Archive of SID

بررسی اثر آزردگی ناشی از مواجهه با صدا بر اختلال خواب شاغلین نیروگاه بادی منجیل

میلاد عباسی[۱] – محمدرضامنظم اسماعیل پور[۲]* – آرش اکبر زاده[۳] – سید ابوالفضل ذاکریان[۴] – محمدحسین ابراهیمی[۵]

mmonazzam@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش:۹۴/۴/۲۳

چکیده

مقدمه: نصب توربین‌های بادی در مناطق مسکونی به دلیل داشتن صدایی با ویژگی‌های منحصر به‌فرد، موجب آزردگی افراد ناشی از مواجهه با صدا می‌گردد. این آزردگی می‌تواند خطر ابتلا به مشکلات مربوط به سلامت و اختلال خواب را افزایش دهد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر آزردگی ناشی از مواجهه با صدا بر اختلال خواب شاغلین نیروگاه بادی منجیل انجام گردید.

روش کار: جهت انجام این مطالعه کل شاغلین نیروگاه بادی منجیل در سه گروه تعمیرات، حراست و اداری مورد بررسی قرار گرفته و تراز معادل صوت برای هرکدام از گروه‌ها با استفاده از روش پایه - وظیفه بر اساس روش استاندارد ISO 9612 اندازه گیری شد. اطلاعات مربوط به آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب افراد به‌ترتیب با استفاده از روش استاندارد ISO1566 و پرسش‌نامه اختلال خواب Epworth تعیین گردید. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار R مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: نتایج آزمون آنالیز واریانس و کروسکال - والیس به‌ترتیب نشان دادند که آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب در بین گروه‌های شغلی، سنی و سابقه کاری متفاوت‌اند. براساس نتایج این مطالعه آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب دارای ارتباط معناداری هستند به‌طوری‌که با صرف نظر از اثر سایر متغیرها می‌توان اظهار کرد که افزایش هر واحد آزردگی ناشی از صدا به میزان ۰/۲۶ بر اختلال خواب می‌افزاید.

نتیجه گیری: در این مطالعه افرادی که آزردگی بیشتری داشتند، اختلال خواب بیشتری را بیان کردند. بنابراین علاوه بر اثرات مستقیم صدا بر روی اختلال خواب، صدا از طریق ایجاد آزردگی به‌طور غیرمستقیم موجب تشدید اختلال خواب در افراد می‌گردد.

کلمات کلیدی: *اختلال خواب، آزردگی ناشی از صدا، مواجهه با صدا، توربین‌های بادی*

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران
۳- کارشناس ارشد، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توربین‌های بادی جزء تکنولوژی‌های جدید تولید انرژی الکتریکی هستند که مزایای زیادی دارند، از این رو در مقیاس وسیع مورد استفاده قرار گرفته اند (Hall *et al.,* 2012). این درحالی است که ساکنین اطراف توربین‌های بادی دارای نگرشی منفی نسبت به توربین‌های بادی می‌باشند (Tickell *et al.,* 2006) چرا که نصب توربین‌های بادی در مناطق مسکونی به دلیل داشتن صدایی با ویژگی‌های منحصر به‌فردی از قبیل فرکانس پایین (Bolin *et al.,* 2011)، نوسان دامنه (Lee *et al.,* 2011) و ضربه‌ای بودن (van den Berg *et al.,* 2004) ممکن است موجب آزردگی ناشی از صدا و مشکلات مربوط به سلامت و رفاه عمومی ساکنین اطراف آن شود (Pedersen *etal.,*2009; Pedersen *et al.,* 2007). صدای ناشی از توربین‌های بادی نسبت به سایر منابع تولید کننده صوت آزاردهنده تر می‌باشد و شروع آزاردهندگی آن از تراز صوت بسیار پایین‌تر است (Pedersen *et al.,* 2004; Janssen *et al.,* 2011). آزردگی ناشی از توربین‌های بادی به دلیل نگرش منفی ساکنین اطراف نیروگاه‌های بادی نسبت به توربین‌های بادی و نیز ویژگی‌های فردی افراد از قبیل حساسیت صوتی آن‌ها به‌وجود می‌آید (Wolsink 2007; Bakker *et al.,* 2012). عوامل دیگری از قبیل اثرات بینایی و رنگ توربین‌های بادی نیز از عوامل تاثیرگذار بر میزان آزردگی ناشی از صدا می‌باشند (Bakker *et al.,* 2012; Iachini *et al.,* 2012; Maffei *et al.,* 2013). نتایج مطالعه Waye در سال ۲۰۰۲ نشان می‌دهد که افراد ذینفع در تراز مواجهه برابر میزان آزردگی ناشی از صدای کمتری را تجربه می‌کنند (Waye and Ohrstrom, 2002). براساس یافته‌های سازمان جهانی بهداشت، آزردگی ناشی از صدا دارای اثرات مضر و ناخوشایندی بر کیفیت زندگی مرتبط با سلامت می‌باشد (WHO, 2000). به‌علاوه آزردگی ناشی از صدا در افراد مسن نسبت به افراد جوان که در مواجهه با صدای ناشی از توربین‌ها هستند بیشتر است (WHO, 1999). آزردگی ناشی از صدا دارای اثرات متقابل بر پریشانی روانی و اختلا ل خواب است (Bakker *et al.,* 2012; Stansfeld and Clark, 2011). Nissenbaum در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ نشان داد افرادی که در نزدیکی توربین‌های بادی زندگی می‌کنند دارای درجاتی از اختلال خواب است (Nissenbaum *et al.,* 2011). هم‌چنین محققان در یک تحقیق در سال ۲۰۱۳ وجود ارتباط معنی داری بین اختلال خواب و فاصله ساکنین از توربین‌های بادی را نشان داده‌اند (SORCPP, 2013). مطالعه Bakker در سال ۲۰۱۲ نشان داد افرادی که در نزدیکی توربین‌های بادی زندگی می‌کنند در معرض خطر آزردگی ناشی از صدا هستند که این می‌تواند بر خواب آنان تاثیر منفی بگذارد (Bakker *et al.,* 2012). با توجه به مطالعات ذکر شده می‌توان اظهار کرد که صدای محیطی از عوامل خطرزای تاثیر گذار بر آزردگی ناشی از صدای افراد می‌باشد و از این طریق می‌تواند موجب اختلال در خواب آن‌ها گردد. مطالعات انجام شده در این زمینه تنها جامعه ساکن در اطراف توربین‌های بادی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. از این رو تمرکز مطالعه حاضر برروی شاغلین نیروگاه‌های بادی است که از نقاط قوت این مطالعه به حساب می‌آید، چراکه این افراد مواجهه صوتی بیشتری دارند و با توجه به تفاوت‌های موجود بین جامعه و شاغلین، میزان آزردگی ناشی از صدا و اثرات زیان بار ناشی از آن در آن‌ها متفاوت است و تاکنون مطالعه منتشر شده‌ای مرتبط با آن یافت نشده است. از این رو مطالعه حاضر با هدف بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب در میان کارکنان نیروگاه بادی منجیل انجام شده است.

روش کار

این مطالعه مقطعی و توصیفی - تحلیلی در نیروگاه بادی شهر منجیل به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد شاغلین و هم‌چنین بیشترین تعداد توربین‌ها در سطح کشور ایران انجام شد. تمام افراد شاغل در این نیروگاه به‌صورت سرشماری انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. این افراد باتوجه به نوع شغل و فاصله آن‌ها نسبت به توربین‌های بادی به سه گروه شغلی تعمیرکاران، نگه‌بانان و کارکنان اداری تقسیم شدند.

افراد مورد مطالعه

وظیفه تعمیرکاران حفظ، نگه‌داری و تعمیرات توربین‌های بادی است و به این دلیل همواره در مجاورت توربین‌ها و در قسمت‌های پر صدای آن یعنی در داخل بدنه توربین مشغول به کار هستند.

افراد شاغل در گروه حراست، مسوولیت نگه‌بانی نیروگاه را برعهده دارند. این افراد در شیفت‌های گردشی و در ایستگاه نگه‌بانی مشغول به کارند. محل انجام وظیفه این افراد غالبا در ایستگاه نگه‌بانی است که توربین‌های بادی در اطراف آن قرار دارند و در مواردی در محل نیروگاه به بازرسی کل سایت می‌پردازند. این افراد نسبت به نگه‌بانان در فاصله دورتری از توربین‌های بادی قرار دارند و صدای کمتری را دریافت می‌کنند.

کارکنان اداری به‌دلیل نوع وظایف آن‌ها که رسیدگی به امور اداری و مالی است، همواره در داخل ساختمان اداری که در فاصله دورتری از توربین‌های بادی قرار دارد در شیفت‌های ۸ ساعته مشغول به کارند.

در این مطالعه با توجه به تعداد کم افراد، شرایط ورود به مطالعه برای افراد کنترل نشد و تمام افراد شاغل درنیروگاه به‌صورت سرشماری مورد مطالعه قرار گرفتند.

اندازه گیری صدا

میزان مواجهه شغلی افراد بر حسب تراز معادل ۸ ساعته، در هرگروه شغلی براساس استاندارد ISO 9612:2009 اندازه گیری شد (ISO 9612 2009). در تعمیم نتایج مواجهه شغلی، مشابهت فرایند کاری در مشاغل مختلف مد نظر قرار گرفت. هم‌چنین در محل‌هایی که افراد بیشترین زمان فعالیت خود را در آن‌جا حضور داشتند، جهت به‌دست آوردن اطلاعاتی در مورد طیف فرکانسی صدا در این محل‌ها با استفاده از دستگاه صدا سنج آنالیزور دار کالیبره شده مدل TES 1358، آنالیز صدا در فرکانس‌های اوکتاو باند انجام گردید.

پرسش‌نامه‌ها

ابزارهای گردآوری داده‌ها در این پژوهش شامل یک پرسش‌نامه عمومی جهت اندازه گیری متغیرهای زمینه‌ای و دموگرافیکی و دو پرسش‌نامه تخصصی و استاندارد شده شامل مقیاس آزردگی ناشی از صدا و پرسش‌نامه اختلال خواب ایپورث به‌ترتیب جهت به‌دست آوردن اطلاعاتی در زمینه آزردگی ناشی از صدا و میزان خوآب آلودگی روزانه افراد بود که توضیح مختصر مربوط به این ابزارها در ادامه آمده است. جهت تکمیل پرسش‌نامه‌های مذکور جلسه توجیهی با حضور افراد جامعه مورد مطالعه تشکیل و در این جلسه اهداف مطالعه و نحوه تکمیل پرسش‌نامه برای افراد حاضر در جلسه توضیح داده شد. پس ازآن پرسش‌نامه‌ها در

www.SID.ir

Archive of SID

اختیار افراد قرار داده شد و افراد داوطلب شرکت در مطالعه، پس از تکمیل پرسش‌نامه آن‌ها را بازگرداندند.

مقیاس آزردگی ناشی از صدا (noise annoyance scale)

آزردگی ناشی از صدا براساس پرسش‌نامه "آکوستیک - ارزیابی آزاردهندگی صوت با استفاده از ممیزی اجتماعی و اجتماعی-آکوستیکی" تعیین گردید (ISO/TS 15666, 2003). این مقیاس اعداد ۰ تا ۱۰ را در برمی گیرد که صفر بیانگر عدم آزردگی و عدد ۱۰ نیز آزردگی بیش از حد را نشان می‌دهد. چنان‌چه پاسخ شاغلین در محدوده ۲-۰، ۴-۲، ۶-۴، ۸-۶ یا ۱۰-۸ قرار گیرد، به‌ترتیب بیانگر عدم آزردگی، آزردگی خفیف، آزردگی متوسط، آزردگی زیاد و آزردگی بیش از حد می‌باشد. شکل ۱ مقیاس آزردگی صوتی مورد استفاده در مطالعه را نشان می‌دهد.

پرسش‌نامه اختلال ایپورث (Epworth sleepiness scale)

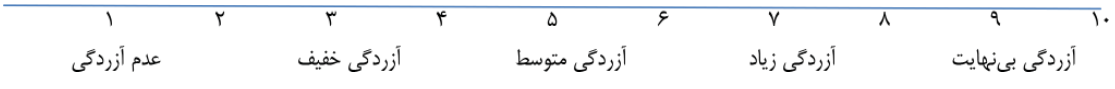
در پرسش‌نامه اختلال خواب، میزان خواب آلودگی و احتمال به خواب رفتن در طی فعالیت‌های مختلف روزانه بررسی می‌شود. این پرسش‌نامه شامل ۸ سوال است که در آن فرد میزان خواب آلودگی خود را در شرایط مختلف زندگی روزانه با اعداد صفر تا ۳ بیان می‌کند که عدد ۳ نشان دهنده خواب آلودگی زیاد و صفر بیانگر عدم خواب آلودگی می‌باشد. محدوده نمره این پرسش‌نامه از ۰ تا ۲۴ می‌باشد و امتیاز بیشتر یا مساوی ۱۰ به عنوان وضعیت خواب غیر طبیعی (وجود خواب آلودگی بیش از حد روزانه) در نظر گرفته می شود. مقیاس خواب‌آلودگی ایپورث دارای اعتبار و اعتماد جهانی است و اعتبار این مقیاس با استفاده از روش آلفای کرونباخ از ۰/۷۳ تا ۰/۸۸ برآورد شده است (Murray 1992).

آنالیزهای آماری

در نهایت اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار R مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور مقایسه میزان اختلال خواب و آزردگی ناشی از صدا در بین گروه‌های شغلی، سنی، سابقه کار و تراز معادل صوت، از آزمون های آنالیز واریانس یک‌طرفه و کروسکال والیس استفاده شد. هم‌چنین جهت مقایسه میزان اختلال خواب و آزردگی ناشی از صدا در بین گروه‌های وضعیت تحصیلات و نوع شیفت، آزمون t دو نمونه مستقل به‌کارگرفته شد. بمنظور مقایسه متوط اختلال خواب در میان گروه‌های آزردگی ناشی از صدا از آزمون کروسکال-والیس استفاده گردید. درنهایت با استفاده از آنالیز رگرسیون چندگانه تأثیر هم‌زمان سن، سابقه-کاری، تراز معادل صدا و آزردگی ناشی از صدا بر اختلال خواب بررسی گردید.

یافته ها

در مجموع، ۵۳ نفر از افراد شاغل در نیروگاه توربین‌های بادی منجیل در این مطالعه شرکت کردند. میانگین سن و سابقه کار شاغلین به‌ترتیب ۵/۹۶ ± ۳۸/۰۹ و ۵/۵۵ ± ۱۴/۱۵ سال بود. اطلاعات توصیفی مربوط به افراد مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آمده است.



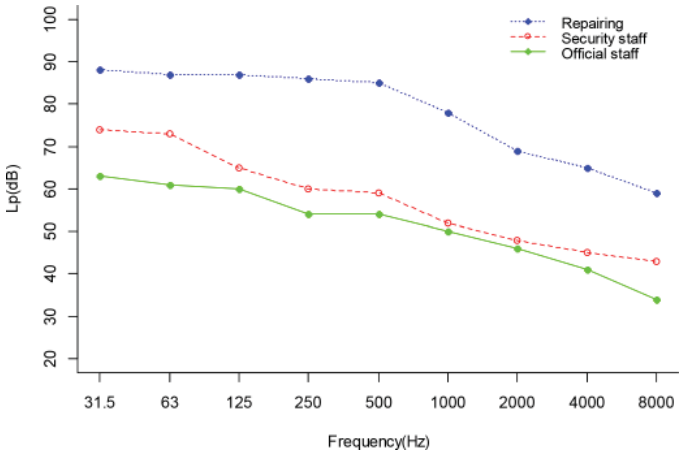
شکل ۱. مقیاس آزردگی ناشی از صدا

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. اطلاعات توصیفی مربوط به افراد شاغل در نیرو گاه به تفکیک گروه‌های شغلی

متغیر	گروه (تعداد)	کارکنان اداری	تعمیرکاران	نگه‌بانان
سن (میانگین ± انحراف معیار)	۳۸/۰۹ ± ۵/۹۶	۳۵/۳۶ ± ۶/۰۳	۴۰/۱۸ ± ۶/۷۲	۳۷/۶۵ ± ۳/۷۶
سابقه‌کار(میانگین ± انحراف معیار)	۱۴/۱۵ ± ۵/۵۵	۱۱/۴۳ ± ۶/۱۱	۱۶/۶۴ ± ۵/۴۹	۱۳/۱۸ ± ۳/۷۶
جنسیت	مرد (۵۰)	۱۱ (۷۸/۶)	۲۲ (۴۴/۰)	۱۷ (۳۴/۰)
	زن (۳)	۳ (۱۰۰)	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)
وضعیت تأهل	مجرد (۳)	۲ (۶۶/۷)	۰ (۰/۰)	۱ (۳۳/۳)
	متأهل (۵۰)	۱۲ (۲۴/۰)	۲۲ (۴۴/۰)	۱۶ (۳۲/۰)
وضعیت تحصیلات	زیر دیپلم (۱۲)	۲ (۱۶/۷)	۴ (۳۳/۳)	۶ (۵۰/۰)
	دیپلم و بالاتر (۴۱)	۱۲ (۲۹/۳)	۱۸ (۴۳/۹)	۱۱ (۲۶/۸)
نوع شیفت	شیفت روز (۳۸)	۱۴ (۳۶/۸)	۲۲ (۵۷/۹)	۲ (۵/۳)
	شیفت گردشی (۱۵)	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۱۵ (۱۰۰)



نمودار۱. آنالیز فرکانس صوت در اوکتاو باند به تفکیک گروه‌های شغلی

نتایج مربوط به آنالیز فرکانس صوت نشان داد که تراز صدا در فرکانس‌های پایین بالاتر از فرکانس‌های بالا است. این نتایج در نمودار ۱ آمده است. براساس نتایج نمودار ۱ می‌توان اظهار داشت که مواجهه با صدا در تمامی فرکانس‌های اوکتاوی در تعمیرکاران (Repairing) بیشتر از نگه‌بانان (Security staff) و کارکنان اداری (Official staff) است. در این مطالعه میزان LAeq هشت ساعته تعمیرکاران برابر ۸۳ دسی بل، نگه‌بانان ۶۶ دسی بل و کارکنان اداری ۶۰ دسی بل در شبکه A به‌دست آمد. اطلاعات مربوط به صداسنجی به تفکیک گروه‌های شغلی در جدول ۲ آمده است.

میانگین و انحراف معیار آزردگی ناشی از صدا برای کل افراد ۲/۵۸ ± ۶/۰۷ به‌دست آمد که تعمیرکاران با میانگین ۱/۰۹ ± ۸/۴۱ و کارکنان اداری با متوسط ۱/۳۴ ± ۲/۶۴ به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار آزردگی ناشی از صدا را به خود اختصاص دادند. توصیف میزان آزردگی ناشی از صدای افراد به تفکیک متغیرهای دموگرافیکی و زمینه‌ای و نیز تعداد و درصد افراد شاغل در هر گروه شغلی در جدول ۲ آمده است. هم‌چنین از آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون t دو نمونه مستقل جهت بررسی اختلاف میانگین آزردگی ناشی از صدا در بین متغیرهای زمینه‌ای و دموگرافیکی استفاده شده و نتایج آن به تفکیک در جدول ۳ قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. اطلاعات مربوط به صداسنجی به تفکیک گروه‌های شغلی

	تراز معادل ۸ ساعته (دسی بل A)	حداقل مواجهه با صدا (دسی بل A)	حداکثر مواجهه با صدا (دسی بل A)
کارکنان اداری	۶۰	۴۶	۷۱
تعمیرکاران	۸۳	۷۱	۹۵
نگه‌بانان	۶۶	۵۵	۷۸

جدول ۳. توصیف و تحلیل آزردگی ناشی از صدا به تفکیک گروه‌های شغلی، سابقه کاری، سن، تحصیلات و نوع شیفت

			(٪) تعداد	انحراف معیار ± میانگین	P-Value
آزردگی ناشی از صدا	آزردگی ناشی از صدا در کل افراد		۵۳ (۱۰۰)	۶/۰۷ ± ۲/۵۸	
	نوع شغل†	تعمیرات	۲۲ (۴۱/۵)	۸/۴۱ ± ۱/۰۹	**<۰/۰۰۱
		حراست	۱۷ (۳۲)	۵/۸۸ ± ۰/۸۶	
		اداری	۱۴ (۲۶/۵)	۲/۶۴ ± ۱/۳۴	
	سابقه کار†	کمتر از۱۲ سال	۱۹ (۳۵/۸۵)	۴/۸۹ ± ۲/۲۵	**۰/۰۰۳
		۱۹-۱۲ سال	۲۳ (۴۳/۴)	۶/۰۸ ± ۲/۵۶	
		بیشتر از ۱۹	۱۱ (۲۰/۷۵)	۸/۰۹ ± ۱/۹۷	
	گروه‌های سنی†	کمتر از ۳۶	۲۳ (۴۳/۴)	۴/۹۱ ± ۲/۳	**۰/۰۰۱
		۴۱-۳۶	۱۹ (۳۵/۸۵)	۶/۳ ± ۲/۵	
		بیشتر از ۴۱	۱۱ (۲۰/۷۵)	۸/۲ ± ۲/۰۰	
	وضع تحصیلات‡	زیر دیپلم	۱۲ (۲۲/۵)	۵/۹۱ ± ۲/۹۷	۰/۸۱
		دیپلم و بالاتر	۴۱ (۷۷/۵)	۶/۱۲ ± ۲/۴۹	
	نوع شیفت‡	شیفت روز	۳۸ (۷۱/۵)	۶/۱۶ ± ۳/۰۰	۰/۵۹
		شیفت گردشی	۱۵ (۲۸/۵)	۵/۸۷ ± ۰/۸۳	

** معنادار در سطح خطای یک درصد، † آزمون تحلیل واریانس یکطرفه، ‡ آزمون t دو نمونه مستقل.

براساس نتایج آنالیز واریانس، میانگین آزردگی ناشی از صدا در بین گروه‌های شغلی، سنی و سابقه کاری متفاوت بود. نتایج آزمون t دو نمونه مستقل نشان می‌دهد که وضعیت تحصیلات و نوع شیف کاری هیچ ارتباط معنی داری با آزردگی ناشی از صدا ندارند.

متوسط اختلال خواب جامعه مورد مطالعه ۳/۱۸ ± ۷/۴ به‌دست آمد و میانگین بیشترین و کمترین نمره خواب آلودگی روزانه به‌ترتیب مربوط به تعمیرکاران با میانگین ۱/۷۹ ± ۱۰/۵۹ و کارکنان اداری با متوسط ۰/۹۲ ± ۴/۰۷ بود. آمار توصیفی اختلال خواب به تفکیک متغیرهای دموگرافیکی و زمینه‌ای و نیز تعداد و درصد افراد شاغل در هر گروه شغلی در جدول شماره ۴ آمده است.

نتایج آزمون کروسکال - والیس نشان می‌دهد که میانگین نمره اختلال خواب در بین گروه‌های شغلی از اختلاف معنی داری برخوردار است. هم‌چنین با توجه به نتایج آنالیز واریانس می‌توان اظهار کرد که اختلال خواب در بین گروه‌های سنی و سابقه کار داری اختلاف معناداری است. هم‌چنین براساس نتایج آزمون t دو نمونه مستقل می‌توان اظهار کرد که علیرغم وضعیت تحصیلی شاغلین، یک ارتباط معنادار بین شیفت کاری و اختلال خواب وجود دارد و افراد با شیفت کاری مختلف دارای مقدار متفاوتی از نمره اختلال خواب هستند.

هم‌چنین به منظور مقایسه ی اختلال خواب در بین گروه‌های آزردگی ناشی از صدا از آزمون کروسکال - والیس استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که اختلال خواب ارتباط معنی داری با آزردگی ناشی از صدا دارد. نتایج مربوط به این

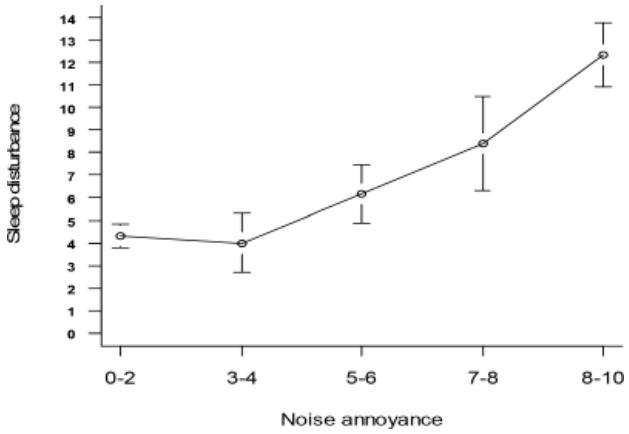
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. توصیف و تحلیل اختلال خواب به تفکیک گروه‌های شغلی، سابقه کاری، سن، تحصیلات و نوع شیفت

			(٪) تعداد	انحراف معیار ± میانگین	P-Value
اختلال خواب	اختلال خواب کل افراد		۵۳ (۱۰۰)	۳/۱۸ ± ۷/۴	
	نوع شغل†	تعمیرات	۲۲ (۴۱/۵)	۱/۷۹ ± ۱۰/۵۹	**<۰/۰۰۱
		حراست	۱۷ (۳۲)	۱/۴۶ ± ۶/۰۰	
		اداری	۱۴ (۲۶/۵)	۰/۹۲ ± ۴/۰۷	
	سابقه کار‡	کمتر از ۱۲ سال	۱۹ (۳۵/۸۵)	۲/۴۳ ± ۵/۶۸	**<۰/۰۰۱
		۱۹-۱۲ سال	۲۳ (۴۳/۴)	۲/۸۷ ± ۷/۴۸	
		بیشتر از ۱۹	۱۱ (۲۰/۷۵)	۳/۰۹ ± ۱۰/۱۸	
	گروه‌های سنی‡	کمتر از ۳۶	۲۳ (۴۳/۴)	۲/۳۴ ± ۶/۰۰	**۰/۰۰۱
		۴۱-۳۶	۱۹ (۳۵/۸۵)	۳/۰۱ ± ۷/۴۷	
		بیشتر از ۴۱	۱۱ (۲۰/۷۵)	۳/۲۵ ± ۱۰/۱۸	
	وضع تحصیلات††	زیر دیپلم	۱۲ (۲۲/۵)	۳/۹۶ ± ۷/۲۵	۰/۸۶
		دیپلم و بالاتر	۴۱ (۷۷/۵)	۲/۹۷ ± ۷/۴۴	
	نوع شیفت††	شیفت روز	۳۸ (۷۱/۵)	۳/۴۹ ± ۷/۹۵	**۰/۰۰۷
		شیفت گردشی	۱۵ (۲۸/۵)	۱/۵۱ ± ۶/۰۰	

** معنادار در سطح خطای یک درصد. † آزمون Kruskal-Wallis. ‡ آزمون تحلیل واریانس یکطرفه. †† آزمون t دو نمونه مستقل.



نمودار۲. مقایسه اختلال خواب در بین گروه های آزردگی ناشی از صدا

آزمون در نمودار ۲ آمده است.

براساس نمودار فوق می‌توان اظهار کرد که با افزایش آزردگی ناشی از صدا در افراد، میزان اختلال خواب نیز در آن‌ها افزایش می‌یابد.

به منظور بررسی تأثیر متغیرهای سن، سابقه کار، آزردگی ناشی از صدا و تراز معادل صدا بر اختلال خواب از آنالیز رگرسیون چندگانه با استفاده از روش Forward استفاده شد. نتیجه این آنالیز در جدول ۵ آمده است.

نتایج آنالیز رگرسیونی حاکی از آن است که از میان متغیرهای مستقل سن، سابقه کاری، تراز معادل صدا و آزردگی ناشی از صدا، متغیرهای تراز معادل صدا، سن و آزردگی ناشی از صدا بر اختلال خواب اثر معناداری دارند. چنان‌چه در جدول شماره ۵ نیز مشاهده می گردد، با فرض ثابت ماندن تمامی متغیرها، می توان اظهار داشت که افزایش یک واحد آزردگی صوتی به میزان ۰/۲۶ بر مقدار اختلال خواب می‌افزاید. هم‌چنین در صورت ثابت بودن متغیرهای دیگر، با افزایش هر دسی بل مواجهه صوتی، ۰/۶ بر میزان اختلال خواب افراد افزوده می‌شود. در حضور سایر متغیرها سابقه کار تاثیری بر اختلال خواب ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ . بررسی تأثیر همزمان سن، سابقه کاری، تراز معادل صدا و آزردگی ناشی از صدا بر اختلال خواب

متغیر مستقل	ملاک F	P-Value	ضریب رگرسیونی (B)	خطای انحراف استاندارد	ضریب رگرسیونی استاندارد شده	آماره t	P-Value
ثابت			-۱۱/۸	۲/۲۳	-	**-۵/۲۹	<۰/۰۰۱
LeqA, 8h			۰/۱۹	۰/۰۳۵	۰/۶	**۵/۴۸	<۰/۰۰۱
سن	**۹۲/۵۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۹۷	۰/۰۳۳	۰/۱۸	**۲/۹۱	۰/۰۰۵
آزردگی ناشی از صدا			۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۲۶	*۲/۹۱	۰/۰۲۷

بحث و نتیجه گیری

افراد ساکن در نزدیک توربین‌های بادی همواره در معرض صدای کم فرکانس ناشی از توربین‌های می‌باشند که این صدا تاثیرات زیان باری بر سلامت افراد می‌گذارد (Ontario Ministry of the Environment, 2009). از مهمترین جنبه‌های سلامت افراد سلامت روانی آن‌هاست و آزردگی ناشی از صدا یکی از شاخص‌های سلامت روانی است که تحت تاثیر صدا به‌خصوص صدای کم فرکانس ناشی از توربین‌های بادی به‌وجود می‌آید (Horner *et al.*, 2011). با توجه به مسایل یاد شده این مطالعه به بررسی اثر صدای توربین‌های بادی بر آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب و نیز بررسی اثر آزردگی ناشی از مواجهه صوتی محیط شغلی بر اختلال خواب شاغلین نیروگاه بادی منجیل می‌پردازد.

نتایج ANOVA نشان داد که میزان آزردگی در گروه‌های شغلی مختلف متفاوت است، بگونه‌ای که تعمیرکاران بیش‌ترین مقدار و کارکنان اداری کمترین مقدار میزان آزردگی صوتی ناشی از صدای توربین‌های بادی را به خود اختصاص دادند. در این مطالعه افراد با مواجهه صوتی بیشتر، آزردگی ناشی از صدای بیشتری را تجربه کردند که این نتایج با مطالعه Ali که در سال ۲۰۱۱ برروی مشاغل مختلف در مصر انجام شد هم‌خوانی دارد (Ali S.A ۲۰۱۱). Ali میزان آزردگی صوتی شاغلین را در میان مشاغل مختلف با مواجهه صوتی مختلف مورد بررسی قرار داد که نتایج مطالعه او نشان داد مشاغلی که تراز صدا در آن‌ها بیشتر است آزردگی بیشتری ایجاد می‌کنند. Łuszczynsk در سال ۲۰۰۳ در مطالعه‌ای که اثرات صدای کم فرکانس و صدای با باند پهن را برروی شاغلین اتاق کنترل ایستگاه برق و کارخانه سیمان بررسی می‌کرد، یک ارتباط خطی بین میزان مواجهه و آزردگی به‌دست آورد و بیان کرد که تاثیر صدای کم فرکانس در میزان آزردگی، بیشتر از تاثیر صدای با فرکانس پهن است (Łuszczynsk, 2003). تغییرات آزردگی برحسب تراز معادل صدا در مطالعه Łuszczynsk کمی کمتر از مطالعه حاضر می‌باشد که می‌تواند مربوط به ماهیت ضربه‌ای بودن صدای توربین‌های بادی باشد. مطالعه Farhang و همکاران نیز که در سال ۲۰۱۳ با هدف اندازه گیری مواجهه صدای کارکنان یک مجتمع پتروشیمی و ارزیابی میزان آزاردهندگی آن انجام شد، تایید کننده نتایج مطالعه حاضر می‌باشد چرا که ۱۰/۷ درصد کارکنان بخش اداری میزان آزاردهندگی صدای محیط کار خود را خیلی آزاردهنده عنوان کردند و از نظر۴۲ درصد از کارکنان بخش تولید صدای محیط کار خیلی آزار دهنده بود. به‌عبارتی افراد با مواجهه صوتی بیشتر، آزردگی ناشی از صدای بیشتری را بیان کردند (Farhang, 2013). دراین مطالعه نیز تعمیرکاران و کارکنان اداری به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان آزردگی ناشی از صدای توربین‌های بادی رابه خود اختصاص دادند. تعمیرکاران به‌دلیل نزدیکی به منبع صوت و مواجهه صوتی بیشتر، آزردگی ناشی از صدای بیشتری را نشان دادند. با توجه به مواجهه صوتی کمتر در کارکنان حراست در این مطالعه به نسبت کارکنان اداری در مطالعه Farhang و

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌چنین میانگین آزردگی بیشتر در کارکنان حراست (۵/۸ با مقیاس ۱۰-۰) نسبت به کارکنان اداری (۴۸ با مقیاس ۱۰۰-۰)، می‌توان اظهار داشت که صدای توربین‌های بادی در تراز کمتر صدا آزردگی ناشی از صدای به‌مراتب بیشتری در شاغلین ایجاد می‌کند. این امر می‌تواند به تفاوت در طیف فرکانسی صدای پتروشیمی و صدای توربین‌های بادی مربوط باشد. نتایج مطالعات پیشین نیز نشان دادند که ساکنان اطراف توربین‌های بادی که در فاصله نزدیکتری از نیروگاه‌های بادی قرار دارند و مواجهه صوتی در آن‌ها بیشتر است، میزان آزردگی بیشتری را تجربه می‌کنند (Janssen *et al.,* 2011; Bakker *et al.,* 2012; Lachini *et al.,* 2012). باوجود تفاوت‌های زیادی از قبیل نوع مشاغل مورد بررسی، منابع صوتی متفاوت، شرایط کاری متفاوت و تفاوت در ویژگیهای فردی افراد در مطالعات مذکور می‌توان اظهار کرد که افزایش میزان مواجهه با صدا می‌تواند موجب افزایش میزان آزردگی صوتی شود.

با توجه به نتایج آزمون کروسکال - والیس مشاهده می‌شود که اختلال خواب تمامی گروه‌های شغلی با یک‌دیگر اختلاف معناداری دارد، به‌گونه‌ای که کارکنان اداری دارای کمترین میزان اختلال خواب بودند و تعمیرکاران بیشترین میزان اختلال خواب را به خود اختصاص دادند که این امر می‌تواند به دلیل تفاوت در مواجهه صوتی افراد باشد. در مطالعه‌ای که Kim و همکاران در سال ۲۰۱۴ جهت بررسی تاثیر صدای هواپیما بر کیفیت خواب ساکنان اطراف فرودگاه نظامی در کره انجام دادند افراد در سه گروه با مواجهه صوتی کم، مواجهه صوتی بالا و گروه کنترل دسته بندی شدند. شیوع اختلال خواب در گروه کنترل ۴۵/۵%، گروه با مواجهه صوتی کم ۷۱/۸% و گروه با مواجهه صوتی زیاد ۷۷/۱% گزارش شد و ارتباط مقدار-پاسخی بین تراز صدای بالا و اختلال خواب افراد وجود داشت (Kim *et al.,* 2014). براساس این مطالعه نیز تعمیرکاران که مواجهه صوتی بیشتری داشتند اختلال خواب بیشتری را بیان کردند. Nissenbaum در سال ۲۰۱۲ در ایالات متحده مطالعه‌ای را برروی ساکنان دور و نزدیک اطراف توربین‌های بادی انجام داد. وی در این مطالعه بیان کرد که در فواصل کمتر از ۱/۴ Km یک ارتباط مواجهه-پاسخ بین فاصله از توربین‌های بادی و اختلال خواب و خواب آلودگی روزانه وجود دارد (Nissenbaum *et al.,* 2010). مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۳ برروی ساکنان اطراف توربین‌های بادی انجام شد، نشان داد که ارتباط معنی داری بین فاصله ساکنان از توربین‌های بادی و علائم اختلال خواب وجود دارد (Sorcpp, 2013). اگرچه این مطالعات برروی ساکنین نزدیک مزارع بادی انجام شده است، اما به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که صدا یک عامل بالقوه اثرگذار بر خواب افراد است.

سازمان جهانی بهداشت بیان کرد که افزایش سن باعث می‌گردد که افراد در فرکانس‌های بالا دچار افت شنوایی شوند و این امر موجب کاهش حساسیت فرد به فرکانس‌های میانه و بالا می‌گردد. افت شنوایی در فرکانس‌های بالا نیز اثر پوششی صدای‌های زمینه‌ای برروی صدای ناشی از توربین‌های بادی را از بین می‌برد (WHO, 2013). بنابراین می‌توان گفت که افراد مسن به‌دلیل کاهش اثر پوششی صداهای زمینه ای، در فرکانس‌های پایین صدای بیشتری را دریافت می‌کنند و به‌دلیل کم فرکانس بودن صدای منتشره از توربین‌های بادی این افراد در مواجهه با صدای ناشی از توربین‌های بادی بیشتر آزرده می‌شوند (WHO, 1999). نتایج حاصل از آزمون کروسکال - والیس نشان داد که ارتباط معناداری بین آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب در شاغلین نیروگاه بادی وجود دارد. هم‌چنین نتایج رگرسیون چندگانه نشان داد که صدا علاوه

www.SID.ir

Archive of SID

بر تاثیر مستقیم بر اختلال خواب شاغلین، به‌طور غیرمستقیم و با واسطه قرار دادن آزردگی صوتی منجر به اختلال خواب خواهد شد. در مطالعه Bakker که در سال ۲۰۱۲ برروی ساکنان اطراف توربین‌های بادی در هلند انجام شد، آزردگی ناشی از صدای توربین‌های بادی عامل ایجاد اختلال در خواب در ساکنان بود. هم‌چنین افرادی که صدای توربین‌ها را نمی شنیدند هیچ‌گونه علایمی مبنی بر اختلال خواب نداشتند و صدای توربین‌ها با اثر بر آزردگی، به‌طور غیرمستقیم موجب اختلال خواب می‌شد (Bakker *et al.,* 2012). Pedrson نیز در مطالعه‌ای که بر روی ۷۵۴ نفر از جمعیت سوئدی ساکن در نزدیکی مزارع بادی انجام داده بود، اظهار کرد که آزردگی ناشی از صدا با کیفیت خواب پایین تر و احساسات منفی ارتباط دارد. (Pedersen *et al.,* 2007)

van den Berg و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ بیان کردند که آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب ناشی از صدا دارای همبستگی بالایی هستند و آزردگی ناشی از صدا نسبت به خود صدا پیش بینی کننده بهتری برای تعیین اختلال خواب افراد است (van den Berg *et al.* 2014) که این نظریه هم‌راستا با نتایج مطالعه Fyhri و همکاران در سال ۲۰۱۰ می‌باشد (Fyhri and Aasvang, 2010). Fyhri بیان کرد که آزردگی ناشی از صدای ناشی از صدای ترافیک جاده‌ای ارتباط قابل ملاحظه‌ای با اختلال خواب دارد. در این مطالعه با توجه به این موضوع که تعمیرکاران در فاصله نزدیکی از توربین‌های بادی مشغول به کار بودند و آزردگی بالایی را تجربه می‌کردند. می‌توان انتظار داشت که اختلال خواب بیشتری را گزارش کنند. صدای توربین‌های بادی به‌دلیل ماهیت ضربه‌ای، فرکانس پایین و نوسان دامنه صوتی، آزردگی ناشی از صدای بیشتری در مقایسه با سایر منابع صوتی ایجاد می‌کنند (Bolin *et al.,* 2011; Lee *et al.,* 2011; van den Berg *et al.,* 2004) که این عامل می‌تواند اثر صدای توربین‌های بادی بر خواب افراد را توجیه کند. در این مطالعه باتوجه به مواجهه صوتی بیشتر شاغلین انتظار می‌رفت که افراد مورد مطالعه در مقابل سایر مطالعات که جمعیت عمومی ساکن در نزدیکی توربین‌های بادی را مورد مطالعه قرار داده است، آزردگی ناشی از صدا و اختلال خواب بیشتری را تجربه کنند اما این نتیجه حاصل نشد که می‌تواند به‌دلیل مقاومت شاغلین نسبت به جامعه سازگاری نسبت به شرایط صوتی نیروگاه و ذینفع بودن شاغلین از لحاظ مالی باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شاغلین نیروگاه بادی به‌دلیل مواجهه صوتی زیاد، آزردگی ناشی از صدای بالایی را تجربه می‌کنند. هم‌چنین آزردگی ناشی از صدا دارای ارتباط معناداری با اختلال خواب افراد است. بنابراین می‌توان اظهار کرد که صدا به‌طور غیرمستقیم و با واسطه قرار دادن آزردگی موجب اختلال خواب در شاغلین می‌گردد. این مطالعه برای اولین بار در سطح دنیا شاغلین نیروگاه‌های بادی را مورد مطالعه قرار داده است. از کاستی‌های مطالعه حاضر می‌توان به نادیده گرفتن اثرات دیداری توربین‌ها، لرزش سایه (shadow flicker)، حساسیت صوتی شاغلین، عدم توجه به وضعیت سلامت افراد و مصرف یا عدم مصرف داروهای خواب آور اشاره کرد که پیشنهاد می‌گردد محققین آتی جهت کسب نتایج دقیق تر و تایید نتایج این مطالعه بکوشند تا با انجام مطالعاتی در این زمینه نقایص مطالعه حاضر را مرتفع و سایر جنبه‌های بهداشتی مربوط به اثرات صدا را در شاغلین نیروگاه‌های بادی مد نظر داشته باشند.

تشکر و قدردانی

از تمامی مدیران وکارکنان محترم نیروگاه بادی منجیل که ما را در انجام این پژوهش یاری فرمودند، کمال تشکر و قدرانی به عمل می آید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method, (2009). ISO 9612.

Acoustics–Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, (2003).ISO/TS 15666.

Ali S A, (2011). Industrial noise levels and annoyance in Egypt, Appl Acoust, 72: 221–225.

Bakker, R.H, Pedersen E, van den Berg G.P, Stewart R, Lok W. and Bouma J, (2012). Impact of Wind Turbine Sound on Annoyance, Self-Reported Sleep Disturbance and Psychological Distress, Sci Total Eviron, 425: 42-51.

Berglund B, Lindvall T, Schwela DH, (1999). Guidelines for community noise, World Health Orgnization: Geneva(Switzerland).

Bolin K, Bluhm G, Eriksson G, and Nilsson M. E, (2011). Infrasound and low frequency noise from wind turbines: exposure and health effects, Environ, Res. Lett, 6, 035103.

Farhang D,S. Monazzam, M,R. Nassiri, P. Haghighi K,Z. Jahangiri, M (2013). The Assessment of Noise Exposure and Noise Annoyance at a Petrochemical Company. Journal of Health and Safety at Work 3.3.

Fyhri A, Aasvang G.M. Noise, (2010). sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems, Sci. Total Environ, 408: 4935–4942.

Guidelines for community noise, (2000). World Health Organization Geneva.

Hall N, Ashworth P, and Shaw H, (2012). Acceptance of rural wind farms in Australia: a snapshot. Technical report. CSIRO Science into Society Group.

Horner B, Roy D, Jeffery, Carmen M. Krogh E, (2011). Literature Reviews on Wind Turbines and Health Are They Enough?, Bull Sci Tech Soc, 31: 399-413.

Iachinit,Maffei L, Ruotolo F , Senese V.P, Ruggiero G,Masullo M, Alekseeva N, (2012). Multisensory assessment of acoustic comfort aboard metros: avirtual reality study, Appl. Cogn.Psychol, 26:757–767.

Janssen SA, Vos H, Eisser AR, Pedersen E. A, (2011). comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other sources, J Acoust Soc Am, 130:3746–53.

Kim S.J, Chai S.k, Lee K.W, Park J.B, Min B.M, Kil H.G, Lee CH, Lee K.J,(2014). Exposure Response Relationship Between Aircraft Noise and Sleep Quality: A Community-based Cross-sectional Study, Osong Public Health Res Perspect, 5(2):108e114.

Lee S, Kim K, Choi W, and Lee S, (2011). Annoyance caused by amplitude modulation of wind turbine noise, Noise Control Eng,59: 38-46.

Maffei L. Iachini T ,Masullo M ,Aletta F ,Sorrentino F ,Senese V.P ,Ruotolo F, (2013). The effects of vision related aspects on noise perception of wind turbines in quietareas, Int.J.Environ.Res.Publ.Health, 10:1681–1697.

Murray w j, (1992). Reliability and Factor Analysis of Epworth Sleepiness Scale. Sleep,

www.SID.ir

Archive of SID

sound sleep study. Concord, CA: the center for health design.

Stansfeld S, Clark C, (2011). Mental health effects of noise. Noise pollution and health effects. Encycl. Env. Health ealth, 683–9.

Tickell C, (2006). Complaints from noise of wind turbines–Australian and New Zealand experience. Procee of Acoust, 20-22

van den Berg F, Claudia V and Daan U, (2014). The Relation between Scores on Noise Annoyance and Noise Disturbed Sleep in a Public Health Survey, Int J Environ Res Public Health, 11: 2314-2327.

van den Berg G, (2004). Effects of the wind profile at night on wind turbine sound, J Sound Vib, 277:955–70.

Waye K.P and O¨ hrstro¨m E, (2002). Psycho-acoustic characters of relevance for annoyance of wind turbine noise. J. Sound Vibration, 250(1):65–73.

Westchester I, (2005). International Classification of Sleep Disorders. Diagnostic and coding manual. 2th ed.American Academy of Sleep Medicine.

Wind turbine noise, sleep quality, and symptoms of inner ear problems, (2013). Symposia of the Ontario Research Chairs in Public Policy, 17.

Wolsink M, (2007). Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of 'backyard motives, Renew Sust Energ Rev, 11(6):1188–1207.

15(4):376-381

Night noise guidelines for Europe, (2013). World Health Organization.

Nissenbaum M, Aramini J, Hanning C, (2012). Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. Noise Health, 14:237-43.

Ontario Ministry of the Environment, (2009). Noise guidelines for wind farms.

Pedersen E and Waye K.P, (2004). Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose–response relationship, J Acoust Soc Am, 116: 3460,

Pedersen E and Waye P, (2007). Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. Int J Occup Environ Med, 64(7): 480.

Pedersen E, van den Berg F, Bakker RH, Bouma J, (2009). Response to noise from modern wind farms in The Netherlands, J Acoust Soc Am,126:634–43.

Pedersen E. and Persson W K, (2008). Wind turbines – low level noise sources interfering with restoration. Environmental Research Letters, 3:015002.

Shepherd D, McBride D, Welch D, Dirks KN, Erin M.H, (2011). Evaluating the impact of wind turbine noise on health-related quality of life, noise & health, 54: 333-339.

Solet J.M, Buxton OM, Ellenbogen JM, Wang W, Carballiera A, (2011). An evidence-base design meets evidence-base medicine, the

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of the effects of wind turbine noise annoyance on the sleep disturbance among workers of Manjil wind farm

M. Abbasi[1]; M. R. Monazzam Esmaielpour[*2]; A. Akbarzadeh[3]; S. A. Zakerian[4]; M. H. Ebrahimi[5]

[1] MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2] Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3] MSc, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[4] Associate professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[5] Assistant professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahrood University of Medical Sciences, Semnan, Iran

Abstract

Introduction: Installation of wind turbines in residential areas due to their unique sound characteristics may cause noise annoyance. Noise annoyance can increase the risk of health problems and sleep disturbance. Thus, this study was conducted to assess the effect of wind turbine noise annoyance on sleep disturbance among the Manjil wind farm workers.

Material and Method: All the Manjil wind farm workers have been divided into three groups according to their noise exposure levels, including maintenance, security, and administrative workers. The equivalent A weighted noise levels were measured for each of the study working groups, using ISO 9612 standard method. Information related to the noise annoyance and sleep disturbance were determined by ISO15666 standard and the Epworth Sleepiness Scale, respectively. Data were analyzed using R software.

Result: Findings of ANOVA and Kruskal-Wallis statistical tests showed that noise annoyance and sleep disturbance were statistically different among workers with various occupational, age, and work experience groups. Also, noise annoyance and sleep disturbance had a significant association in a way that regardless of the effects of other variables, it can be stated that for every one unit increase in noise annoyance, 0.26 units will be added to the amount of sleep disturbance.

Conclusion: In this study, workers with more wind turbine noise annoyance had more sleep disturbance. Therefore, in addition to the direct effects of noise on sleep disturbance, it can indirectly exacerbate sleep disturbances.

Keywords: *Sleep disturbance, Noise annoyance, Noise exposure, Wind turbines.*

* Corresponding Author Email: *mmonazzam@hotmail.com*

www.SID.ir