Original article

Investigation of Noise Levels in Sugar Factory of Debal Khozaei Agro-industry Complex

Mehdi Salemi[1*]
Reza Basity[2]

1- Department of Environmental, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
2- Department of Environmental, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran

***Corresponding author:** Mehdi Salami, Department of Environmental, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

Email: mehdisalemi48@yahoo.com

Received: 17 May 2019
Accepted: 19 August 2019

ABSTRACT

Introduction and purpose: Noise pollution can exert negative effects on mental health. In this regard, the present study aimed to evaluate the noise levels in sugar factory of Debal Khozaei agro-industry complex in 2018.

Methods: For the current study, sound and audio parameters were measured using a sound meter. These audio parameters included sound pressure level and minimum and maximum values measured in 9 units located in the interior space of the factory entailing 38 study stations with 30 points in open space. It is worthy to note that sound measurements were performed twice a week in morning and afternoon shifts at time intervals of 15 min. Data were analyzed in SPSS software (version 16) using the ANOVA test.

Results: Based on the results, the maximum and minimum sound pressure levels of power plants and white sugar warehouse were 0.86 ± 91.10 and 0.44 ± 91.10 dB, respectively. Additionally, the comparison of the average sound pressure level at different stations in the power plant and raw sugar production units, as well as some stations in the sugar refinery, lime kiln, and boiler exceeded the standard limit of 85 dB. However, this value was found to be below standard in the open space of the factory.

Conclusion: The ongoing monitoring along with the application of noise reduction techniques is recommended due to the excessive noise levels in some parts of the factory.

Keywords: Environmental calibration, Debal Khozaei agro-industry company, Noise pollution, Noise pressure level

► **Citation:** Salami M, Basity R. Investigation of Noise Levels in Sugar Factory of Debal Khozaei Agro-industry Complex. Journal of Health Research in Community. Summer 2019;5(2): 19-30.

مقاله پژوهشی

بررسی میزان سر و صدا در کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی

مهدی سالمی[1*]
رضا بسیطی[2]

۱. دکترای آمایش محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول: مهدی سالمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

Email: mehdisalemi48@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۸

چکیده

مقدمه و هدف: آلودگی صوتی می‌تواند سلامت روحی و روانی انسان را به مخاطره اندازد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان سر و صدا در کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی در سال ۱۳۹۷ انجام شد.

روش کار: برای انجام این مطالعه، صدا و پارامترهای صوتی شامل: تراز فشار صوت و مقادیر حداقل و حداکثر در نه واحد در فضای داخلی کارخانه شامل ۳۸ ایستگاه مطالعاتی با ۳۰ نقطه در محوطه باز با استفاده از دستگاه صداسنج مورد سنجش قرار گرفتند. شایان ذکر است که سنجش صدا در فصل بهار سال ۱۳۹۷ به‌صورت دو بار در هفته و طی دو نوبت صبح و عصر با فواصل زمانی ۱۵ دقیقه صورت پذیرفت. در انتها داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16 و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: میزان حداکثر و حداقل تراز فشار صوت مربوط به واحدهای نیروگاه و انبار شکر سفید به‌ترتیب برابر با ۰/۸۶±۹۱/۱۰ و ۰/۴۴±۷۹/۷۳ دسی‌بل ثبت گردید. همچنین مقایسه میانگین تراز فشار صوت در ایستگاه‌های مختلف در واحدهای نیروگاه تولید شکر خام و نیز بخشی از ایستگاه‌های موجود در واحد تصفیه شکر، کوره آهک و بویلر بیش از میزان استاندارد مجاز ۸۵ دسی‌بل بود؛ اما در محوطه باز کارخانه پایین‌تر از حد استاندارد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه میزان سر و صدا در بخش‌هایی از فضای داخل کارخانه بیش از حد مجاز است، توصیه می‌گردد ضمن پایش مستمر، نسبت به به‌کارگیری تکنیک‌های کاهش سر و صدا از مواجهه با آلودگی صوتی در صنعت به عمل آید.

کلمات کلیدی: آلودگی صوتی، تراز فشار صوت، صداسنجی محیطی، مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی

◄ **استناد:** سالمی، مهدی؛ بسیطی، رضا. بررسی میزان سر و صدا در کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، تابستان ۱۳۹۸؛۵(۲): ۳۰-۱۹.

مقدمه

آلودگی صوتی به‌عنوان یک نمونه از آلاینده‌های زیست محیطی، سهم به‌سزایی را در ایجاد انواع مشکلات در شهرهای

بزرگ به خود اختصاص داده است که با فناوری و تکنولوژی صنعتی رابطه مستقیمی دارد [۱]. سر و صدا شکلی از تغییر سریع محیط زیست ناشی از فعالیت انسانی است که می‌تواند محیط حسی و در نتیجه توانایی تصمیم‌گیری جانوران را تحت تأثیر قرار دهد [۲]. سر و صدا را می‌توان به‌عنوان احساس ناخوشایند ناشی از قرارگرفتن در معرض صدا همراه با ناراحتی و عدم تحمل تعریف کرد [۳].

امروزه با گسترش صنایع مختلف، پدیده آلودگی صوتی به یکی از مسائل اساسی در زندگی روزمره تبدیل شده است [۴]. در دهه گذشته، موضوع آلودگی صوتی توجه بیشتر نهادهای علمی، رسانه‌ها، سازمان‌های غیردولتی و مؤسسات در سطح ملی و بین‌المللی را به خود جلب نموده است [۵]. به‌طور کلی نیاز به صنعت در جوامع گوناگون، ایجاد صنایع تولیدی مختلف را به دنبال داشته است. صنعتی‌شدن موجب شده است تا نیروی انسانی شاغل در تماس همیشگی با وسایل و تجهیزات قرار بگیرد که این امر مخاطرات گوناگونی را پدید آورده است [۶]. یکی از اصلی‌ترین راه‌های بررسی آلودگی صوتی در صنایع، سنجش تراز فشار صوت و شاخص‌های مرتبط با صدا می‌باشد [۷]. با تعیین شاخص‌های آلودگی صوتی می‌توان وضعیت انتشار صدا و منابع اصلی مولد صوت را در واحدهای مختلف صنعتی شناسایی کرد و راه‌کارهایی را به‌منظور کنترل و کاهش میزان آلودگی ارائه نمود [۸]. در بسیاری از محیط‌های کاری و صنعتی، افراد روزانه با عوامل مختلفی همچون صدا، ارتعاش، استرس و غیره مواجه می‌شوند که این عوامل بر عملکرد آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد [۹]. تراز فشار صدا برای ایجاد تأثیرات منفی بر عملکرد کاری به‌طور فزاینده‌ای وابسته به نوع وظیفه می‌باشد. عملکرد افراد در وظایف ذهنی ساده ممکن است در تراز صوت بسیار بالا نیز بدون تغییر باقی بمانند. این درحالی است که وظایف پیچیده‌تر از جمله فعالیت‌های حسابداری در بانک‌ها ممکن است در ترازهای صدای پایین‌تر دچار اختلال شوند [۱۰].

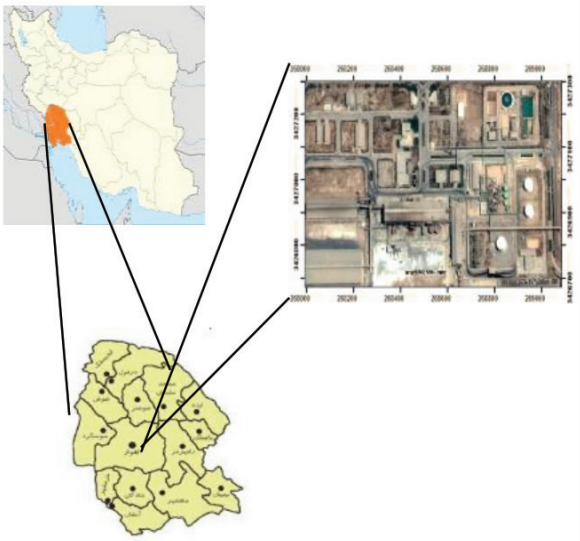
آلودگی صوتی یک نگرانی عمده برای دنیای مدرن است که در سال‌های اخیر مطالعات بسیاری به‌منظور محافظت از مردم از تأثیرات آن صورت گرفته است. در حال حاضر در معرض صدا قرارگفتن به‌طور مداوم به اثرات بهداشتی مانند اختلالات خواب، ناراحتی‌های قلبی- عروقی و فشار خون منجر می‌شود [۱۱]. از جمله این مخاطرات، انتشار صدای آزاردهنده و ارتعاشات ناشی از فعالیت ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف می‌باشد [۱۲]. مواجهه با صدا علاوه بر کاهش شنوایی، پیامدهای منفی را در ارتباط با سلامت انسان به همراه دارد که از جمله این پیامدها می‌توان به بروز مشکلات قلبی- عروقی، اختلال در پاسخ‌های فیزیولوژیکی بدن، تغییر در میزان ضربان قلب، فشار خون و تولید آدرنالین اشاره نمود. همچنین صدا می‌تواند بر کمیت و کیفیت خواب انسان تأثیرگذار باشد و به‌عنوان عامل مهمی در افزایش میزان استرس تلقی گردد [۱۳]. تماس انسان با صدا می‌تواند منجر به ایجاد اثرات و عوارض شناخته‌شده‌ای از جمله افت دائم شنوایی، اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی و روحی- روانی گردد. علاوه‌براین، صدا اثرات غیرمستقیمی بر عملکرد انسان از جمله کاهش راندمان و بهره‌وری کاری و افزایش ریسک بروز حوادث و خطا (به دلیل کاهش تمرکز افراد) دارد [۱۴]. در این میان، صنایع کشت و صنعت از جمله صنایع مهمی تلقی می‌گردند که توسعه اقتصادی کشور را در زمینه‌های مختلف صنعتی و کشاورزی فراهم می‌آورند. استقرار میزان وسیعی از دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات مختلف در این صنایع و همچنین انتشار صدای آزاردهنده و ارتعاشات ناشی از آن، شرایطی را فراهم نموده است که در صورت عدم رعایت ضوابط و استانداردهای زیست محیطی و کنترل آلودگی، اثرات منفی و ناهنجار متعددی بر افراد و کارکنان تحمیل خواهد شد و بی‌توجهی به مسائل ناشی از آلودگی صوتی موجب کاهش کارایی و راندمان فعالیت افراد در درازمدت خواهد گردید؛ از این رو با توجه به مشکلات ذکرشده ضروری است که پژوهشی دامنه‌دار در راستای بررسی میزان آلودگی صوتی در این صنایع صورت پذیرد. تراز

صوتی بالا می‌تواند اثرات بسیاری بر سلامت جامعه کارکنان داشته باشد. با توجه به گسترش روزافزون این صنایع و سایر منابع آلودگی، ضرورت اجرای این پژوهش مطرح می‌شود. تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه ارزیابی میزان آلودگی صوتی و سنجش میزان تراز فشار صوت در صنایع کشت و صنعت و کارخانجات دیگر انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات صورت‌گرفته در زمینه اندازه‌گیری میزان تراز فشار صوت در یک کارگاه صنعتی و اثرات آن بر سلامتی کارگران و نیز پژوهشی در زمینه ارزیابی صدای ماشین‌آلات به‌کاررفته در کارخانه‌های شهرک صنعتی کالیورات در شمال بنگلادش به‌منظور شناسایی منابع مولد صدا اشاره نمود [۱۵،۱۶]. از سوی دیگر، مطالعه‌ای به‌منظور کاهش آلودگی صوتی و ارتعاشات ناشی از کارکرد ماشین‌آلات صنعتی در تعدادی از کارخانجات انجام شد [۱۷]. مطالعات صورت‌گرفته در زمینه شناسایی نقاط با میزان تراز صوت بالا به‌منظور بررسی آسیب‌های ناشی از سر و صدا در کارکنان واحدهای مختلف یک کارخانه کشت و صنعت و پژوهش در زمینه ارائه راه‌کارهای مؤثر در جهت کنترل آلودگی صوتی در سایت تولید شکر کارخانه کشت و صنعت فارابی خوزستان از آن جمله می‌باشند [۱۸،۱۹]. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان تراز فشار صوت در واحدهای مختلف کارخانه کشت و صنعت دعبل خزاعی به‌منظور ارزیابی آلودگی صوتی از نظر محیط کاری در سال ۱۳۹۷ انجام شد.

روش کار

منطقه مورد بررسی در این مطالعه دارای مساحتی بالغ بر ۳۱۱۵۰ هکتار بود که طول و عرض جغرافیایی مرکز آن ۳۰ درجه و ۵۷ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول جغرافیایی می‌باشد. ارتفاع این منطقه در مجاورت رودخانه معادل ۷/۵ تا ۹ متر بوده و در بخش‌های مرکزی، محدوده طرح ۴ متر از سطح دریا می‌باشد [۲۰]. مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی به‌عنوان یک بخش از چهار واحد نمونه تولید شکر سفید شرکت توسعه نیشکر در استان خوزستان محسوب می‌شود. تجهیزات و ماشین‌آلات موجود در کارخانه شکر این مجتمع از تکنولوژی بسیار جدیدی در راستای تولید شکر سفید تصفیه‌شده استفاده می‌کنند. این کارخانه با ظرفیت پذیرش و عصاره‌گیری یک میلیون تن شکر قادر است سالانه ۱۰۰ هزار تن شکر زرد و ۱۷۵ هزار تن شکر سفید را تولید و بسته‌بندی نماید [۲۱]. شایان ذکر است که ۲۲۰۰ نفر به‌صورت مستقیم برای این شرکت کار می‌کنند. در حقیقت، کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی دارای نه واحد مجزا است که این واحدها شامل: تولید شکر خام، تصفیه شکر، انبار شکر زرد، انبار شکر سفید، بسته‌بندی یک تن، کوره آهک، بویلر، نیروگاه و تصفیه آب می‌باشند. به‌منظور انجام این پژوهش، واحدهای مختلف کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا به‌منظور شناسایی دقیق منطقه مورد مطالعه و شناخت مناطق حساس نسبت به آلودگی صوتی، بازدیدهای میدانی از منطقه صورت گرفت و با مراجعه به بخش مدیریت کارخانه، اطلاعات پایه شامل: محل نصب دستگاه‌های مولد صدا و همچنین ویژگی‌های محیط کار، شرح فرایند خط تولید و عمر وسایل و تجهیزات به‌دست آمد. در مرحله بعد نیز صداسنجی، اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی طبق استاندارد ISO 9612 (۱۹۹۷) به‌منظور تعیین میزان آلودگی صوتی در واحدهای مختلف مجتمع و شناسایی منابع اصلی مولد صدا صورت پذیرفت. اندازه‌گیری تراز فشار صوت نیز توسط دستگاه صداسنج مدل 2237-B-001-Type2237 ساخت کشور دانمارک انجام شد که از توانایی اندازه‌گیری در شبکه توزین فرکانس A با دقت ۰/۱ دسی‌بل و همچنین قابلیت‌های لازم جهت سنجش پارامترهای صوتی L_{min}، L_{max} و SPL (Sound Presure Level) برخوردار بود. به‌منظور انجام این مطالعه، کل

کارخانه شامل نه واحد معین در فضای داخلی کارخانه در نظر گرفته شد که در مجموع ۳۸ ایستگاه مطالعاتی را دربرگرفته و ۳۰ نقطه محیطی نیز در محوطه باز مشخص گردید. مکان‌های اندازه‌گیری صدا براساس معیارهای کاربردی محل، تعداد کارکنان و همچنین میزان تردد و شلوغی محیط مشخص شدند. در ادامه نیز میزان تراز فشار صوت واحدهای مورد بررسی بر مبنای استانداردهای بهداشت ایران dB (A۸۵) مقایسه گردید. اندازه‌گیری و سنجش صدا در ایستگاه‌های مطالعاتی به‌صورت دو بار در هفته، طی دو نوبت صبح و عصر با فواصل زمانی، هر ۱۵ دقیقه یک بار صورت پذیرفت. به‌منظور حصول نتایج دقیق و واقعی، دستگاه مورد استفاده قبل از شروع هر بار اندازه‌گیری توسط کالیبراتور تنظیم گردید و براساس هدف پژوهش، مقیاس مورد اندازه‌گیری در شبکه A، سرعت پاسخ دستگاه در حالت SLOW و موقعیت تراز فشار صوت در حالت RMS (Root Mean Square) انتخاب شد. پس از کالیبراسیون دستگاه، اندازه‌گیری در مرکز هریک از نواحی انجام شد. بدین‌صورت که میکروفون دستگاه رو به منبع صوت بوده و دست اندازه‌گیر در حالت ۴۵ درجه نسبت به افق قرار داده می‌شد و پس از آن مقدار عددی که نمایشگر دستگاه نشان می‌داد، ثبت می‌گردید. از آنجایی که در این کارخانه صدای محیط از نوع پیوسته بوده و تغییرات صوت با توجه به زمان اندک می‌باشد، اندازه‌گیری صدا از میانگین سه مرتبه اندازه‌گیری در هر نقطه صورت پذیرفت. در انتها نیز یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان آلودگی صوتی با استانداردهای ملی مورد مقایسه قرار گرفتند. در این مطالعه به‌منظور انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار آماری SPSS 16 استفاده شد و برای مقایسه متوسط تراز فشار صوت بین ایستگاه‌های بخش‌های مختلف، آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت نتایج به‌دست‌آمده تجزیه و تحلیل گردیدند و راه‌کارهای مناسب و سازنده‌ای ارائه شدند.



نقشه ۱: موقعیت مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی و واحدهای مستقر در آن

یافته‌ها

حداقل تراز فشار صوت در واحد تولید شکر خام با مقدار ۷۵/۸ دسی‌بل (A) مربوط به لیف فیلتر و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۱۰۵/۸ دسی‌بل (A) مربوط به اتاق دمنده‌ها بود. همچنین حداقل تراز فشار صوت در واحد تصفیه شکر با مقدار ۷۷/۴ دسی‌بل (A) به لیف فیلتر و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۸۸/۷ دسی‌بل (A) به سانتریفیوژ اختصاص داشت. علاوه‌براین، حداقل تراز فشار صوت در واحد انبار شکر زرد با مقدار ۷۷/۴ دسی‌بل (A) مربوط به نوار تفاله شکر زرد و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۷۴/۷ دسی‌بل (A) مربوط به ماشین مکانیکی تخلیه شکر زرد به نقاله بود. شایان ذکر است که واحد انبار شکر سفید در این کارخانه از دستگاه نوار نقاله انبار شکر سفید تشکیل شده است که حداقل و حداکثر میزان تراز فشار صوت به‌دست‌آمده توسط این دستگاه به ترتیب معادل ۷۷/۶ و ۸۲/۱ دسی‌بل (A) می‌باشد. بر مبنای نتایج، حداقل تراز فشار

صوت در واحد بسته‌بندی یک تن با مقدار ۷۷/۵ دسی‌بل (A) مربوط به جامبو بگ و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۸۳/۵ دسی‌بل (A) مربوط به دستگاه لیفتراک بوده است. همچنین حداقل تراز فشار صوت در واحد کوره آهک با مقدار ۷۸/۵ دسی‌بل (A) مربوط به محدوده تراز ۰ و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۹۷/۳ دسی‌بل (A) مربوط به شیر آهک‌سازی می‌باشد. بر مبنای نتایج به‌دست‌آمده، حداقل تراز فشار صوت در واحد بویلر با مقدار ۷۸/۲ دسی‌بل (A) مربوط به محدوده دستگاه‌های TK و حداکثر تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۹۲/۳ دسی‌بل (A) مربوط به بویلرهای ۱ و ۲ بوده است. همچنین حداقل میزان تراز فشار صوت در واحد نیروگاه با مقدار ۸۵/۶ دسی‌بل (A) مربوط به کمپرسورهای هوا و حداکثر میزان تراز فشار صوت در این واحد با مقدار ۱۰۳/۷ دسی‌بل (A) مربوط به دیزل ژنراتورها می‌باشد. در نهایت باید خاطرنشان ساخت که حداقل تراز فشار صوت در واحد تصفیه آب با مقدار ۷۷/۹ دسی‌بل (A) مربوط به مخزن کلرزنی بوده و حداکثر تراز آن در این واحد با مقدار ۸۶/۵ دسی‌بل (A) برای دستگاه میکسر به‌دست آمده است. در جدول ۱ میزان حداکثر

جدول ۱: میانگین، حداکثر و حداقل تراز فشار صوت در واحدهای کشت و صنعت دعبل خزاعی

واحد	دستگاه‌های عمده مولد صدا	حداقل تراز فشار صوت dB (A)	حداکثر تراز فشار صوت dB (A)	میانگین و انحراف معیار SPL
تولید شکر خام	ملتر	۸۷/۶	۸۹/۳	(۸۶/۶۹±۱/۰۱)
	کریستالیزورهای خام	۷۶/۵	۸۰/۲	(۷۹/۰۸±۰/۴۸)
	فیلتر خلا	۸۱/۳	۸۲/۳	(۸۰/۶۳±۰/۲۷)
	سانتریفیوژهای خام	۹۴/۳	۱۰۰/۵	(۹۸/۰۵±۰/۴۴)
	فیلترهای کل	۸۳/۶	۸۵/۴	(۸۴/۸۷±۰/۵۶)
	لیف فیلتر	۷۵/۸	۸۹/۶	(۸۰/۶۶±۰/۱۸)
	اتاق سانتریفیوژ	۷۶/۱	۸۰/۷	(۷۹/۲۵±۰/۱۵)
	اتاق دمنده‌ها	۱۰۳/۵	۱۰۵/۸	(۱۰۱/۱۲±۱/۷۹)
تصفیه شکر	محدوده طباخی	۷۸/۴	۸۳/۴	(۸۰/۷۳±۰/۲۸)
	سانتریفیوژ	۸۳/۹	۸۸/۷	(۸۶/۰۴±۰/۲۲)
	لیف فیلتر	۷۷/۴	۸۷/۵	(۸۰/۶۳±۰/۶۹)
	CANDLE	۷۸/۱	۸۳/۲	(۸۰/۶۳±۰/۳۵)
	محدوده پمپ‌ها	۸۲/۳	۸۷/۹	(۸۵/۴۰±۰/۲۷)
	محدوده پالایش	۷۸/۵	۸۲/۴	(۸۰/۹۲±۰/۳۳)
انبار شکر زرد	نوار نقاله شکر زرد	۷۷/۴	۸۱/۲	(۷۸/۵۲±۰/۶۲)
	ماشین مکانیکی تخلیه شکر زرد به نقاله	۸۰/۱	۸۴/۷	(۸۰/۹۷±۰/۱۵)
انبار شکر سفید	نوار نقاله انبار شکر سفید	۷۷/۶	۸۲/۱	(۷۹/۷۳±۰/۴۴)

ادامه جدول ۱.

بسته‌بندی یک تن	بسته‌بندی شکر سفید	۷۸/۷	۸۳/۴	(۸۱/۵۱±۰/۱۳)
	جامبو بگ	۷۷/۵	۸۰/۷	(۸۰/۶۰±۰/۲۳)
	لیفتراک	۷۹/۴	۸۳/۵	(۸۲/۸۶±۰/۱۸)
	واگن	۷۸/۳	۸۲/۸	(۸۱/۹۲±۰/۱۷)
کوره آهک	محدوده کنترل کوره	۷۹/۴	۹۲/۴	(۸۶±۰/۲۲)
	شیر آهک‌سازی	۸۲/۶	۹۷/۳	(۸۸/۳۱±۰/۱۶)
	تراز ۹ متر	۷۶/۳	۸۴/۵	(۸۰/۳۶±۰/۲۹)
	تراز ۳ متر	۸۱/۸	۹۲/۲	(۸۴/۳۹±۰/۲۰)
	تراز ۰	۷۸/۵	۸۷/۶	(۸۳/۴۶±۰/۴۴)
بویلر	محدوده دستگاه‌های TK	۷۸/۲	۸۶/۷	(۷۹/۴۵±۰/۲۴)
	بویلرهای ۱ و ۲	۸۷/۴	۹۲/۳	(۸۹/۳۶±۰/۱۴)
نیروگاه	کمپرسورهای هوا	۸۵/۶	۱۰۱/۴	(۹۱/۱۲±۰/۲۹)
	دیزل ژنراتورها	۸۸/۳	۱۰۳/۷	(۹۵/۵۶±۰/۲۸)
	توربو ژنراتور ۱	۸۶/۱	۱۰۲/۶	(۹۳/۶۶±۰/۳۰)
	مخازن بخار	۸۷/۲	۹۴/۸	(۸۷/۹۵±۰/۳۵)
	توربو ژنراتور ۲	۸۶/۴	۹۸/۵	(۸۷/۲۲±۰/۱۹)
تصفیه آب	پمپ ۱	۸۰/۵	۸۵/۷	(۸۳/۸۲±۰/۱۶)
	پمپ ۲	۸۱/۳	۸۶/۳	(۸۴/۶۳±۰/۲۳)
	مخزن کلرزنی	۷۷/۹	۸۲/۳	(۸۰/۷۷±۰/۲۱)
	پمپ‌های ورودی	۷۹/۲	۸۴/۸	(۸۱/۵۳±۰/۱۴)
	میکسر	۸۱/۶	۸۶/۵	(۸۲/۴۷±۰/۲۶)

و حداقل تراز فشار صوت و همچنین میانگین این پارامتر در ایستگاه‌های مربوط به واحدهای مختلف کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی ارائه گردیده است.

میانگین حداکثر و حداقل میزان تراز فشار صوت در محوطه باز مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق با این نمودار، با مقدار عددی ۵۱/۵۰ دسی‌بل (A) و حداکثر میزان این پارامتر مربوط به نقطه شماره ۱۴ با مقدار عددی ۷۷/۲۷ دسی‌بل (A) بوده است.

میانگین کلی تراز فشار صوت در واحدهای مختلف منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس این جدول، بالاترین میانگین تراز فشار صوت مربوط به واحد نیروگاه با مقدار ۹۱/۱۰ دسی‌بل (A) و کمترین میانگین تراز فشار صوت مربوط به

جدول ۲: میانگین، حداکثر و حداقل تراز فشار صوت در محوطه واحدهای کشت و صنعت دعبل خزاعی

نقاط محیطی	حداقل تراز فشار صوت dB (A)	حداکثر تراز فشار صوت dB (A)	میانگین و انحراف معیار SPL
نقطه ۱	۸۲/۴۷	۸۶	۶۵/۴۳±۰/۹۱
نقطه ۲	۸۹/۰۲	۹۲/۱۳	۶۶/۵۸±۰/۶۵
نقطه ۳	۸۵/۹۶	۹۰/۷۶	۵۹±۱/۴۲
نقطه ۴	۸۰/۸۲	۸۴/۰۵	۵۲/۴۵±۱/۲۴
نقطه ۵	۸۰/۶۶	۸۳/۸۳	۵۲/۴۵±۰/۸۸
نقطه ۶	۷۷/۳۵	۸۲/۳۳	۵۱/۵۰±۰/۶۰
نقطه ۷	۷۸/۰۸	۸۱/۳۲	۵۵/۵۸±۰/۸۰
نقطه ۸	۷۷/۸۵	۸۲	۶۳/۳۶±۰/۹۳
نقطه ۹	۸۷/۲۲	۹۰/۴۸	۶۱/۸۱±۱/۳۰
نقطه ۱۰	۶۳/۷۰	۶۷/۱۶	۵۹/۴۳±۱/۲۷
نقطه ۱۱	۶۴/۹۲	۷۰/۲۵	۶۳/۷۰±۰/۹۴
نقطه ۱۲	۵۶/۷۱	۶۰/۰۵	۵۶/۹۵±۱/۱۱
نقطه ۱۳	۵۱/۵۲	۵۴/۵۰	۶۶/۱۷±۱/۱۶
نقطه ۱۴	۵۱/۱۰	۵۳/۳۱	۷۷/۲۷±۰/۸۶
نقطه ۱۵	۵۰/۴۷	۵۲/۸۰	۷۰/۱۰±۱/۳۹
نقطه ۱۶	۵۵/۶۳	۵۹/۱۸	۶۶/۶۸±۱/۱۲
نقطه ۱۷	۶۲/۹۷	۶۶/۲۶	۶۴/۲۶±۱/۱۱
نقطه ۱۸	۵۹/۴۶	۶۳/۱	۶۰/۴۰±۰/۸۵
نقطه ۱۹	۵۷/۰۳	۶۰/۷۱	۶۱/۸۵±۰/۹۶
نقطه ۲۰	۷۱/۲۵	۷۴/۵۸	۶۱/۸۵±۰/۹۶
نقطه ۲۱	۶۹/۳۸	۷۲/۸۶	۷۲/۶۵±۰/۸۰
نقطه ۲۲	۵۸/۸۷	۶۲/۵۷	۷۱/۲۸±۰/۶۸
نقطه ۲۳	۵۶/۸۱	۵۹/۹۶	۶۰/۹۸±۰/۶۸
نقطه ۲۴	۵۴/۳۳	۵۸/۲۵	۵۹/۰۳±۰/۷۶
نقطه ۲۵	۵۴/۷۰	۵۸/۲۵	۵۷/۳۱±۰/۶۱
نقطه ۲۶	۵۶/۸۲	۶۰/۸۷	۵۷/۱۵±۰/۷۶
نقطه ۲۷	۶۰/۱۰	۶۳/۰۶	۵۹/۵۳±۰/۶۱
نقطه ۲۸	۵۹/۳۶	۶۲/۴۱	۶۲/۰۲±۰/۷۴

ادامه جدول ۲.

نقطه ۲۹	۵۷/۷۷	۶۱/۱۶	۶۱/۴۵±۰/۵۶
نقطه ۳۰	۵۶/۹۳	۶۰/۱۶	۵۸/۳۵±۰/۷۲

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار تراز فشار صوت به تفکیک واحدهای کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی

واحد	حداقل تراز فشار صوت dB (A)	حداکثر تراز فشار صوت dB (A)	میانگین و انحراف معیار SPL
تولید شکر خام	۸۴/۸۴	۸۹/۲۳	۸۶/۳۰±۱/۷۰[d]
تصفیه شکر	۷۹/۸۰	۸۵/۵۲	۸۲/۷۲±۰/۵۵[c]
انبار شکر سفید	۷۸/۷۵	۸۲/۹۵	۷۹/۷۳±۰/۴۴[a]
انبار شکر زرد	۷۷/۰۶	۸۲/۰۱	۷۹/۷۴±۱/۷۳[a]
بسته‌بندی یک تن	۷۸/۴۸	۸۲/۵۳	۸۱/۷۲±۰/۲۵[b]
کوره آهک	۷۹/۷۲	۹۰/۰۸	۸۴/۵۰±۰/۷۰[d]
بویلر	۸۲/۰۸	۸۹/۰۵	۸۴/۴۰±۵/۴۳[abcd]
نیروگاه	۸۶/۷۲	۱۰۰/۰۲	۹۱/۱۰±۰/۸۶[a]
تصفیه آب	۸۰/۰۱	۸۵/۱۲	۸۲/۶۴±۰/۳۸[c]

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنادار می‌باشند.

واحد انبار شکر سفید با مقدار ۷۹/۷۳ دسی‌بل (A) می‌باشد. شایان ذکر است که تمام واحدهای مورد بررسی به جز بویلر اختلاف معناداری داشتند (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه صنعتی‌شدن موجب می‌گردد تا نیروی انسانی شاغل در تماس همیشگی با وسایل و تجهیزات قرار گیرد و این امر مخاطرات گوناگونی را پدید می‌آورد، در این پژوهش به بررسی میزان آلودگی صوتی در کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی پرداخته شد. از طریق بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص گردید که حداکثر میزان تراز فشار صوت در کارخانه مربوط به واحد نیروگاه معادل ۹۱/۱۰ دسی‌بل می‌باشد که دلیل عمده بالابودن میزان آلودگی صوتی در این واحد، وجود ابزار و تجهیزات مولد صدا نظیر دیزل ژنراتورها و کمپرسورهای هوا است. وجود این دستگاه‌ها باعث ایجاد مشکلات بهداشتی و ایمنی و مواجهه با صدای بیش از حد می‌گردد؛ از این رو طرح و بررسی روش‌های مقابله در مورد کنترل و جلوگیری از آلودگی صوتی در واحد نیروگاه مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی در اولویت برنامه‌ها قرار گرفته است. در این راستا می‌توان از طریق به‌کارگیری اهرم‌های مدیریتی و کنترل‌های فنی، هدف نهایی را که جلوگیری از بروز

آسیب در سیستم شنوایی افراد و کاهش آثار منفی مربوط به آن می‌باشد، تأمین نمود. از سوی دیگر، حداقل میزان تراز فشار صوت در فضای داخلی کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی مربوط به واحد انبار شکر سفید با مقدار ۷۹/۷۳ دسی‌بل (A) بود. بررسی میانگین صوت در بین ایستگاه‌های محوطه باز مجتمع نیز این مطلب را تأیید می‌نماید. در این مطالعه مقایسه میانگین تراز فشار صوت در ایستگاه‌های مختلف با میزان استاندارد مجاز ۸۵ دسی‌بل نشان داد که در واحد نیروگاه، واحد تولید شکر خام و بخشی از ایستگاه‌های موجود در واحدهای تصفیه شکر، کوره آهک و بویلر، میزان آلودگی صوتی فراتر از حد استاندارد می‌باشد و این بخش‌ها از نظر آلودگی صوتی نیاز به کنترل دقیق‌تر دارند. این درحالی است که این میزان در تمامی نقاط موجود در محوطه باز کارخانه، پایین‌تر از حد استاندارد مجاز بوده است؛ از این رو میزان آلودگی صوتی در محوطه باز کارخانه پایین بود؛ اما از آنجایی که تداوم آلودگی صوتی حتی در حد کمتر از حد مجاز می‌تواند در درازمدت پیامدهای منفی را در پی داشته باشد، اعمال راه‌کارهای مدیریتی به‌منظور کاهش مواجهه با آلودگی، بیش از پیش توصیه می‌گردد. پس از بررسی یافته‌های نهایی حاصل از این مطالعه، افزایش میزان آلودگی صوتی در محدوده اتاق حاوی دمنده‌ها، دستگاه سانتریفیوژهای خام، کمپرسورهای هوا، دیزل ژنراتورها و توربو ژنراتور نشان داده می‌شود. در حقیقت، این دستگاه‌ها از منابع اصلی تولید صوت در کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی محسوب می‌شوند. همان‌طور که در بخش مقدمه ذکر گردید، به دلیل اهمیت موضوع آلودگی صوتی، امروزه مطالعات بسیاری در بخش پایش و کنترل آن صورت گرفته است؛ از جمله در پژوهشی که در ارتباط با کارخانه قند انجام شد، میزان آن معادل ۹۲/۶ دسی‌بل بود [۵]. همچنین در مطالعه‌ای که در ارتباط با بررسی اثر آلودگی صوتی در بین اپراتورهای ماشین‌کاری در شمال غربی نیجریه انجام شد، میزان آن تا حدودی مشابه با میانگین شدت صدا در تمامی بخش‌ها بیش از ۸۵ دسی‌بل بود [۲۲]. علاوه‌براین، در پژوهشی به ارزیابی آلودگی صوتی و کارایی کارکنان در کارخانه تولید پلاستیک در شهرستان بیرجند پرداخته شد. در این مطالعه تراز صدا معادل ۸۵/۵ دسی‌بل در خط تولید گزارش گردید [۵]. نتایج حاصل از پژوهش دیگری نشان دادند که بیشترین صدای تولیدشده در فضای داخلی و خارجی کارخانه‌های واقع در شهرک صنعتی کالیورات معادل ۸۹ دسی‌بل (A) می‌باشد [۱۶]. همچنین در مطالعه‌ای راه‌کارهایی به‌منظور کاهش آلودگی صوتی و ارتعاشات ناشی از کارکرد ماشین‌آلات صنعتی در تعدادی از کارخانجات ارائه گردید و به دنبال آن استفاده از انکر بولت در فونداسیون ماشین‌آلات ارتعاشی پیشنهاد شد [۱۷]. علاوه‌براین براساس یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهشی، متوسط تراز صوت در محوطه باز کارگاه صنعتی در محدوده ۹۲/۵۹-۰۴/۵۹ دسی‌بل به‌دست آمد [۱۷]. در این راستا در پژوهشی صدای یک مولد دیزلی با ظرفیت ۵۰۰ کیلووات در حالت بدون بار و بار ۱۰۰ درصد در فاصله یک متری از اگزوز مولدهای دیزلی بیشتر از حدود مجاز شغلی اندازه‌گیری گردید [۲۳]. به‌منظور کنترل آلودگی صوتی، استفاده مداوم از روش‌های سنجش صدا و معیارهای صوتی مذکور در این پژوهش به‌عنوان ابزاری مناسب جهت پایش، ارزیابی و کنترل آلودگی در مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی در طول سال‌های آینده توسط متخصصان مربوطه، بررسی انواع متفاوت پارامترهای سنجش صدا و امکان‌سنجی آن‌ها جهت استفاده در طبقه‌بندی نقاط آلوده کارخانجات و پهنه‌بندی آلودگی صوتی در سایر کارخانجات و صنایع با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پیشنهاد گردید.

قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از

مدیریت و کارکنان کارخانه شکر مجتمع کشت و صنعت دعبل خزاعی که در راستای انجام این پژوهش صمیمانه با پژوهشگران همکاری نمودند، اعلام می‌نمایند.

References

1. Chakraborty S, Jamatia A, Chakraborty S. Assessment of noise pollution and mitigation measures in BodHjungnagar industrial growth center: a case study. Int J Adv Res 2014; 2(8):496-501.
2. Tidau S, Briffa M. Anthropogenic noise pollution reverses grouping behavior in hermit crabs. Animal Behav 2019; 151:113-20.
3. Barbarescoa GQ, Reisa AV, Lopesa GD, Boaventuraa LP, Castroa AF, Vilanovaa TC, et al. Effects of environmental noise pollution on perceived stress and cortisol levels in street vendors. J Toxicol Environ Health A 2019; 82(5):331-7.
4. Rezazadeh M, Safaei A, Azizzadeh S. The study of noise pollution in the Khorramshahr oil mill. Proceedings of the first Environmental, Energy, and Clean Industry Experimental Conference, Tehran, Iran; 2013. P. 99-106 (Persian).
5. Markus T, Sanchez PP. Managing and regulating underwater noise pollution. Cham: Springer International Publishing AG; 2018.
6. Fada PO, Osisanya A. Effects of industrial noise pollution on the auditory performance and health Status of industrial workers in Oluyole Industrial Estate, Ibadan, Nigeria. Acad J Educ Res 2017; 5(6):92-100.
7. Ugbebor JN, Yorkor B. Assessment and evaluation of noise pollution levels in selected sawmill factories in Port Harcourt, Nigeria. Int J Emerg Technol 2015; 6(2):1-8.
8. Agbalagba EO, Akpata AN, Olali SA. Investigation of noise pollution levels of four selected sawmill factories in Delta State, Nigeria. Adv Appl Acoust 2013; 2(3):83-90.
9. Dehghan SF, Nassiri P, Monazzam MR, Aghaei HA, Moradirad R, Kafash ZH. Study on the noise assessment and control at a petrochemical company. Noise Vibration Worldwide 2013; 44(1):10-8.
10. Hameed A, Amjad S. Impact of office design on employees productivity: a case study of banking organizations of Abbottabad, Pakistan. J Pub Affairs Administ Manag 2009; 3(1):1-13.
11. Moshammer H, Panholzer J, Ulbing L, Udvarhelyi E, Ebenbauer B, Peter S. Acute effects of air pollution and noise from road traffic in a panel of young healthy adults. Int J Environ Res Pub Health 2019; 16(5):788.
12. Casas WJ, Cordeiro EP, Mello TC, Zannin PH. Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. J Sci Indust Res 2014; 73(4):262-6.
13. Aluclu I, Dalgic A, Toprak ZF. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial work places. Appl Ergon 2008; 39(3):368-78.
14. Hammer MS, Swinburn TK, Neitzel RL. Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response. Environ Health Perspect 2014; 122(2):115-9.
15. Shahid M, Kousar N, Ajaz M. Impact of industrial noise pollution on human health. Int J Core Eng Manag 2014; 1(6):17-28.
16. Islam K, Majumder S. Status of industrial noise levels and impact on workers' health: A case study of Kalurghat heavy industrial area in Bangladesh. Bangladesh Dev Res Center 2015; 3:48-56.
17. Mahdavi Adeli M, Rozbehi Babadi B. Reduction of noise pollution in industrial environments BY using an anchor bolt base in the foundation of vibrating machines. Proceedings of the International Conference on Engineering Sciences, UAE, Dubai; 2015. P. 181-91.
18. Keshtkar AA, Kabir MJ, Asghari S, Nedjat S, Etemadi A, Heshmat RA, et al. A study on noise-induced hearing loss in Agriculture and industry factory-Iran. Iran J Epidemiol 2005; 1(1):59-64 (Persian).
19. Jahanbin SH, Hashemi M. Providing effective strategies for noise pollution control in sugar factory of Farabi agro-industry co. by using the 3d-melbourn model. Proceedings of the First Regional Conference on Environment and Pollutants, Ahwaz, Iran; 2011. P. 96-100 (Persian).
20. Veisitabar A, Hemmat A, Mosaddeghi MR. Soil compaction assessment in sugarcane fields under

different planting conditions using soil bulk density, relative bulk density and cone index. J Water Soil Sci 2015; 19(72):93-106 (Persian).
21. Supplementary studies of the Khuzestan sugar cane industry development plan. Ahvaz: General Office of Environmental Protection of Khuzestan Province; 2011. P. 98 (Persian).
22. Adeyemi AJ, Yusuf SA, Zaki AA, Akujieze E. Effect of noise pollution among milling machine operators in north-west Nigeria Ademola. Progr Hum Comp Int 2018; 1(2):1-5.
23. Nassiri P, Farhang Dehghan S. Presenting a model for assessing the environmental and personal noise in a petrochemical plant. Iran Occup Health 2013; 10(1):23-32 (Persian).