

(Research Article)

Noise pollution assessment of the stone mine in the Basiran No-hunting Area, Fars

Fatemeh Nazari, Haniyeh Nowzari*

Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran

Revised: 2024/03/30, Accepted: 2024/07/23

Abstract

Mining activities often cause environmental problems, such as noise pollution, which can endanger ecosystems and human health. This research aimed to study the extent of noise pollution resulting from stone quarry activities in a protected area. For this purpose, sampling was carried out in three directions—north, south, and east—up to a distance of 1 km (11 stations in each direction) and in the west up to a distance of 470 m (5 stations) from the Qanbari stone quarry over one year, from October 2022 to September 2023, between 9:00 and 11:00 a.m. Noise levels were measured using a Cirrus sound level meter (model CR:303), with five samples collected from each station, totaling 2,280 samples. A comparison of the mean sound intensity levels in the four directions—north, south, east, and west—against the international standard limit for daily noise set by the WHO for protected areas (45 dB) showed that the mean sound intensity levels in all directions exceeded the standard limit, indicating noise pollution. Correlation analysis results revealed strong negative correlations between distance and noise, as well as between elevation and noise. In other words, as distance and/or elevation above sea level increased, sound levels decreased. Based on the findings of this study, which highlight the positive effect of geological features such as mountains in reducing noise, it is recommended that land barriers in the form of embankments and hills covered with plants capable of high noise absorption be constructed within a one-kilometer radius of the quarry. Additionally, due to the continuous noise pollution caused by mining activities in the heart of the Basiran no-hunting area, it is suggested that mining operations that disturb wildlife quietness be banned by the Department of Environment. This measure could help increase wildlife populations and enhance the potential of the area to be designated as a fourth-level protected area under the supervision of the Department of Environment.

Keywords: Noise pollution, Geological features, Stone quarry, Sound intensity level, Basiran no-hunting area.

pp. 1-14 (In Persian)

* Corresponding author E-mail: hnowzari@iauabadeh.ac.ir

بررسی آلودگی صوتی معدن سنگ در منطقه شکار-ممنوع بصیران، فارس

فاطمه نظری، هانیه نودری*

گروه محیط زیست، واحد آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، آباد، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۱، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۲

چکیده

فعالیت‌های معدن‌کاوی همواره باعث ایجاد مشکلات زیست‌محیطی از جمله آلودگی صوتی می‌شود که سلامت بوم‌سامانه و انسان را به خطر می‌اندازد. هدف این تحقیق بررسی دامنه آلودگی صوتی حاصل از فعالیت یک معدن سنگ در یک منطقه تحت حفاظت است. برای این منظور، نمونه‌برداری در سه جهت شمال، جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری (هر جهت ۱۱ ایستگاه) و غرب تا ۴۷۰ متری (۵ ایستگاه) معدن سنگ قنبری در طول یک سال از مهر ۱۴۰۱ تا شهریور ۱۴۰۲ طی ساعات ۹-۱۱ صبح با استفاده از دستگاه ترازسنج صدا سایروس الگو سی‌آر-۳۰۳ انجام می‌شود و در هر ایستگاه ۵ نمونه و در کل دوره ۲۲۸۰ نمونه برداشت می‌شود. مقایسه میانگین تراز شدت صوتی اندازه‌گیری‌شده در چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب معدن سنگ مورد مطالعه با حد استاندارد بین‌المللی صوتی روزانه در مناطق حفاظت‌شده از نظر سازمان بهداشت جهانی (۴۵ دسی‌بل) نشان می‌دهد که میانگین تراز شدت صوتی در هر چهار جهت از حد استاندارد بالاتر است و آلودگی صوتی در همه جهتها وجود دارد. نتایج بررسی همبستگی نشان می‌دهند که بین فاصله و صدا و نیز بین ارتفاع و صدا همبستگی منفی قوی در همه ماه‌های دوره بررسی یک‌ساله وجود دارد، بدین معنی که با افزایش فاصله از معدن و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، صدا کاهش می‌یابد. بنابراین، با توجه به نتایج این مطالعه در تأثیر مثبت عوارض زمین‌شناختی مانند کوه در کاهش صدا، ساخت موانع زمینی به صورت خاکریز و تپه با پوشش گیاهانی که قدرت بالایی در جذب صدا دارند در شعاع یک کیلومتری معدن توصیه می‌شود. همچنین، به دلیل آلودگی صوتی مداوم ناشی از فعالیت معدن در قلب منطقه شکار-ممنوع بصیران، پیشنهاد می‌شود از ادامه فعالیت این معدن که مخل آرامش حیات وحش در منطقه است، توسط سازمان حفاظت محیط زیست جلوگیری شود تا با افزایش جمعیت‌های حیات وحش، منطقه قابلیت ارتقا به یکی از مناطق چهارگانه تحت حفاظت سازمان را بیابد.

کلید واژه‌ها: آلودگی صوتی، عوارض زمین‌شناختی، معدن سنگ، تراز شدت صوتی، منطقه شکار-ممنوع بصیران.

۱. مقدمه

امواج ناخواسته‌ای که در شرایط مکانی و زمانی ویژه بر فعالیت موجودات زنده و انسان‌ها تأثیر می‌گذارند و می‌توانند عوارض متعدد جسمی و روحی ایجاد کنند، آلودگی صوتی نامیده می‌شوند [۱-۳].

شدت صوتی بر فعالیت، زادآوری، متابولیسم، تراکم و بقای جمعیت گونه‌ها و انسان‌ها اثرات غیرمستقیمی دارد [۴-۷]. آلودگی صوتی با فن‌آوری صنعتی رابطه مستقیم دارد و هم‌زمان با رشد و ارتقای فن‌آوری، مشکل صدا نیز ابعاد گسترده‌تری پیدا

می‌کند و باعث بروز مشکلات بیش‌تری می‌شود [۱]. معدن سنگ به‌جایی گفته می‌شود که در آن سنگ قواره، سنگ، سنگدانه، سنگ لاشه، ماسه، شن یا سنگ‌لوح از پوسته زمین توسط انسان استخراج می‌شوند [۸]. استخراج سنگ و فلزات از قدیم توسط انسان انجام شده است، اما امروزه با پیشرفت فن‌آوری و افزایش نیاز جامعه، معدن‌کاوی به‌قدری افزایش یافته است که باعث وقوع مشکلاتی از جمله تغییر شکل زمین می‌شود و نیز با انفجارات و حمل‌ونقل‌های بسیار، آلودگی صوتی در طبیعت ایجاد می‌شود [۹ و ۱۰] که این

* نویسنده پاسخگو: hnowzari@iaubadeh.ac.ir

تنش نوفه روی آستانه درد موش‌های صحرایی ماده نشان می‌دهد میانگین تراز فشار صوتی بالاتر از حد مجاز است [۱۴].

مطالعه محرک‌های تنش‌زای مختلف بر حافظه موش‌های صحرایی نر نشان می‌دهد تنش ملایم همراه با تنش صدا سبب کاهش یادگیری و حافظه در دوران نخست پس از تولد در آن‌ها می‌شود [۱۸].

بررسی صدای تولیدشده توسط ماشین‌آلات در یک معدن منطقه جنگلی در برزیل نشان می‌دهد نوفه‌ی استخراج از معدن می‌تواند باعث تغییراتی در پویایی زمانی و الگوهای روزانه صداهای حیوانات شود و تغییرات در رفتارها یا ترکیب گونه‌های جامعه را سبب شود [۱۹].

بررسی تأثیرات معدن‌کاوی روی فون^۳ حیات‌وحش در ناحیه ماردان^۴ و مُحمّد خَیبر^۵ پاکستان نشان می‌دهد که فشار معدن‌کاوی جانوران منطقه را به سمت انقراض می‌برد و حضور و سکونت انسان‌ها در منطقه معدن‌کاوی باعث تخریب و از دست دادن زیستگاه می‌شود [۲۰].

متأسفانه، بهره‌برداری معادن از کاربری‌های متداول در بسیاری از مناطق حفاظت‌شده کشور است که در طی دهه‌های گذشته مطالعاتی در زمینه آسیب‌های صوتی آن‌ها انجام نشده‌اند. هدف از این تحقیق مطالعه میزان امواج صوتی منتشره از فعالیت‌های معدن سنگ قنبری در منطقه شکار-ممنوع بصیران و مقایسه آن با حد استاندارد است که منطقه مذکور به دلیل دارا بودن گونه‌های نادر گیاهی و جانوری و زیستگاه‌های متنوع حائز اهمیت و ارزش است.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه شکار-ممنوع بصیران یک بوم‌سامانه استپی نیمه‌خشک است که در ۴ کیلومتری جنوب اقلید واقع است. این منطقه به علت وجود سه جامعه گیاهی درمنه دشتی، درمنه دشتی-طارون، درمنه دشتی-هزارخار و جانوران شاخص مانند کل و بز، قوچ و میش، پلنگ، شاهین و جغد کوچک مورد حفاظت قرار می‌گیرد.

مسئله باعث ترس و فرار بسیاری از گونه‌های جانوری و تهدید زیست‌بوم‌ها می‌شود [۱۱ و ۱۲].

مهاجرت بی‌موقع حیات‌وحش و پرندگان، سقط جنین، خونریزی گوش، بروز حالت پرخاشگرانه، کاهش شیر در حیوانات شیرده و کوتاه شدن طول عمر از جمله اثرات نوفه‌ی زیاد بر جانوران است و تنش ناشی از نوفه رفتارهای حیوان نظیر یادگیری، حافظه، اشتها و حتی ارتباطات اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۳ و ۱۴].

در این زمینه، مرور مطالعات انجام‌شده گذشته بر انسان‌ها مفید است. مثلاً بررسی وضعیت شنوایی کارگران یکی از معادن سنگ‌بری در استان کرمان نشان می‌دهد کاهش شنوایی ناشی از صدا در کارگران به‌عنوان یک مشکل بهداشتی جدی مطرح است و در مواردی هم کاهش شنوایی شدید است، بنابراین، اقدامات مهندسی مهار و انقیاد صدا ضروری است [۱۵].

بررسی آلودگی صوتی و اثرات آن بر سلامت کارگران در یکی از کارگاه‌های چوب‌بری شهرستان انزلی نشان می‌دهد میزان آلودگی صوتی بالاتر از ۸۵ دسی‌بل باعث بالا رفتن فشار خون کارکنان به دلیل افزایش تنش، ترشح آدرنالین و انقباض عروق می‌شود [۱۶].

مطالعه اثرات بهداشتی آلودگی صوتی در جامعه معدنی تارکوا^۱ غنا نشان می‌دهد همبستگی مثبت قوی بین امواج صوتی و اثرات مربوط به سلامتی شامل اختلال شنوایی، اختلالات خواب، تداخل در ارتباطات گفتاری، مشکلات قلبی عروقی، اختلال در سلامت روان، اختلال در عملکرد کاری، رفتار اجتماعی منفی و واکنش‌های آزاردهنده وجود دارد [۱۷].

بررسی آلودگی صوتی در صنعت استخراج سنگ در نزدیکی دهارواد^۲ هند نشان می‌دهد که نوفه‌ها، ناشنوایی و هم‌چنین تأثیرات مخرب فیزیولوژیکی و روان‌شناختی در پی دارند و چون هیچ دارویی برای درمان کم‌شنوایی وجود ندارد، پیشگیری از مواجهه، تنها راه‌حل ممکن است [۷]. هم‌چنین، مرور تحقیقات انجام‌شده گذشته بر حیوانات نیز مؤثر است. مثلاً بررسی اثرات

⁴ Mardan

⁵ Mohand Khyber

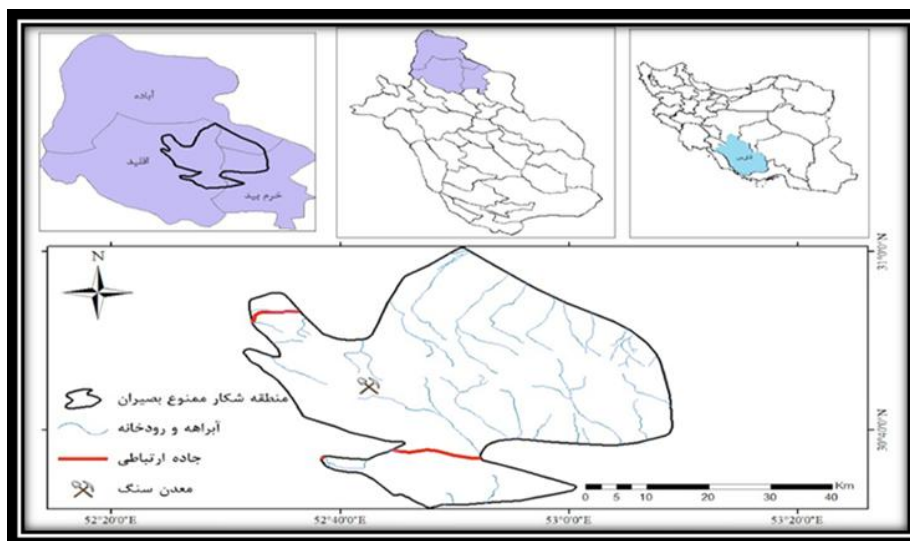
¹ Tarkwa

² Dharwad

³ Fauna

بنابراین، با توجه به اینکه در هر جهت ۱۱ ایستگاه نمونه‌برداری در نظر گرفته شده بود و ۵۵ نمونه برداشت شد (در جهت غرب به دلیل وجود کوه‌ها ۵ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد)؛ در هر ماه ۱۹۰ نمونه و در یک سال ۲۲۸۰ نمونه برداشت کردند. در ابتدا بهنجار بودن (نرمال بودن) توزیع فراوانی داده‌ها با آزمون نرمالیتی^۳ مورد بررسی قرار گرفت. سپس داده‌های به‌دست‌آمده از طریق آزمون تی تک نمونه‌ای^۴، آزمون تجزیه واریانس^۵ و همبستگی پیرسون^۶ با استفاده از نرم‌افزار اسپاس^۷ تجزیه و تحلیل شدند.

در این مطالعه، نمونه‌برداری طی یک دوره یک‌ساله از مهرماه ۱۴۰۱ تا شهریورماه ۱۴۰۲ در ساعات ۱۱-۹ صبح با استفاده از دستگاه ترازسنج‌صدا سایروس^۱ الگو سی‌آر:۳۰۳ و مقایسه با حد استاندارد بین‌المللی صوتی روزانه در مناطق حفاظت‌شده از نظر سازمان بهداشت جهانی (۴۵ دسی‌بل) انجام گرفت. ابتدا محدوده معدن سنگ قنبری را روی نقشه منطقه شکار-ممنوع بصیران



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی معدن سنگ قنبری در منطقه شکا، ممنوع بصیران و این منطقه در استان فارس و ایران

⁴ One sample t-test

جدول ۱ مقایسه میانگین $\pm$ انحراف معیار تراز شدت صوتی در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد از مهرماه ۱۴۰۱ تا شهریورماه ۱۴۰۲. (استاندارد صوتی ۴۵ دسی‌بل).

ماه	جهت	میانگین $\pm$ انحراف معیار	P-value	ماه	جهت	میانگین $\pm$ انحراف معیار	P-value
فروردین	شمال	51.87 ± 6.02	۰.۰۰۰**	مهر	شمال	38.22 ± 10.86	۰.۰۰۰**
	جنوب	73.87 ± 11.86	۰.۰۰۰**		جنوب	58.10 ± 15.17	۰.۰۰۰**
	شرق	66.53 ± 11.97	۰.۰۰۰**		شرق	59.66 ± 20.08	۰.۰۰۰**
	غرب	63.40 ± 11.15	۰.۰۰۰**		غرب	50.91 ± 14.55	۰.۰۰۵*
اردیبهشت	شمال	48.47 ± 6.46	۰.۰۰۰**	آبان	شمال	48.97 ± 5.50	۰.۰۰۰**
	جنوب	74.05 ± 11.28	۰.۰۰۰**		جنوب	63.95 ± 13.33	۰.۰۰۰**
	شرق	69.12 ± 12.65	۰.۰۰۰**		شرق	64.00 ± 17.80	۰.۰۰۰**
	غرب	59.90 ± 11.62	۰.۰۰۰**		غرب	55.37 ± 12.14	۰.۰۰۰**
خرداد	شمال	53.50 ± 6.43	۰.۰۰۰**	آذر	شمال	47.37 ± 5.37	۰.۰۰۲**
	جنوب	78.00 ± 8.74	۰.۰۰۰**		جنوب	62.01 ± 16.44	۰.۰۰۰**
	شرق	73.03 ± 13.15	۰.۰۰۰**		شرق	64.46 ± 17.77	۰.۰۰۰**
	غرب	58.45 ± 11.32	۰.۰۰۰**		غرب	57.36 ± 11.96	۰.۰۰۰**
تیر	شمال	47.29 ± 6.37	۰.۰۱۰**	دی	شمال	60.79 ± 9.43	۰.۰۰۰**
	جنوب	78.92 ± 8.62	۰.۰۰۰**		جنوب	73.59 ± 13.98	۰.۰۰۰**
	شرق	70.47 ± 12.62	۰.۰۰۰**		شرق	61.66 ± 16.18	۰.۰۰۰**
	غرب	61.05 ± 11.53	۰.۰۰۰**		غرب	60.06 ± 11.57	۰.۰۰۰**
مرداد	شمال	45.55 ± 8.77	۰.۶۴۱	بهمن	شمال	57.57 ± 7.17	۰.۰۰۰**
	جنوب	80.37 ± 8.21	۰.۰۰۰**		جنوب	71.74 ± 14.17	۰.۰۰۰**
	شرق	71.32 ± 12.91	۰.۰۰۰**		شرق	67.64 ± 14.00	۰.۰۰۰**
	غرب	58.37 ± 11.77	۰.۰۰۰**		غرب	57.82 ± 10.88	۰.۰۰۰**
شهریور	شمال	46.73 ± 6.26	۰.۰۴۵**	اسفند	شمال	55.82 ± 6.86	۰.۰۰۰**
	جنوب	83.14 ± 7.62	۰.۰۰۰**		جنوب	75.09 ± 14.19	۰.۰۰۰**
	شرق	69.34 ± 11.51	۰.۰۰۰**		شرق	70.82 ± 14.03	۰.۰۰۰**
	غرب	60.20 ± 12.17	۰.۰۰۰**		غرب	55.74 ± 10.43	۰.۰۰۰**

* سطح معنی‌داری ۹۵٪

** سطح معنی‌داری ۹۹٪

۳. نتایج

۳-۱. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای

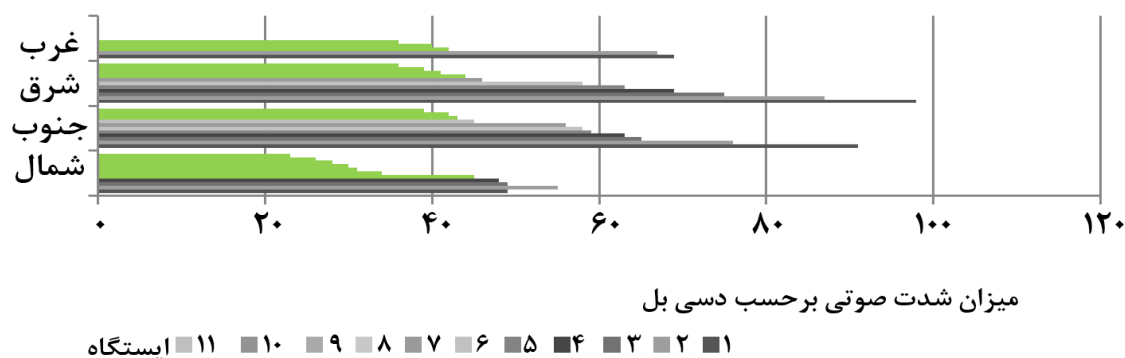
برای مقایسه میزان تراز شدت صوتی اندازه‌گیری‌شده با حد استاندارد ملی، از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شد و داده‌های به‌دست‌آمده با حد استاندارد بین‌المللی صوتی روزانه در مناطق حفاظت‌شده از نظر سازمان بهداشت جهانی (۴۵ دسی‌بل در روز) [۲۲] مقایسه شدند. مقایسه میانگین تراز شدت صوتی

اندازه‌گیری‌شده در چهار جهت مورد مطالعه در همه ماه‌ها از مهر ۱۴۰۱ تا شهریور ۱۴۰۲ با حد استاندارد صوتی نشان داد که میانگین تراز شدت صوتی در همه جهات مورد مطالعه در همه ماه‌ها از حد استاندارد بالاتر بود $P > 0.05$ ، به‌جز جهت شمال در مهر ۱۴۰۱ و مرداد ۱۴۰۲. بنابراین، در هر سه جهت شمال، جنوب و شرق معدن سنگ در همه ماه‌ها تا شعاع یک کیلومتری و در جهت غرب تا شعاع ۴۷۰

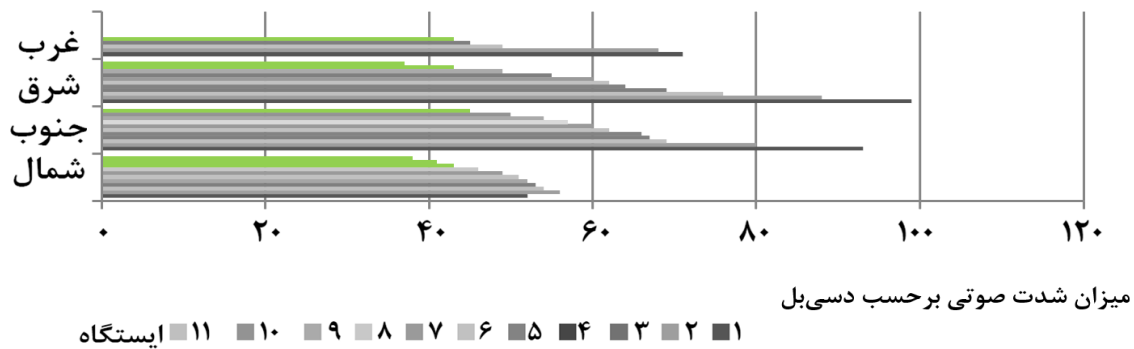
متری در طول دوره یکساله آلودگی صوتی وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری معدن سنگ با حد استاندارد نشان داد که در مهر ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۳۰۰ متری، در جهت جنوب تا ۷۰۰ متری، در جهت شرق تا ۶۰۰ متری و در جهت غرب تا ۴۰ متری (نمودار ۱)، در آبان ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۷۰۰ متری، در جهت جنوب تا ۹۰۰ متری، در جهت شرق تا ۸۰۰ متری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۲)، در آذر ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۶۰۰ متری، در جهت جنوب تا ۹۰۰ متری، در جهت شرق تا ۸۰۰ متری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۳)، در دی ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۹۰۰ متری، در جهت جنوب تا ۱ کیلومتری و در جهت شرق تا ۸۰۰ متری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۴)، در بهمن ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۹۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۵)، در اسفند ۱۴۰۱ در جهت شمال تا ۹۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۶)، در فروردین ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۸۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۴۷۰ متری (نمودار ۷)، در اردیبهشت ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۶۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و

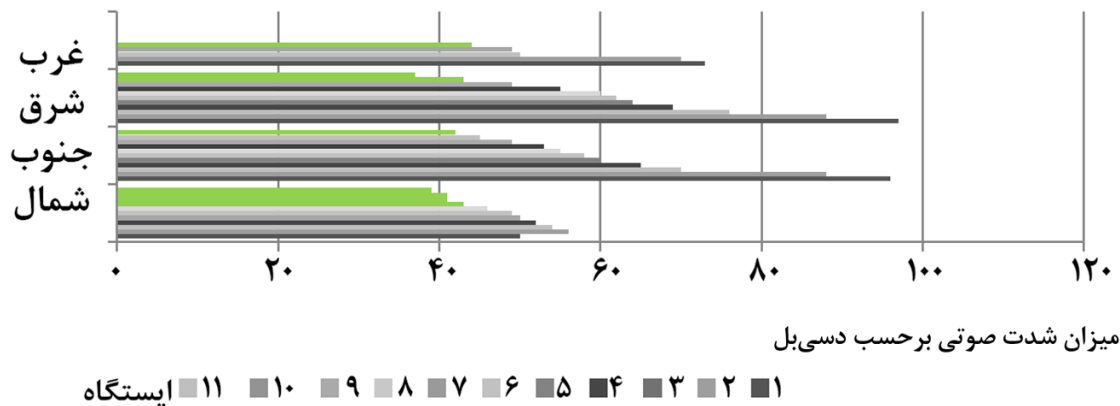
در جهت غرب تا ۴۷۰ متری (نمودار ۸)، در خرداد ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۸۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۹)، در تیر ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۵۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۴۷۰ متری (نمودار ۱۰)، در مرداد ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۴۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۳۷۰ متری (نمودار ۱۱)، در شهریور ۱۴۰۲ در جهت شمال تا ۶۰۰ متری، در جهت جنوب و شرق تا ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا ۴۷۰ متری (نمودار ۱۲)، میانگین صوتی بیش از حد استاندارد بود. بنابراین، این نتایج نشان داد که هرچه فاصله از معدن سنگ بیش تر شد، میانگین صدای دریافتی کم تر گردید. همچنین عوارض زمین‌شناختی که به صورت تپه‌ای انسان‌ساخت در لبه معدن در جهت شمال و به صورت کوهی پس از ایستگاه دوم در جهت غرب قرار داشتند، به خوبی در کاهش شعاع انتشار صوتی نسبت به دو جهت جنوب و شرق (که هیچ مانع یا عارضه طبیعی یا انسان‌ساخت نداشتند) مؤثر بودند. در نمودارهای ۱ تا ۱۲، میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ در هر ماه نشان داده شده است و ایستگاه‌هایی که در هر جهت میانگین صوتی کم تر از حد استاندارد داشتند، با رنگ سبز مشخص گردیدند.



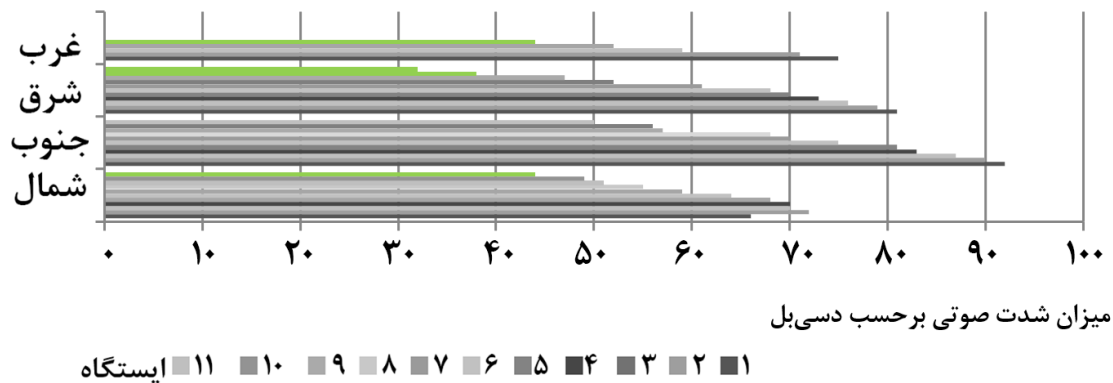
نمودار ۱ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در مهر ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



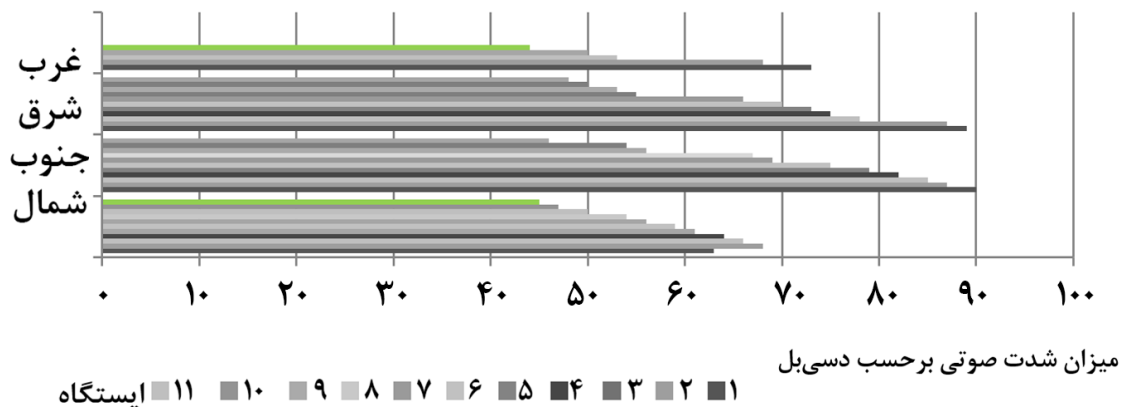
نمودار ۲ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در آبان ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



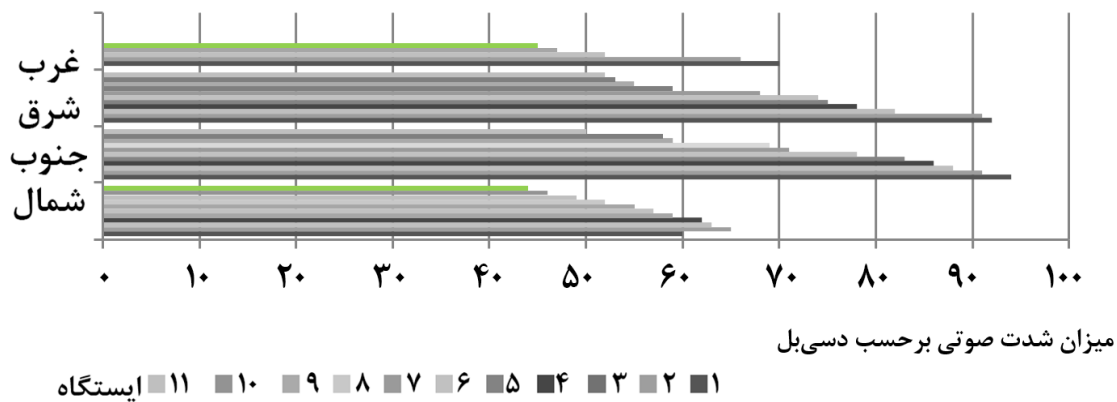
نمودار ۳ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در آذر ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



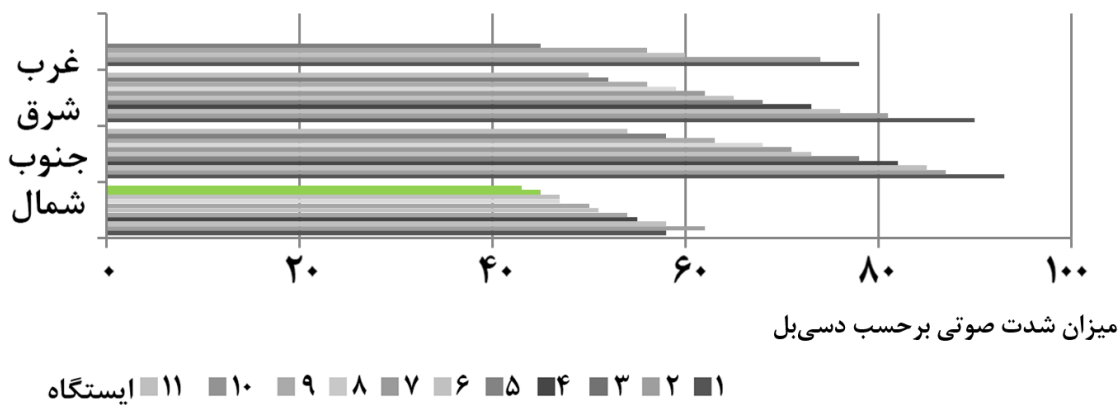
نمودار ۴ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در دی ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



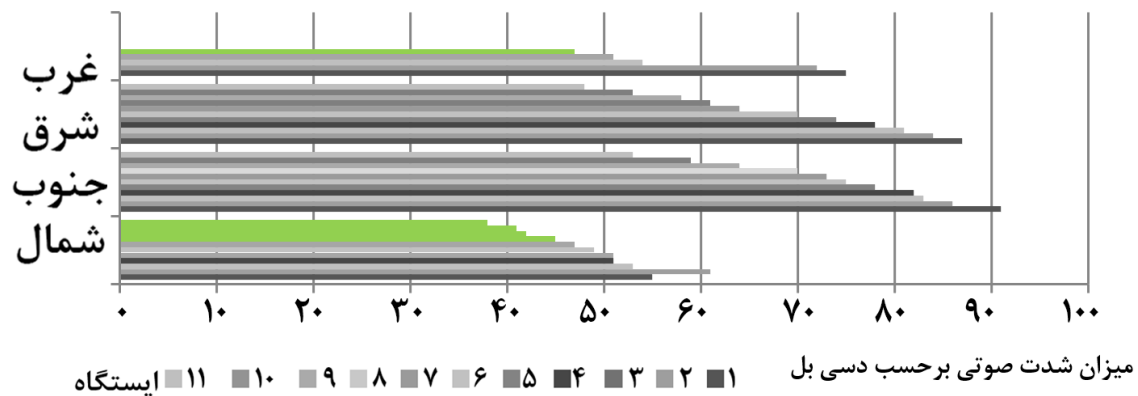
نمودار ۵ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در بهمن ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



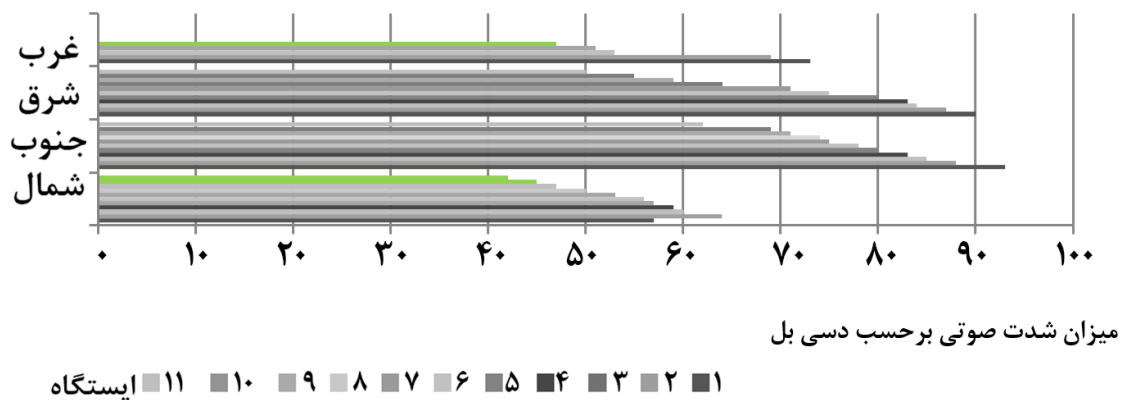
نمودار ۶ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در اسفند ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



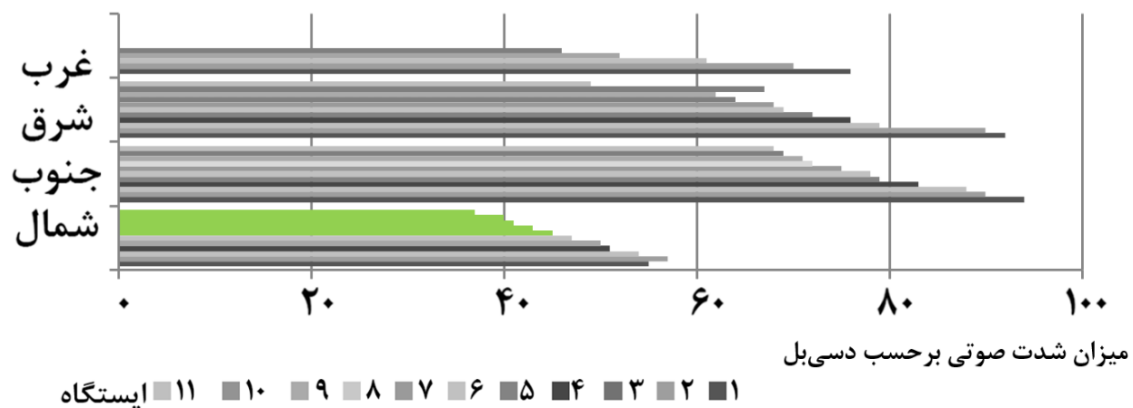
نمودار ۷ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در فروردین ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



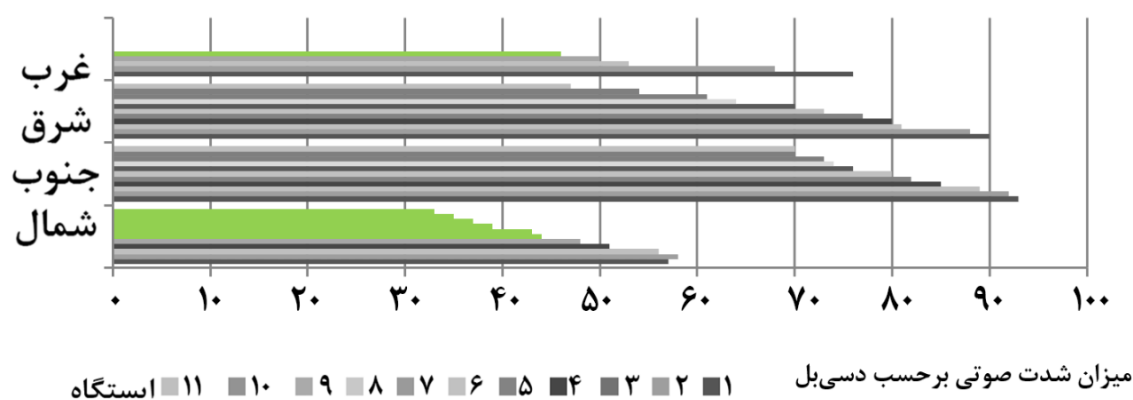
نمودار ۸ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در اردیبهشت ۱۴۰۲ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



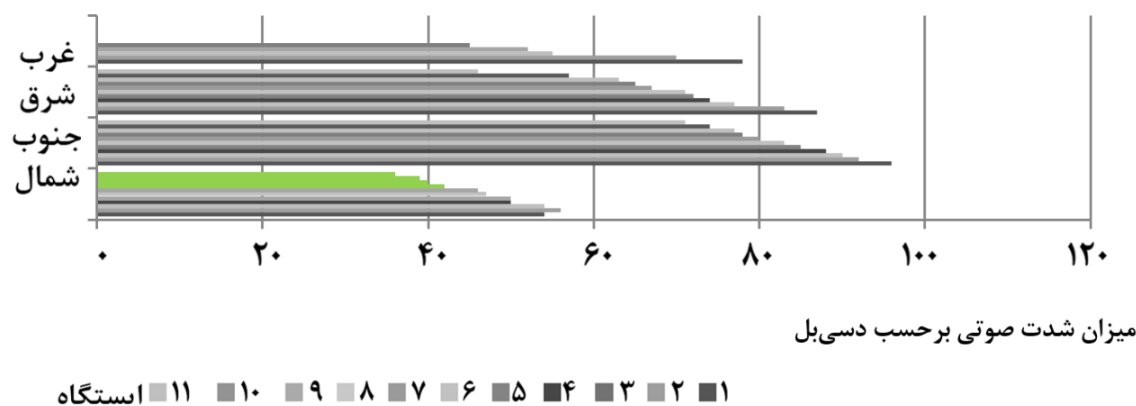
نمودار ۹ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در خرداد ۱۴۰۲ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



نمودار ۱۰ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در تیر ۱۴۰۱ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



نمودار ۱۱ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در مرداد ۱۴۰۲ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).



نمودار ۱۲ مقایسه میانگین تراز شدت صوتی در فواصل صد متری در چهار جهت معدن سنگ با حد استاندارد در شهریور ۱۴۰۲ (استاندارد صوتی ۴۵ دسی بل).

۲-۳. نتایج آزمون همبستگی

با توجه به بهنجار (نرمال) نبودن داده‌ها، از آزمون همبستگی اسپیرمن بین شبه‌سنج‌های (پارامترهای) اندازه‌گیری شده استفاده شد. نتایج ماتریس همبستگی نشان دادند که بین فاصله و صدا همبستگی منفی معنی‌دار در سطح ۹۹٪ در همه ماه‌های دوره بررسی یک‌ساله (مهر ۱۴۰۱ تا شهریور ۱۴۰۲) وجود داشت؛ بدین معنا که با افزایش فاصله از معدن، صدا کاهش یافت. همچنین، بین ارتفاع و صدا همبستگی منفی معنی‌دار در سطح ۹۹٪ در همه ماه‌های دوره بررسی یک‌ساله وجود داشت؛ بدین معنا که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، صدا کاهش یافت (به جز دی ۱۴۰۱) (جدول ۲). بنابراین، با افزایش فاصله از معدن و افزایش ارتفاع از سطح دریا، مقدار صدای دریافتی کاهش یافت.

۳-۳. نتایج آزمون تجزیه واریانس

همچنین، مقایسه میانگین تراز شدت صوتی اندازه‌گیری شده بین همه ایستگاه‌ها در چهار جهت در هر ماه نشان داد که در چهار جهت بین همه ایستگاه‌ها از نظر میزان صوتی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بنابراین، این نتایج نشان دادند که از لبه معدن تا فاصله ۱ کیلومتری در سه جهت شمال، جنوب و شرق و تا فاصله ۴۷۰ متری در جهت غرب، صدا به‌طور معنی‌داری در هر ۱۰۰ متر کاهش یافت (به جز ایستگاه دوم در جهت شمال که نسبت به ایستگاه اول، صدا افزایش یافت).

مواد)، کامیون تریلر (جهت بارگیری) و غلتک (هموار کردن خاک) بود که تمام این عملیات‌ها و تجهیزات منجر به دامنه انتشار ۱ کیلومتری صدای بیش از حد مجاز استاندارد (در غرب تا حدود نیم کیلومتری) گردید.

نتایج این پژوهش با مطالعه رنجبر و همکاران [۲۳] و ابراهیم‌زاده و درویشی [۱۵] که اعلام کردند نوفه در معادن زغال‌سنگ و سنگبری بالاتر از میزان استاندارد بود و با مطالعه هب‌ال کادادوارو [۷] که اعلام کردند سنگ‌شکنی و انفجار سنگ منجر به صدای بالاتر از حد استاندارد شد، مطابقت داشت.

دلیل این امر وجود تپه‌ای انسان‌ساخت در لبه معدن در این جهت بود. اما، چون پس از ایستگاه دوم هیچ مانع صوتی دیگری با فاصله گرفتن از معدن در این جهت وجود نداشت، روند کاهشی در هر ۱۰۰ متر به‌طور معنی‌داری ادامه یافت.

۴. بحث

عملیات استخراج روباز معدن سنگ شامل انفجار، سیم‌ماسه برش، دستگاه سیم برش (برش اولیه سنگ)، بولدوزر (جابجایی حجم عظیمی از شن و ماسه)، لودر (جهت بارگیری)، دریل (سوراخ کردن سنگ برای فرآیند انفجار)، بیل مکانیکی (حمل

جدول ۲ ماتریس همبستگی اسپیرمن بین شبه‌سنج‌های اندازه‌گیری‌شده در معدن سنگ از مهرماه ۱۴۰۱ تا شهریورماه ۱۴۰۲.

ماه	ارتفاع	صدا	فاصله
فروردین	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۷۸۵**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
اردیبهشت	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۷۳۰**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
خرداد	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۷۹۱**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
تیر	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۷۸۷**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
مرداد	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۷۲۴**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
شهریور	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۶۵۲**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱
مهر	فاصله	۱	۱
	صدا		-۰٫۶۷۹**
	ارتفاع		-۰٫۱۱۱

جدول ۲ ماتریس همبستگی اسپیرمن بین شبه‌سنج‌های اندازه‌گیری‌شده در معدن سنگ از مهرماه ۱۴۰۱ تا شهریورماه ۱۴۰۲.

ماه		ارتفاع	صدا	فاصله
آبان	فاصله			۱
	صدا		۱	-۰٫۶۰۴**
	ارتفاع	۱	-۰٫۵۳۹**	-۰٫۱۱۱
آذر	فاصله			۱
	صدا		۱	-۰٫۵۳۷**
	ارتفاع	۱	-۰٫۵۴۲**	-۰٫۱۱۱
دی	فاصله			۱
	صدا		۱	-۰٫۵۲۶**
	ارتفاع	۱	-۰٫۵۵۲**	-۰٫۱۱۱
بهمن	فاصله			۱
	صدا		۱	-۰٫۵۰۸**
	ارتفاع	۱	-۰٫۵۷۱**	-۰٫۱۱۱
اسفند	فاصله			۱
	صدا		۱	-۰٫۴۵۷**
	ارتفاع	۱	-۰٫۵۲۳**	-۰٫۱۱۱

** سطح معنی‌داری ۹۹٪

* سطح معنی‌داری ۹۵٪

بین‌المللی حد مجاز انتشار صوتی ۴۵ دسی‌بل را در مناطق حفاظت شده پیشنهاد نموده است.

براساس نتایج این پژوهش، طی بررسی یکساله از مهر ۱۴۰۱ تا شهریور ۱۴۰۲ در سه جهت شمال، جنوب و شرق تا فاصله ۱ کیلومتری و در جهت غرب تا فاصله ۴۷۰ متری میانگین تراز شدت صوتی از حد استاندارد بین‌المللی (۴۵ دسی‌بل) بالاتر بوده و آلودگی صوتی در همه ماه‌ها وجود دارد.

همچنین، هر چه فاصله از معدن سنگ بیش‌تر شود (با افزایش هر ۱۰۰ متر فاصله) میانگین تراز شدت صوتی دریافتی قویاً کم‌تر می‌شود و عوارض زمین‌شناختی که به صورت تپه انسان‌ساخت در لبه معدن در جهت شمال و به صورت کوه در جهت غرب بوده (نسبت به دو جهت جنوب و شرق که هیچ عارضه طبیعی یا انسان‌ساخت ندارند) در کاهش شعاع انتشار امواج صوتی موثر بوده‌اند.

همچنین، نتایج این پژوهش با مطالعه نحوی [۲۴] و پژوهش حامی و خدایاری [۲۵] که اعلام کردند تأثیرات آلودگی صوتی ناشی از معدن‌کاوی در درازمدت اثرات سوء و غیرقابل جبرانی را برجا گذاشت و در مناطق استپی فقدان درختان باعث انتشار وسیع صوتی گردید، مطابقت داشتند.

۵. نتیجه‌گیری

آلودگی صوتی به عنوان یکی از مهم‌ترین آلودگی‌های زیست‌محیطی در جهان معرفی شده است. این پژوهش میزان آلودگی صوتی ناشی از فعالیت معدن سنگ را در یک منطقه شکار-ممنوع بررسی کرده و دامنه برهم‌زننده آرامش صوتی آن را در بوم‌سامانه مذکور مشخص نموده است. همچنین، با توجه به اینکه هیچ استاندارد ملی برای امواج صوتی در مناطق حفاظت‌شده وجود ندارد، این تحقیق براساس استانداردهای

فهرست منابع

- [1] M. Dabiri, S. BashiriBad, "Environmental Pollution (Air, Water, Soil, Sound)", Etihad Publication, Second Edition, 375 pp., 2013, (In Persian).
- [2] M. Barkhordari Naghani, M. Rahimi, A. Fatahi, M. Yarhosseini, "Sound", The Second National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, pp. 1-14, 2013. (In Persian).
- [3] U. Pudjowati, B. Yanuwiyadi, R. Sulistiono, "Estimation of noise reduction by different vegetation type as a noise barrier: A survey in highway along Waru - Sidoarjo in East Java, Indonesia", International Journal of Engineering and Science, vol. 2, no. 11, pp. 20-25, 2013.
- [4] M. Shafei, "Noise pollution and its environmental effects", The Third National Conference of Environmental and Agricultural Researches of Iran, Hamadan, pp. 1-7, 2014, (In Persian).
- [5] M. Keshtkar, R. Sayahnia, "Ecological security monitoring of Isfahan city with the approach of ecosystem services", Journal of Geography and Environmental Sustainability, vol. 10, no. 37, pp. 91, 2019, (In Persian).
- [6] C. Francis, J. Barber, "A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority", Frontiers in Ecology and the Environment, vol. 11, no. 6, pp. 305-313, 2013.
- [7] S. Hebbal, G. Kadadevaru, "A study on noise pollution at stone quarrying industry near Dharwad", International Journal of Advanced Research, vol. 5, no. 8, pp. 1002-1005, 2017.
- [8] L. Subashini, M. Aswathi, "Assessment of noise pollution in limestone mines", International Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. 119, pp. 8791-8802, 2018.
- [9] V. Rahdari, A. Sufianian, S. Maliki, "Environmental effects of development Mines in Mote Ba Wildlife Sanctuary use of remote sensing systems and geographical information (GIS)", The seventh Conference Safety, Health and Environment in Mines and Mining Industries, Kerman. pp. 1-10, 2015, (In Persian).
- [10] A. Najaei, R. Elmi, "On the investigation of environmental pollution in mines", The Third National Conference of Findings New in Agricultural Sciences, Environment and Sustainable Natural Resources, pp. 1-10, 2018, (In Persian).

عملیات‌های اکتشاف، استخراج و فرآوری توسط سیم الماسه برش، دستگاه سیم برش، بولدوزر، لودر، دریل، بیل مکانیکی، کامیون تریلر و غلتک منجر به دامنه انتشار ۱ کیلومتری صدای بیش از حد مجاز (در غرب تا حدود نیم کیلومتری) می‌شوند. از طرف دیگر، بین فاصله از معدن و صدا و نیز بین ارتفاع از سطح دریا و صدا همبستگی قوی در طول دوره بررسی یکساله وجود دارد و با افزایش فاصله از معدن و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، صدای دریافتی کاهش می‌یابد که این تقلیل در اثر جذب بخشی از صدا بوسیله مولکول‌های هوا و عوارض زمین‌شناختی طبیعی و مصنوعی می‌باشد.

بنابراین، با توجه به نتایج این مطالعه در تاثیر مثبت عوارض زمین‌شناختی مانند کوه در کاهش صدا، ساخت موانع زمینی به صورت خاکریز و تپه با پوشش گیاهانی که قدرت بالایی در جذب صدا دارند در شعاع یک کیلومتری معدن توصیه می‌گردد. با توجه به نتایج این مطالعه مبنی بر آلودگی صوتی مداوم ناشی از فعالیت معدن در قلب منطقه شکار-ممنوع بصیران، پیشنهاد می‌گردد از ادامه فعالیت این معدن که مخل آرامش حیات وحش در منطقه است توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست جلوگیری گردد تا با افزایش جمعیت‌های حیات‌وحش، منطقه قابلیت ارتقا به یکی از مناطق چهارگانه تحت حفاظت سازمان را بیابد.

تقدیر و تشکر

از اداره محیط زیست آباد و محیط‌بانان منطقه شکار-ممنوع بصیران صمیمانه قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

این مطالعه تضاد منافع ندارد.

- learning in the first period after birth of male rats", Journal of Babol Medical Sciences, vol. 2, pp. 13-18, 2009 (In Persian).
- [19] M. Duarte, R. Sousa-Lima, R. Young, A. Farina, M. Vasconcelos, M. Rodrigues, N. Pieretti, "The impact of noise from open-cast mining on Atlantic forest biophony", Journal of Biological Conservation, vol. 191, pp. 623-631, 2015.
- [20] G. Rehman, I. Khattak, M. Hamayun, A. Rahman, M. Haseeb, M. Umar, A. Ali, S. Iftikhar, W. A. Shams, R. Pervaiz, "Impacts of mining on local fauna of wildlife in District Mardan & District Mohmand Khyber Pakhtunkhwa Pakistan", Brazilian Journal of Biology, vol. 84, pp. 1-11, 2021.
- [21] H. Nowzari, "Identification and determination of distribution of mammals and birds in Basiran and Darehbagh No-hunting Areas, Fars", Journal of Animal Biology, vol. 6, no. 3, pp. 91-104, 2014 (In Persian).
- [22] WHO, "Global health risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks", p. 23, 2009.
- [23] T. Ranjbar, M. Musapour, A. Nik Nafs, "Investigation of noise pollution and its physiological effects on the coal mine workers of Hajdak, Kerman", The 7th Safety, Health and Environment Conference in Mines and Mineral Industries of Kerman, pp. 1-9, 2016, (In Persian).
- [24] M. Nahvi, "Study of noise pollution of drilling equipment in mines and computing their permitted distance to the work place", The National Conference of Geological Survey and Resource Discovery, Shiraz, pp. 1-5, 2013, (In Persian).
- [25] A. Hami, N. Khodayari, "The performance of plants in mitigating the effects of noise pollution with an emphasis on visual characteristics", Journal of Man and Environment, vol.19, no. 1, pp. 51-65, 2021 (In Persian)
- [11] A. Mohammadfam, A. Ghazizadeh, "Review epidemiology of traffic accidents leading to death in Tehran province in 1999", Kurdistan Journal of Medical Sciences, vol. 6, no. 3, pp. 35-40, 2017. (In Persian).
- [12] B. Qasim Shirazi, "Environmental and health effects of uranium mining", The Second International Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Planning, Environment and Horizons of Islamic Art in the Statement of the Second Step of the Revolution. pp. 1-6, 2023, (In Persian).
- [13] F. Shabani, S. Hashemi, "Effects of noise pollution on living beings", The First National Conference and Specialized Exhibition of Environment, Energy and Clean Industry, Tehran, pp.2-8, 2013 (In Persian).
- [14] A. Sarkaki, H. Kameli, M. Moradi Birgani, "Study the effects of noise stress on the acute pain threshold of adult female rats", Jundishapour Journal of Medical Sciences, vol. 28, pp. 25-30, 2000 (In Persian).
- [15] M. Ebrahimzadeh, A. Darvishi, "Investigating the hearing status and factors influencing it in the workers of one of the central mines of the country", Zanko Medical Sciences Journal, vol. 16, no. 48, pp. 32-41, 2014 (In Persian).
- [16] R. Taghipour, H. Karimzadegan, S. Abbasi, "Investigating noise pollution and its effects on the health (blood pressure) of workers of sawmills in Anzali city", The 7th Annual National Congress of New Findings in Agricultural Sciences and Natural Resources, Environment and Tourism, pp.1-9, 2022, (In Persian).
- [17] P. Baffoe, A. Duker, E. Senkyire-Kwarteng, "Assessment of health impacts of noise pollution in the Tarkwa mining community of Ghana using noise mapping techniques", Global Health Journal, vol. 6, pp. 19-29, 2022.
- [18] R. Qalamqash, Z. Zaker Mamedof Bahrami, H. Eshairi, "Comparison of mild stress with sound stress on memory