شود و بر کارایی فرد تأثیر می‌گذارد که با نتیجه مطالعه حاضر کاملاً همخوانی دارد [۴۸]. مطالعه سلو نشان داد افزایش تراز فشار صوت از ۸۲ به ۹۲ دسی‌بل باعث کاهش عملکرد شناختی می‌شود و در تراز فشار صوت ۱۰۲ دسی‌بل بیشتر، باعث بهبود عملکرد شناختی فرد می‌شود که نتیجه بخش اول مطالعه با مطالعه حاضر همخوانی دارد، ولی در بخش دوم مغایرت دارد [۴۹].

نتایج مطالعه علی‌محمدی و همکاران که با هدف بررسی تأثیر صدای ترافیک بر فعالیت‌های ذهنی انجام شد، نشان داد در فعالیت ساده هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین پاسخ‌های صحیح و ناصحیح و عدم پاسخ به محرکات وجود ندارد که نتایج آن با مطالعه حاضر مغایرت دارد. همچنین آنان نتیجه گرفتند حین مواجهه با صدا زمان واکنش افزایش یافته است که با مطالعه حاضر همخوانی دارد، اما در هر دو مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت [۲۹]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در مواجهه با صدای فرکانس بالا و پایین، میانگین خطای واکنش و تعداد سؤال بی‌پاسخ افزایش می‌یابد که با مطالعه Brand که نتیجه گرفت مواجهه با صدا سبب افزایش خطا می‌شود، همسو است [۵۰]. مطالعه Staal نشان داد صدای با فرکانس بالا و پایین بر متغیرهای شناختی تأثیر دارد و باعث افت عملکرد می‌شود که نتیجه آن با مطالعه حاضر شباهت دارد [۵۱]. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد مواجهه با صدا در فرکانس بالا و پایین بر میانگین حافظه دیداری، زمان CPT، خطای CPT، خطای عملکرد پیوسته، زمان واکنش، خطای واکنش اثر منفی داشته است، اما نتایج مطالعه علی‌محمدی و همکاران که با هدف بررسی تأثیر فرکانس بالا و پایین بر عملکرد ذهنی انجام شد، نشان داد نه‌تنها فرکانس پایین و بالا بر عملکرد ذهنی تأثیر منفی ندارد، بلکه سرعت عملکرد ذهنی بهبود یافته است [۵۲].

نتایج مطالعه Khan ZA نشان داد افزایش تراز فشار صوت از ۸۲ به ۹۲ دسی‌بل، عملکرد شناختی افراد را کاهش می‌دهد و از ۱۰۲ دسی‌بل به بالا باعث بهبود عملکرد شناختی افراد می‌شود که نتیجه قسمت اول با مطالعه حاضر همخوانی دارد، اما در قسمت دوم با نتایج این مطالعه همخوانی ندارد [۴۹]. نتایج مطالعه Finkelman، علیمحمدی و Huang نشان داد زمان واکنش ذهنی بعد از مواجهه افزایش و زمان واکنش حرکتی کاهش یافته است، اما در مطالعه حاضر نشان داده شد زمان واکنش ذهنی (حافظه کاری N-BACK) قبل از مطالعه و زمان واکنش حرکتی (زمان‌سنج واکنش پیشرفته و توجه پایدار) حین مطالعه بیشترین مقدار را داشته‌اند که با نتیجه مطالعات ذکرشده همخوانی ندارد [۵۳-۵۵].

نتایج مطالعه بهشتی و همکاران نشان داد کمترین زمان

واکنش در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز و بیشترین تعداد خطا واکنش در فرکانس ۱۰۰۰ بود، اما در مطالعه حاضر بیشترین خطای واکنش و کمترین زمان واکنش در افرادی بود که کار تعمیرات روزانه ایستگاه‌های CGS را بر عهده داشتند و در معرض صدای با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز بودند [۵۶]. گل‌محمدی و همکاران به این نتیجه رسیدند که وقتی کارها ساده هستند (سطح ۱ آزمون N-BABK)، عملکرد شناختی تحت تأثیر سطح صدا قرار می‌گیرد. این نتیجه با سایر مطالعات قبلی همخوانی داشت؛ برای مثال، Jahncke و همکاران دریافتند صدا تأثیر قابل‌توجهی بر حافظه دارد که یافته‌های مطالعه حاضر نتایج مطالعات ذکرشده را تأیید می‌کند (۵۷). Monteiro و همکاران دریافتند با افزایش سطح صدا به‌طور قابل‌توجهی سطح توجه و حافظه کاری کاهش می‌یابد که با مطالعه حاضر همخوانی دارد [۵۸].

نتیجه‌گیری

در بخش اول که شامل بررسی‌های مربوط به تأثیر صدا با فرکانس‌های مختلف در مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با صدا بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی بود، نتایج نشان داد پاسخ‌های فیزیولوژیکی حین مواجهه با صدا (فشارخون سیستول و دیاستول، ضربان قلب، دمای تمپان) نسبت به قبل و بعد از مواجهه در هر دو صنعت نفت و گاز افزایش یافته است. همچنین فشارخون سیستول و دیاستول بعد از مواجهه در صنعت گاز بیشتر از قبل مواجهه با صدا بود، اما در صنعت نفت قبل از مواجهه بیشتر از بعد مواجهه با صدا بود. همچنین ضربان قلب و دمای تمپان بعد از مواجهه بیشتر از قبل مواجهه با صدا در هر دو صنعت بود.

نتایج بخش دوم که شامل بررسی‌های مربوط به اثر صدا بر عملکردهای شناختی در مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با صدا بود، نشان داد زمان واکنش انتخابی در دکل‌های حفاری در هر سه مرحله آزمایش تقریباً یکسان است و در مرحله حین مواجهه بیشتر بود؛ اما در ایستگاه‌های تقلیل فشار در مرحله قبل و حین یکسان است و در مرحله بعد از مواجهه با شیب بیشتری کاهش می‌یابد. خطای واکنش و تعداد سؤال بی‌پاسخ در دو گروه نفت و گاز حین مواجهه تفاوت چشمگیری نسبت به قبل و بعد از مواجهه داشت. خطای واکنش بعد از مواجهه در ایستگاه‌های تقلیل فشار نسبت به قبل بیشتر، اما در دکل‌های حفاری برعکس بود. تعداد سؤال بی‌پاسخ بعد از مواجهه در ایستگاه‌های تقلیل فشار نسبت قبل کمتر، اما در دکل‌های حفاری برعکس بود. زمان حافظه کاری N- BACK قبل از مواجهه بیشتر از حین و بعد مواجهه در صنایع مربوطه بود. کمترین زمان در نفت و گاز مربوط به بعد از مواجهه است. در دکل حفاری تعداد پاسخ‌های صحیح کمتر و مدت‌زمان پاسخ به آزمون حافظه کاری N-BACK بیشتر از ایستگاه‌های تقلیل فشار بود. میانگین آزمون توجه پایدار و تعداد خطا حین مواجهه با صدا نسبت به قبل و بعد از مواجهه با صدا بیشتر بود. همچنین میانگین زمان توجه پایدار و تعداد خطا بعد مواجهه در مقایسه با قبل مواجهه بیشتر بود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از شرکت نفت حفاری شمال (NDC 117) و شرکت گاز آذربایجان غربی به دلیل حمایت مالی ارزشمند در طول مطالعه و تلاش دکتر علی‌نژاد، دکتر زارع، مهندس رحیمی، مهندس طلاوری و مهندس چنگیزی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی بین نویسندگان حاضر در این مطالعه وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای روح‌اله رستمی به راهنمایی دکتر رسول همت‌جو با کد اخلاق IR.UMSU.REC.1399.249 مصوب دانشگاه علوم پزشکی ارومیه می‌باشد.

سهم نویسندگان

در این مطالعه رسول همت‌جو و روح‌اله رستمی و محمد حاج آقازاده در طراحی و روش‌شناسی مطالعه، روح‌اله رستمی در مرحله جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها و نگارش مقاله و تیمور الهیاری در مرحله اصلاحات مقاله نقش داشته‌اند.

حمایت مالی

این مقاله با حمایت واحد پژوهش شرکت گاز استان آذربایجان غربی انجام شده است.

REFERENCES

1. Zare S, Nassiri P, Monazzam MR, Pourbakht A, Azam K, Golmohammadi T, et al. Evaluation of Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAEs) among workers at an Industrial Company exposed to different industrial noise levels in 2014. *Electron Physician*. 2015;**7**(3):1126-1134. PMID: 26388979 DOI: 10.14661/2015.1126-1134
2. KeikhaMoghaddam AA. Ergonomic assessment methods Selection and Application Guide. *Tehran: Fannavaran*. 2012;**1**:145-69.
3. Golmohammadi R. Noise and vibration Engineering: Daneshjoo Press. *Hamadan, student publication*. 2019:157.
4. https://www.who.int./
5. Concha-Barrientos M, Steenland K, Prüss-Üstün A, Campbell-Lendrum DH, Corvalán CF, Woodward A, et al. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. *World Health Organization*. 2004:1-33.
6. Smith A. Noise, performance efficiency and safety. *Int Arch Occup Environ Health*.1990;**62**(1):1-5. PMID: 2403982 DOI: 10.1007/BF00397841

7. Ishiyama T, Hashimoto T. The impact of sound quality on annoyance caused by road traffic noise: an influence of frequency spectra on annoyance. *JSAE Rev.* 2000;**21**(2):225-30. DOI:10.1016/S0389-4304(99)00090-9
8. Landström U ,Åkerlund E, Kjellberg A, Tesarz M. Exposure levels, tonal components, and noise annoyance in working environments. *Environ Int.* 1995;**21**(3):265-75. DOI: 10.1016/0160-4120(95)00017-F
9. Belojevic G, Slepcevic V, Jakovljevic B. Mental performance in noise: The role of introversion. *J Environ Psychol.* 2001;**21**(2):209-13. DOI: 10.1006/jevp.2000.0188
10. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull.* 2003;**68**(1):243-57. PMID: 14757721 DOI: 10.1093/bmb/ldg033
11. Abbasi M, Monazzam Esmaielpour M, Akbarzadeh A, Zakerian SA, Ebrahimi MH. Investigation of the effects of wind turbine noise annoyance on the sleep disturbance among workers of Manjil wind farm. *Saf Health Work.* 2015;**5**(3):51-62.
12. Gholami T, Piran Veyseh P, Aliabadi M, Farhadian M. Evaluation of noise pollution and its effects on subjective fatigue of staffs in the governmental banks of Hamadan city. *Iran Occup Health.* 2014;**11**(5):65-73.
13. Pawlaczyk-łuszczyńska M, Dudarewicz A, Waszkowska M, Śliwińska-kowalska M. Assessment of annoyance from low frequency and broadband noises. *Int J Occup Environ Med.* 2003;**16**(4):337-43. PMID: 14964643
14. Leventhall G, Pelmear P, Benton S. A review of published research on low frequency noise and its effects. *Project Report London: Defra.* 2003.
15. Raffaello M, Maass A. Chronic exposure to noise in industry: The effects on satisfaction, stress symptoms, and company attachment. *Environ Behav.* 2002;**34**(5):651-71. DOI: 10.1177/0013916502034005005
16. King RP, Davis JR. Community noise: Health effects and management. *Int J Hyg Environ Health.* 2003;**206**(2):123-31. DOI: 10.1078/1438-4639-00202
17. Leather P, Beale D, Sullivan L. Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. *J Environ Psychol.* 2003;**23**(2):213-22. DOI: 10.1016/S0272-4944(02)00082-8
18. Wallenius MA. The interaction of noise stress and personal project stress on subjective health. *J Environ Psychol.* 2004;**24**(2):167-77. DOI: 10.1016/j.jenvp.2003.12.002
19. Fouladi DB, Nassiri P, Monazzam EM, Farahani S, Hassanzadeh G, Hoseini M, et al. Industrial noise exposure and salivary cortisol in blue collar industrial workers. *Noise Health.* 2012;**14**(59):184-9 PMID: 22918149 DOI: 10.4103/1463-1741.99894
20. Seixas NS, Neitzel R, Stover B, Sheppard L, Feeney P, Mills D, et al. 10-Year prospective study of noise exposure and hearing damage among construction workers. *Occup Environ Med.* 2012;**69**(9):643-50. PMID: 22693267 DOI: 10.1136/oemed-2011-100578
21. Schmidt FP, Basner M, Kröger G, Weck S, Schnorbus B, Muttray A, et al. Effect of nighttime aircraft noise exposure on endothelial function and stress hormone release in healthy adults. *Eur Heart J.* 2013;**34**(45):3508-14. DOI: 10.1093/eurheartj/eht269 . PMID: 23821397
22. Abbasi M, Monnazzam MR, Zakerian S, Yousefzadeh A. Effect of wind turbine noise on workers' sleep disorder: a case study of Manjil wind farm in northern Iran. *Fluctuation and Noise Letters.* 2015;**14**(02):1550020. DOI: 10.1142/S0219477515500200
23. Abbasi M, Monazzam MR, Ebrahimi MH, Zakerian SA, Dehghan SF, Akbarzadeh A, et al. Assessment of noise effects of wind turbine on the general health of staff at wind farm of Manjil, Iran. *J Low Freq Noise Vib Act Control.* 2016;**35**(1):91-8. DOI: 10.1177%2F0263092316628714
24. Zamanian Z, Rostami R, Hasanzadeh J, Hashemi H. The effect of occupational noise exposure on blood pressure and heart rate among workers of a steel industry. Journal of Health. 2015;**5**(4):355-60.
25. Rossi L, Prato A, Lesina L, Schiavi A. Effects of low-frequency noise on human cognitive performances in laboratory. *Building Acoustics.* 2018;**25**(1):17-33. DOI: 10.1177%2F1351010X18756800
26. Walker ED, Brammer A, Cherniack MG, Laden F, Cavallari JM. Cardiovascular and stress responses to short-term noise exposures—A panel study in healthy males. *Environmental research.* 2016;**150**:391-7. DOI: 10.1016/j.envres.2016.06.016. PMID: 27371930
27. Broner N. The effects of low frequency noise on people—a review. Journal of Sound and Vibration. 1978;**58**(4):483-500. DOI: :10.1016/0022-460X(78)90354-1
28. Landström U, Kjellberg A, Söderberg L, Nordström B. The effects of broadband, tonal and masked ventilation noise on performance, wakefulness and annoyance. *J Low Freq Noise Vib.* 1991;**10**(4):112-22. DOI: 10.1016/0022-460X(78)90354-1
29. Alimohammadi I, Hajizadeh R, Mehri A, Sajedifar J, Sadat S, Gholampoor J, et al. The impact of traffic noise on mental performance considering complexity of activities. *Saf Health Work.* 2015;**5**(4):37-46.
30. Mehri A, Alimohammadi I, Ebrahimi H, Hajizadeh R, Roudbari M. Effect of traffic noise on mental performance with regard to introversion and task complexity. *Applied Acoustics.* 2018;**132**:118-23.
31. Kurakata K, Mizunami T, Matsushita K. Sensory unpleasantness of high-frequency sounds. *Acoust Sci Technol.* 2013;**34**(1):26-33. DOI: 10.1250/ast.34.26
32. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The lancet.* 2014;**383(**9925**):**1325-32. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X PMID: 24183105
33. Reinhold K, Kalle S, Paju J. Exposure to high or low frequency noise at workplaces: differences between assessment, health complaints and implementation of adequate personal protective equipment. *Agron Res.* 2014;**12**(3):895-906.
34. Chang T-Y, Liu C-S, Huang K-H, Chen R-Y, Lai J-S, Bao B-Y,et al. High-frequency hearing loss, occupational noise exposure and hypertension: a cross-sectional study in male workers. *Environ Health.* 2011;**10**(1):35. PMID: 21518430 DOI: 10.1186/1476-069X-10-35
35. Alimohamadi I, Soltani R, Azkhosh M, Gohari M, Moosavi B. Study of role extroversion of caused by traffic noise on mental function of the students. *Iran Occup Health.* 2011;**7**(4):1-11.
36. Aliabadi M, Mahdavi N, Farhadian M, Shafie Motlagh M. Evaluation of noise pollution and acoustic comfort in the classrooms of Hamadan University of medical sciences in 2012. *Iran J Ergon.* 2013;**1**(2):19-27.
37. Jafari M, Kazempour M. Mental processing of human subjects with different individual characters exposed to Low Frequency Noise. *Int J Occup Hyg.* 2013;**5**(2):64-70.
38. Gawron VJ. Performance effects of noise intensity, psychological set, and task type and complexity. *Hum Factors.* 1982;**24**(2):225-43. PMID: 7095810 DOI: 10.1177/001872088202400208
39. Chraif M. The effects of radio noise in multiple time reaction tasks for young students. *Hum Factors* .2012**;33**:1057-62. PMID: 7095810 DOI: 10.1177/001872088202400208
40. Jafari MJ, Kazempour M. Mental processing of human subjects with different individual characters exposed to Low Frequency Noise. 2013.
41. Costa S, Arezes P .Comparison between occupational noise measurement strategies: why is it important? *Work.* 2012;**41**:2971-3. DOI: 10.3233/WOR-2012-0551-2971
42. Abbasi AM, Motamedzade M, Aliabadi M, Golmohammadi R, Tapak L. Study of the physiological and mental health effects caused by exposure to low-frequency noise in a simulated control room. *Build Acoust.* 2018;**25**(3):233-48. DOI: 10.1177/1351010X18779518
43. Kirchner WK. Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Q J Exp Psychol.* 1958;**55**(4):352. DOI: 10.1037/h0043688
44. Ising H, Michalak R. Stress effects of noise in a field experiment in comparison to reactions to short term noise exposure in the laboratory. *Noise Health.* 2004;**6**(24):1-7. PMID: 15703136
45. Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise health.* 2003;**5**(18):1-11. PMID: 12631430
46. Fogari R, Zoppi A, Vanasia A, Marasi G, Villa G.

Occupational noise exposure and blood pressure. *J Hypertens*. 1994;**12**(4):475-80. PMID: 8064173
47. Sim CS, Sung JH, Cheon SH, Lee JM, Lee JW, Lee J, et al. The effects of different noise types on heart rate variability in men. *Yonsei Med J*. 2015;**56**(1):235-43. PMID: 25510770 DOI: 10.3349/ymj.2015.56.1.235
48. Motamedzade M, Ghazaiee S. Combined effects of noise and shift work on workers' physiological parameters in a chemical industry. *Avicenna J Clin Med*. 2003;**10**(1):39-46.
49. Khan ZA, Rizvi SAH. A study on the effect of human laterality, type of computer and noise on operators' performance of a data entry task. *Int J Occup Saf Ergon*. 2009;**15**(1):53-60. PMID: 19272240 DOI:10.1080/10803548.2009.11076788 .
50. Brand N, Schneider N, Arntz P. Information processing efficiency and noise. Interactions with personal rigidity. *Pers Individ*. 1995;**18**(5):571-9. DOI: 10.1016/0191-8869(94)00203-5
51. Staal MA. Stress, cognition, and human performance: A literature review and conceptual framework. *Nasa*. 2004:1-177.
52. Alimohammadi I, Ebrahimi H. Comparison between effects of low and high frequency noise on mental performance. *Appl Acoust*. 2019;**10**(5):515-526. PMID: 32284840 DOI: 10.32598/bcn.10.5.513
53. Park Jr JF, Payne Jr MC. Effects of noise level and difficulty of task in performing division. *Am J Appl Psychol*. 1963;**47**(6):367. DOI: 10.1037/h0048773
54. Wu T-N, Huang J-T, Chou PF, Chang P-Y. Effects of noise exposure and task demand on cardiovascular function. *Int Arch Occup Environ Healt*. 1988;**60**(2):99-105. PMID: 3346087 DOI: 10.1007/BF00381488.
55. Finkelman JM, Zeitlin LR, Romoff RA, Friend MA, Brown LS. Conjoint effect of physical stress and noise stress on information processing performance and cardiac response. Human Factors. *Int Arch Occup Environ Health*. 1979; **21**(1):1-6. DOI:10.1007/BF00381488. PMID: 3346087
56. Beheshti M, Koohpaei A, Mousavian Z, Mehri A, Zia G, Tajpour A, et al. The effect of sound with 56 56 different frequencies on selective attention and human response time. *Iran Occup Health*. 2018;**15**(3):118-28.
57. Jahncke H, Hygge S, Halin N, Green AM, Dimberg K. Open-plan office noise: Cognitive performance and restoration. *J Environ Psychol*. 2011;**31**(4):373-82. DOI:10.1016/j.jenvp.2011.07.002
58. Monteiro R, Tomé D, Neves P, Silva D, Rodrigues MA. The interactive effect of occupational noise on attention and short-term memory: A pilot study. *Noise Health*. 2018;**20**(96):190-198. PMID: 30516172 DOI: 10.4103%2Fnah.NAH_3_18