Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2019 (Aug-Sep);16(3):36-46.

The effect of redesigned workstation on Speech Interference Level (SIL) among bank tellers

Soheyla Ahmadi Charkhabi, MSc Ergonomics, Department of Ergonomics, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Majid Motamedzade, (Corresponding author) Professor, Majid Motamedzade, Ergonomics Department, School of Public Health, Research Centre for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. motamedzade@yahoo.com
Seyed Meysam Mortazavi, PhD student of ergonomics, department of occupational health, school of health, Tabriz University of medical sciences, Tabriz, Iran
Javad Faradmal, Associate Professor, Modeling of Noncommunicable Diseases Research Center & Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Background and aims: There is always an interaction between man and his environment that can be the cause of physical, physiological and psychological stress on people and also cause discomfort, annoyance, and have direct and indirect effects on their performance and productivity, health and safety. People in their workplace are exposed to many factors related to work activities and environmental factors, which can affect their health. Thus, workplace disruptions such as noisy environments can cause safety problems, reduce employee's morale and has undesirable effects on their performance, working memory, and attention. For these reasons, ergonomic designers must be capable of designing the physical environment because the design of the environment not only keeps people's performance high, but also provides a safe and healthy environment for improving employees' health. Noise can also negatively affect communication between people. Different sources of noise production can affect employees and negatively affect their comfortable, functional and communication aspects. Noise also effects mental activities and can cause employees to become tired early and increase their computational errors. Because of high workload and the banks' competition to attract customers in order to provide better services, quiet workplace environments are essential for staff comfort and optimum performance; so right designing workplace can have a high impact on people's comfort and productivity. Speech Interference Level (SIL) is a simple way to predict or evaluate speech intelligibility where the conversation occurs directly in a noisy environment. At open plan offices, employee and customer communicate face-to-face and information exchange is done in that way. In recent years, many banks in our country have established their own workstations as sited customers and face-to-face with bank tellers, but so far no study has been conducted on the changed employees' workstations and its effect on speech interference. A question is whether the workstation redesign increase the Speech Interference Level and improve Intelligibility ratings for speech communications? Therefore, the purpose of this study was to study the effect of redesigned workstations on SIL among bank tellers.
Methods: This is a descriptive-analytic and interventional study carried out for one year in three branches of one of the governmental banks of Hamadan province (N= 12). Twelve workstations were redesigned and installed after measuring the sound and calculating Speech Interference Level, and calculating the distance between customer and employee. Bank tellers are those who have a direct relationship with customers and perform banking tasks. They had to sit long during the day and they spent all their time working on computers and they were getting things done and receiving customer financial requests. They used the workstations were constructed in the present study. The tools for data collection in this study were: 1) demographic and occupational questionnaire, 2) sound measuring and frequency analyzer CEL-450 ,3) A questionnaire with a question "What noise sources in your workplace do you annoy?" to determine annoying sound sources and 4) ISO 9921-2003 standard to determine speech interference level of the noise at the listener's ear (LSIL), Speech level, Speech Interference Level (SIL) and Intelligibility ratings for speech communications. SIL is a simple way to predict or evaluate speech intelligibility, Speech intelligibility also increases with increasing SIL. speech intelligibility is divided into 5 rating (bad, poor, fair, good and excellent) based on SIL, also in sensitive situations where short messages are sent include important numbers, ability to understand at least "good" is recommended by increasing speech effort; the communication will be "fair" if the difference between LSIL and the speech level (LS, A, L) that both determined at the listener's position is greater than 10. Measuring the sound within 1 meter of the speaker's mouth, according to ISO 9921 (2003) for normal sound (60 dB) was considered. It was measured for 15 minutes at 10 a.m. to 13 p.m. every shift that they had the highest number of customers, and measuring was done twice for each workstation (total 24 times). To calculate LSIL, the sound pressure level was measured in four octave bands with the central frequencies 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz and 4000 Hz at the listener position and during the normal communication period in time-weighting "slow". The sound pressure level was measured for 15 minutes

Keywords
Workstation,
Speech Interference Level (SIL),
Speech intelligibility,
Bank teller,
Redesign

Received: 10/03/2018
Accepted: 15/02/2019

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

and the average of these pressure levels was calculated. After collecting the preliminary data, bank teller workstations were redesigned and built. Some actions were taken to reduce speech interference and improve communication between bank tellers and customers; For example, insert a glass between customer and bank teller and create 12 vents (diameter =2 cm) at a customer's mouth height to improve communication, changing the workstation so that the operator and customer interact face-to-face and insert chair for customers to sit in, reduce customer gathering in front of the workstations, reducing the distance between the customers and the bank tellers by creating an arc at the table, Enhancing employee privacy by placing the glass between employees in beside workstations, increasing the glass height between the bank teller and the customer to prevent customer standing communicate with the bank teller. The mean distance between bank teller and customer prior to redesigning the workstations was 123 cm which was reduced to 103 cm in redesign; the mean distance between two employees was 95 cm, which increased to 115 cm after the redesign. Environmental interventions also include the installation of perforated acoustic tiles made of plaster as a false ceiling, so that, by installing them the distance between the main and false ceilings was 25 cm and there was an empty space between them which absorbs more sound. The walls of the branches were also covered with wall plugs that made of PVC and MDF, and the floor was improved. Data were collected before and after the interventions and they were compared. Data analysis was performed using SPSS software, version 16. Data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) and analytical statistics. The Paired t-test was used to compare the mean results of the LSIL and SIL.

Results: In the present study, all the bank tellers were male. Everyone was married, their mean age was 38.25 (5.62) and work experience was 15.25 (6.87) years. Each bank teller was doing 30-50 customers' finances task in one shift. All participants stated that their rest time was less than 30 minutes in a shift and they are working 7-8 hours in a sitting position; none of the participants had a history of hearing loss or other hearing problems. Results from annoying sources of noise showed that the most annoying sources of noise in all three branches were the noise of customers (42.85%) and the sound of money counting machine (33.3%); Printer noise was the lowest (4.76%). Before the interventions, mean speech interference level (LSIL) was 59.50 dB (4.07) that was then reduced to 54.98 (5.52) dB and this decrease was statistically significant ($p < 0.05$), also the results of evaluation and comparison of SIL in the workstations after and before the interventions showed that SIL increased and it was statistically significant ($P < 0.05$), the mean of SIL before interventions was -1/00 (3.98) which reached to 5/09 (5/23) after interventions, Lots of noise in the workplace reduces SIL which in turn reduces the speech intelligibility between the bank tellers and the customers. Therefore, the interventions have improved the speech intelligibility in all three branches. So that after interventions, the "fair" speech intelligibility increased from zero to 4 cases (16.7%); and it is expected that by improving speech intelligibility, peoples' efficiency and concentration will increase; so it can be said that high levels of workplace noise reduce SIL, which in turn reduces the speech intelligibility between bank tellers and customers. 22 of the 24 measurements before the new workstations were in the “bad” speech intelligibility range, which was reduced to eight after the new workstations were installed, but after the interventions, speech intelligibility in most workstations (50%) were “poor”; Upgrading the speech intelligibility from bad to poor can be a sign of improvement; but further studies are needed to survey the sources that impair intelligibility in order to reach good or excellent level and reduce problems due to poor intelligibility such as longer speaker and listener speech and computational errors.

Conclusion: The overall purpose of this study was to examine the effect of redesigned on Speech Interference Level (SIL). The findings of this study showed that the interventions were effective on SIL. According to the results of this study, redesigning work stations and environmental interventions in open plan offices can influence SIL and improve the speech intelligibility, that it can prevent errors and increase concentration and reduce fatigue by peoples' privacy and controlling annoying sound sources. Finally, it can be said that the workstation redesign and layout can improve the acoustic working environment.

Conflicts of interest: None
Funding: None

How to cite this article:

Ahmadi Charkhabi S, Motamedzade M, Mortazavi SM, Faradmal J. The effect of redesigned workstation on Speech Interference Level (SIL) among bank tellers. Iran Occupational Health. 2019 (Aug-Sep);16(3):36-46.

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

سلامت کار ایران
دوره ۱۶، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۸
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

اثر طراحی مجدد ایستگاه کاری بر شاخص تداخل مکالمه در میان متصدیان امور بانکی

سهیلا احمدی چرخابی: کارشناس ارشد ارگونومی، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
مجید معتمد زاده: (نویسنده مسئول) گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران motamedzade@yahoo.com
سید میثم مرتضوی: دانشجو دکتری ارگونومی، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
جواد فردمال: دانشیار، مرکز تحقیقات مدل‌سازی بیماری‌های غیر واگیر و گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: خدمات مالی که در بانک‌ها ارائه می‌گردد، نیازمند انجام فعالیت‌های ذهنی توسط کارکنان می‌باشند؛ منابع مختلف تولید صدا می‌توانند کارکنان را تحت تأثیر قرار داده و بر راحتی و جنبه‌های عملکردی و ارتباطی آن‌ها تأثیر منفی داشته باشند، صدا با تأثیر بر فعالیت‌های ذهنی می‌تواند باعث خستگی زودرس کارکنان و افزایش خطاهای محاسباتی آن‌ها گردد، همچنین در محیط بانک که مکالمات بین متصدیان امور بانکی و مشتریان جهت انجام امورات بانکی ضروری است، تداخل صدای محیط با فرکانس‌های مکالمه باعث ایجاد مزاحمت، خطاهای انسانی و درنهایت نقص در ارائه خدمات بانکی می‌شود و با توجه به حجم کاری بالا، رقابت بانک‌ها در جذب مشتریان و ارائه خدمات بهتر به آن‌ها، به نظر می‌رسد محیط کاری دارای آسایش صوتی برای آرامش کارکنان و عملکرد بهینه آن‌ها ضروری می‌باشد؛ بنابراین این مطالعه با هدف طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری و تأثیر آن بر شاخص تداخل مکالمه در میان متصدیان امور بانکی انجام پذیرفت.

روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی تحلیلی و به‌صورت مداخله‌ای می‌باشد که به مدت یک سال در میان سه شعبه یکی از بانک‌های دولتی استان همدان (تعداد نمونه ۱۲) انجام پذیرفت. ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش، پرسشنامه دموگرافیک و شغلی، دستگاه اندازه‌گیری صدا و آنالیز فرکانس CEL-450، پرسشنامه یک سؤالی جهت تعیین منابع صدای آزاردهنده و استاندارد ISO 9921-2003 جهت تعیین پارامترهای تراز تداخل مکالمه، تراز مکالمه، شاخص تداخل مکالمه و قابلیت فهم گفتار بود. پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه ایستگاه‌های کاری برای متصدیان بانکی بازطراحی و ساخته شد و همچنین مداخلات محیطی شامل استفاده از تایل های آکوستیک سقفی و دیوار پوش‌ها انجام پذیرفت. داده‌ها قبل و بعد از مداخلات گردآوری‌شده و باهم مقایسه شدند و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶، آمار توصیفی و تی تست زوجی جهت مقایسه وضعیت قبل و بعد مداخلات تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از منابع آزاردهنده صدا نشان داد که در هر سه شعبه از دید کارکنان بیشترین منابع صدای آزاردهنده، صدای همهمه مشتریان (۴۲/۸۵ درصد) و صدای دستگاه پول‌شمار (۳۳/۳ درصد) بود؛ همچنین کمترین میزان آزار صوتی مربوط به صدای پرینتر (۴/۷۶ درصد) بود. قبل از مداخلات میانگین تراز تداخل مکالمه (۴/۰۷) ۵۹/۵۰ دسی‌بل بود که پس‌ازآن به (۵/۵۲) ۵۴/۹۸ دسی‌بل کاهش یافت و این کاهش ازلحاظ آماری معنادار بود ($p<0/05$)، همچنین نتایج بررسی و مقایسه شاخص تداخل مکالمه در ایستگاه‌های کاری پس از نصب ایستگاه کاری جدید محاسبه گردید که نتایج نشان داد که شاخص تداخل مکالمه افزایش داشته و ازلحاظ آماری معنادار بود ($p<0/05$)، این بدان معناست که مداخلات باعث قابلیت فهم بهتر مکالمه در هر سه شعبه شده است به‌طوری‌که پس از مداخلات قابلیت فهم "نسبتاً خوب" از صفر مورد به ۴ مورد (۱۶/۷ درصد) افزایش داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری و تغییرات محیطی در دفاتر باز اداری می‌تواند بر روی شاخص تداخل مکالمه اثرگذار باشد و قابلیت فهم مکالمات را بهبود ببخشد. همچنین می‌توان با خصوصی‌تر کردن حریم کار افراد و کنترل منابع صدای آزاردهنده، قابلیت فهم را بهبود بخشید و از خطاها و کاهش تمرکز و خستگی افراد جلوگیری کرد.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *حامی مالی نداشته است.*

کلیدواژه‌ها
ایستگاه کاری،
شاخص تداخل مکالمه،
قابلیت فهم گفتار،
متصدیان امور بانکی،
طراحی مجدد

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲۶

شیوه استناد به این مقاله:
Ahmadi Charkhabi S, Motamedzade M, Mortazavi SM, Faradmal J. The effect of redesigned workstation on Speech Interference Level (SIL) among bank tellers. Iran Occupational Health. 2019 (Aug-Sep);16(3):36-46.

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

مقدمه

همواره ارتباط متقابلی بین انسان و محیط اطراف او وجود دارد که می‌تواند باعث فشارهای فیزیکی، فیزیولوژیک و روانی بر افراد شود و همچنین باعث ناراحتی، آزردگی و آثار مستقیم و غیرمستقیم بر کارایی و بهره‌وری، سلامت و ایمنی آن‌ها شود (۱). افراد در محیط کار خود با عوامل بسیاری که مربوط به فعالیت‌های کاری و عوامل محیطی است مواجهه دارند که می‌تواند بر سلامت آن‌ها تأثیرگذار باشد (۲)؛ بنابراین آشفتگی‌های محیط کار، موقعیت‌های عدم آسایش دمایی، نور ضعیف و محیط فیزیکی پر صدا می‌تواند باعث ایجاد مشکلات ایمنی، کاهش روحیه کارکنان و آثار نامطلوب و ناخواسته بر کارایی، حافظه کاری و توجه گردد (۳-۵)، به همین دلیل طراحان ارگونومی باید در مورد طراحی محیط فیزیکی از توانایی خوبی برخوردار باشند.

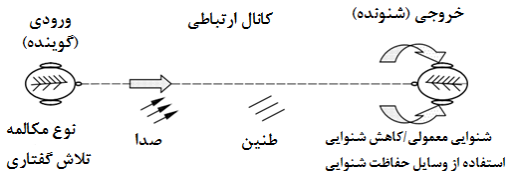
در مطالعات مختلفی نشان داده‌شده است که شدت روشنایی و صدا و دما می‌توانند نقش مهمی در سطح بهره‌وری افراد داشته باشند و می‌توانند باعث ایجاد تنش شغلی، خستگی و درنتیجه کاهش عملکرد افراد گردند (۶-۸) بنابراین وضعیت فیزیکی مناسب تأثیر زیادی بر راحتی افراد در محیط کار دارد (۹) و محیط فیزیکی می‌تواند بر عملکرد بهینه افراد اثرگذار باشد (۱۰). طراحی محیط نه‌فقط باید کارایی افراد را در سطح بالایی نگه دارد بلکه باید یک محیط ایمن و سالم برای ارتقا سلامتی فرد فراهم کند (۱۱).

در میان کشورهای درحال‌توسعه و همچنین کشورهای توسعه‌یافته که نیروهای کاری درگیر مشکلات ناشی از شرایط و محیط کاری خود می‌باشند، می‌توان به کمک دانش ارگونومی که هدف آن افزایش راحتی، بهره‌وری و ایمنی است (۹)، حوادث و جراحات محیط کار را کاهش داد و محیط مطلوبی را ازلحاظ فیزیکی و روانی فراهم نمود. صدا در محیط‌های اداری می‌تواند بر تمرکز افراد تأثیر بگذارد و باعث کاهش کارایی آن‌ها گردد، همچنین می‌تواند ارتباطات افراد باهم را دچار مشکل کند و بر روی خلق‌وخوی افراد اثر منفی بگذارد (۱۱، ۱۲). صدای مکالمات روزمره افراد در محیط‌های اداری می‌تواند بر فعالیت‌های ذهنی تأثیر گذارد و باعث خستگی زودرس کارکنان، افزایش خطاهای محاسباتی آن‌ها گردد (۱۳، ۱۴). خدمات مالی که در بانک‌ها ارائه می‌گردد نیازمند انجام فعالیت ذهنی توسط کارکنان می‌باشند که کارکنان تحت تأثیر منابع آلودگی صدا در محدوده فرکانس‌های پایین در محیط کار خود قرار دارند که می‌تواند بر جنبه‌های آسایشی و عملکردی آن‌ها تأثیر منفی داشته باشد (۶، ۱۴). شاغلینی که در این نوع فضاها کار می‌کنند با توجه به مواجهه با صدای منابع مختلف مانند صدای تجهیزات، تهویه، تأسیسات الکتریکی، آسانسورها، تجهیزات رایانه‌ای، رفت‌وآمد، مکالمات مشتریان و همکاران، فعالیت همکاران و ترافیک شهری پس از مدتی در محیط کار احساس عدم تمرکز و کاهش عملکرد می‌نمایند و نیاز به استراحت ذهنی پیدا می‌کنند (۱۵, ۱۶) برخی از مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور نشان دادند صدا در محیط بانک‌ها باعث افزایش خستگی و کاهش تمرکز کارکنان می‌گردد (۱۷، ۱۸) و همچنین در مشاغلی که نیازمند توجه مداوم هستند مواجهه با صدا می‌تواند بر عملکرد ذهنی اثر گذاشته و باعث افزایش خطا گردد (۱۹). نظامی و همکارانش در مطالعه خود دریافتند که شاخص تداخل مکالمه می‌تواند شاخصی مناسب برای بیان وضعیت آسایش آکوستیکی محیط باشد (۱۷). شاخص تداخل مکالمه یک روش ساده برای پیش‌بینی یا ارزیابی قابلیت فهم گفتار در مواردی که مکالمه به‌صورت مستقیم و در یک محیط پر صدا اتفاق می‌افتد می‌باشد.

بانک‌ها در دسته دفاتر باز اداری قرار دارند که ارتباط کارمند با مشتری و تبادل اطلاعات با آن‌ها به‌صورت چهره به چهره انجام می‌شود (۲۰) پارامترهای مهم در ارتباطات چهره به چهره مواردی مانند شنونده، گوینده و محیط صوتی که شنونده و گوینده در آن مکالمه دارند، می‌باشند (۲۱) که در شکل ۱ نشان داده‌شده‌اند.

در چنین محیطی که مکالمات بین متصدیان امور بانکی و مشتریان جهت انجام امورات بانکی ضروری است، تداخل صدای محیط با فرکانس‌های مکالمه باعث ایجاد مزاحمت، خطاهای انسانی و درنهایت نقص در ارائه خدمات بانکی می‌شود و با توجه به حجم کاری بالا، رقابت بانک‌ها در جذب مشتریان و ارائه خدمات بهتر به آن‌ها، به نظر می‌رسد محیط کاری دارای آسایش صوتی برای آرامش کارکنان و عملکرد بهینه

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]



شکل ۱- پارامترهای مهم در ارتباطات چهره به چهره در استاندارد ISO 9921-2003

آن‌ها ضروری می‌باشد.

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر خیلی از بانک‌ها در داخل کشور ایستگاه‌های کاری خود را به‌صورت مشتری نشسته و روبه‌رو با کارمندان تهیه می‌کنند اما تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تغییرات ایستگاه‌های کاری کارمندان و اثر آن بر تداخل صدا با مکالمه افراد انجام نگرفته است. حال این سؤال پیش می‌آید که آیا طرحی مجدد ایستگاه کاری باعث افزایش شاخص تداخل مکالمه و بهبود قابلیت فهم گفتار می‌گردد؟ لذا هدف مطالعه حاضر طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری افراد و ایجاد تغییرات محیطی و اثر آن را بر شاخص تداخل مکالمه در میان متصدیان امور بانکی می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع توصیفی تحلیلی و به‌صورت مداخله‌ای می‌باشد که مدت یک سال (فروردین تا اسفند ۱۳۹۴) در میان سه شعبه یکی از بانک‌های دولتی استان همدان انجام پذیرفت. پس از اندازه‌گیری صدا و محاسبه شاخص تداخل مکالمه و محاسبه فاصله مشتری تا کارمند و کارمندان باهم، تعداد ۱۲ ایستگاه کاری در سه شعبه ساخته و نصب گردید.

متصدیان امور بانکی افرادی هستند که ارتباط مستقیم با مشتریان داشته و امورات بانکی آن‌ها را انجام می‌دهند که در مطالعه حاضر از ایستگاه‌های کاری ساخته‌شده استفاده نمودند. آن‌ها در طی روز مجبور به نشستن طولانی بوده و کل زمان کار خود را صرف کار با رایانه می‌کردند و امورات مربوط به دریافت و پرداخت و تقاضاهای مشتریان را انجام می‌دادند.

ابزار گردآوری داده‌ها:

۱) پرسشنامه مربوط به اطلاعات دموگرافیک و شغلی که سؤالات آن از منابع موردمطالعه در تحقیق به دست آمد.

۲) دستگاه اندازه‌گیری صدا و آنالیز فرکانس CEL-450 Version 1.09 شماره‌سریال 508606 استفاده گردید. قبل از اندازه‌گیری، صداسنج با استفاده از کالیبراتور CEL- 110/2 با صدای ۱۱۴ دسی‌بل کالیبره شد.

۳) پرسشنامه یک سؤالی که" در محیط کارتان چه منابع صدایی باعث آزار شما می‌شود؟" که گزینه‌های آن از سه مطالعه استخراج گردید (۱۷، ۱۸، ۲۲) جهت تعیین منابع آزاردهنده صدا از دیدگاه متصدیان امور بانکی.

۴) استاندارد ISO 9921-2003، جهت تعیین پارامترهای تراز تداخل مکالمه[1]، تراز مکالمه[2]، شاخص تداخل مکالمه[3] و قابلیت فهم گفتار[4] (۲۱).

قبل از طراحی مجدد ایستگاه کاری تراز تداخل مکالمه جهت تعیین فاصله مناسب میان گوینده و شنونده جهت تعیین مکان مناسب ایستگاه کاری و فاصله مشتری با متصدی محاسبه شد. درواقع به‌منظور بهبود قابلیت فهم گفتار میان کارمندان و مشتریان و درعین‌حال جلوگیری از تداخل صدا با مکالمه فاصله باجه‌ها از همدیگر بیشتر و فاصله مشتری تا کارمند کمتر از مقدار محاسبه‌شده در نظر گرفته شد.

$$L_{S,A,L} = L_{S,A,1\,m} - 20 \lg \frac{r}{r0}$$

$L_{S,A,L}$: تراز معادل فشار صوت مکالمه در شبکه وزنی A در کنار گوش شنونده

$L_{S,A,1m}$: تراز معادل فشار صوت مکالمه در شبکه وزنی A در فاصله ۱ متری از جلو دهان گوینده

r: فاصله بین گوینده و شنونده (متر)

r0: ۱ متر

میانگین فاصله بین کارمند و مشتری قبل از طراحی مجدد ایستگاه کار ۱۲۳ سانتی‌متر بود که در طراحی مجدد به ۱۰۳ سانتی‌متر کاهش یافت؛ همچنین میانگین فاصله بین دو کارمند ۹۵ سانتی‌متر بود که بعد از طراحی مجدد به ۱۱۵ سانتی‌متر افزایش یافت.

در مطالعه حاضر شنونده (متصدی امور بانکی) و گوینده (مشتری) هر دو در یک محیط و دارای یک

[1] Speech interference level of the noise at the listener's ear (L_{SIL})
[2] Speech level
[3] Speech Interference Level (SIL)
[4] Intelligibility ratings for speech communications

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

خصوصیت محیطی بودند. تراز مکالمه با توجه به تلاش صوتی گوینده[5] (تراز معادل فشار صوت پیوسته در شبکه وزنی A در یک متری از دهان گوینده)، تراز صدای محیط[6]، تأثیر صدای بلند[7]، استفاده از وسیله حفاظت شنوایی، فاصله، گوینده‌های غیربومی محاسبه می‌گردد. در این مطالعه تلاش گفتاری گوینده "معمولی" در نظر گرفته شد که تراز متناظر با آن ۶۰ دسی‌بل بود. هیچ‌کدام از افراد از تجهیزاتی مانند سمعک استفاده نمی‌کردند و سابقه مشکلات شنوایی نداشتند، کلیه افراد با زبان بومی منطقه گفتگو می‌کردند و آشنایی کامل با آن داشتند.

شاخص تداخل مکالمه (SIL)، از تفاوت بین تراز مکالمه ($L_{S, A, L}$) و تراز تداخل مکالمه (L_{SIL}) که هر دو در موقعیت شنونده تعیین می‌شوند محاسبه گردید.

$$SIL = L_{S, A, L} - L_{SIL}$$

شاخص تداخل مکالمه یک روش ساده برای پیش‌بینی یا ارزیابی قابلیت فهم گفتار در مواردی که مکالمه به‌صورت مستقیم و در یک محیط پر صدا اتفاق می‌افتد، می‌باشد که قابلیت فهم گفتار بر اساس شاخص تداخل مکالمه به ۵ دسته (بد، ضعیف، نسبتاً خوب، خوب و عالی) تقسیم‌بندی می‌شود، همچنین در موقعیت‌های حساس که عموماً پیام‌های کوتاه شامل شماره‌های مهم ردوبدل می‌شود قابلیت فهم حداقل "خوب" با افزایش تلاش گفتاری توصیه می‌گردد؛ اگر تفاوت در تراز تداخل مکالمه و تراز صوت در فاصله یک متر از دهان گوینده بالاتر از ۱۰ باشد، ارتباط مکالمه‌ای نسبتاً خوب می‌باشد.

$$SIL = L_{S, A, L} - L_{SIL},\ is \geqslant 10\ dB$$

مطالعه حاضر در ۳ فاز انجام پذیرفت:

فاز اول: تکمیل پرسشنامه‌های اطلاعات دموگرافیک، شغلی و تعیین منابع آزار صدا و اندازه‌گیری شاخص تداخل مکالمه:

اندازه‌گیری صدا در فاصله ۱ متری از دهان گوینده با توجه به استاندارد ISO 9921(2003) برای صدای معمولی ۶۰ دسی‌بل در نظر گرفته شد. به مدت ۱۵ دقیقه و در ساعت ۱۰ تا ۱۳ هر شیفت که بیشترین تعداد مشتری در شعبات بانک حضور داشتند و برای هر ایستگاه کاری دو بار (درمجموع ۲۴ بار)، انجام شد. به علت اینکه کار در شرایط عادی برای هر مشتری زمان کمتر از ۱۵ دقیقه طول می‌کشید؛ لذا اندازه‌گیری صدا به میزان ۱۵ دقیقه برای زن و مرد به‌صورت جداگانه امکان‌پذیر نبود و این اندازه‌گیری برای زن و مرد به‌صورت مشترک به‌عنوان مشتری انجام گردید.

جهت محاسبه تراز تداخل مکالمه تراز فشار صدا را در اکتاو باندهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز در موقعیت شنونده و در طی دوره ارتباطات معمول و در حالت وزن زمانی slow به مدت ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری و میانگین این ترازهای فشار محاسبه گردید.

فاز دوم: اجرای تغییرات محیطی و طراحی مجدد ایستگاه کاری (اجرای مداخلات):

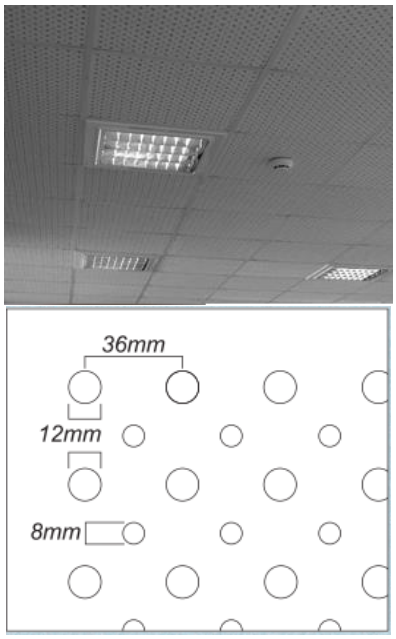
ایستگاه‌های کاری افراد در این سه شعبه قبل از مداخلات به‌صورت کارمند نشسته و مشتری ایستاده بود. با استفاده از اطلاعاتی که از فاز اول به دست آمد، طراحی مجدد ایستگاه کاری انجام پذیرفت. جهت کاهش تداخل صدا با مکالمه و بهبود ارتباط متصدیان امور بانکی و مشتریان اقداماتی شامل: قرار دادن شیشه بین مشتری و متصدی و ایجاد ۱۲ عدد منفذ به قطر ۲ سانتی‌متر در آن در ارتفاع دهان مشتری جهت بهبود شنیدن صدای مشتری توسط متصدی، قرار دادن صندلی برای مشتری جهت ارتباط نشسته و رودررو با متصدی، افزایش ارتفاع شیشه بین متصدی و مشتری جهت جلوگیری از ارتباط ایستاده مشتری با متصدی و کاهش ازدحام مشتریان مقابل ایستگاه کاری، کاهش فاصله بین مشتری و متصدی با ایجاد قوس به داخل در میز، افزایش حریم خصوصی کارمندان با قرار دادن شیشه بین کارمندان در ایستگاه‌های کاری مجاور (شکل ۳).

همچنین در این مرحله فضای شعبه‌ها به کمک مهندسین ساختمان تغییر پیدا کرد:

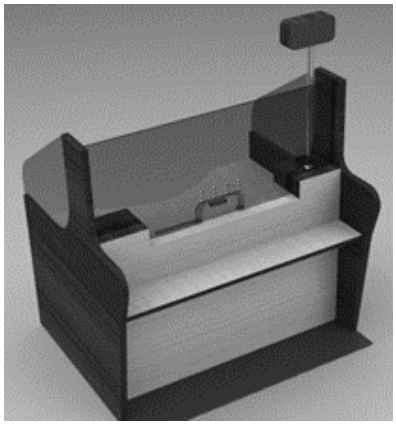
۱) نصب تایل های آکوستیک سوراخ‌دار از جنس گچ به‌عنوان سقف کاذب که به‌طور میانگین بین سقف اصلی و سقف کاذب ۲۵ سانتی‌متر فضای خالی ایجاد گردید و باعث کاهش ارتفاع کف تا سقف گردید؛ سوراخ‌های روی تایل به شکل دایره‌هایی به قطر ۸ و ۱۲ میلی‌متر بود و فاصله مرکز به مرکز این دایره‌ها از

[5] Vocal effort of the speaker
[6] Ambient-noise level
[7] The effect of loud speech

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]



شکل ۲- استفاده از تایل های آکوستیک سوراخدار گچی در سقف شعبات بانک



شکل ۳- طراحی مجدد ایستگاه کار متصدیان امور بانکی

یکدیگر ۳۶ میلی‌متر بود (شکل ۲). قبل از تغییرات محیطی سقف به‌صورت معمولی و بدون تایل سقفی بود.

۲) دیوارها با دیوار پوش از جنس PVC[8] و MDF[9] پوشانده شد و کف شعبات بهسازی گردید.

فاز سوم: ارزیابی بعد از مداخلات:

پس از نصب ایستگاه‌های کاری جدید اندازه‌گیری صدا با استفاده از دستگاه CEL-450 و آنالیز فرکانس انجام گرفت، شاخص تداخل مکالمه، قابلیت فهم گفتار با استفاده از استاندارد ISO 9921 (2003) در ایستگاه کاری جدید تعیین گردید و با شرایط قبل از مداخلات مقایسه گردید.

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در مطالعه حاضر از نرم‌افزار SPSS، ویرایش ۱۶ استفاده گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار تحلیلی انجام گردید. جهت مقایسه میانگین نتایج حاصل از تراز تداخل مکالمه و شاخص تداخل مکالمه و نیز جهت مقایسه وضعیت قبل و بعد مداخلات، از آزمون تی تست زوجی استفاده شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر تمامی متصدیان مرد بودند. تمامی افراد متأهل بودند و میانگین سن آن‌ها (۵/۶۲) ۳۸/۲۵ و سابقه کاری (۶/۸۷) ۱۵/۲۵ سال بود. هر متصدی در یک شیفت کاری تقاضای ۵۰-۳۰ نفر از مشتریان را انجام می‌دادند. کلیه افراد اظهار داشتند که استراحت آن‌ها در یک شیفت کاری کمتر از ۳۰ دقیقه بوده و ۸-۷ ساعت به‌صورت نشسته می‌باشند؛ همچنین هیچ‌کدام از افراد سابقه کاهش شنوایی و یا دیگر مشکلات شنوایی نداشتند. نتایج حاصل از منابع آزاردهنده صدا نشان می‌دهد که در هر سه شعبه از دید کارکنان، بیشترین منابع صدای آزاردهنده، صدای همهمه مشتریان (۴۲/۸۵ درصد) و صدای دستگاه پول‌شمار (۳۳/۳ درصد) اعلام کردند؛ همچنین کمترین میزان آزار صوتی مربوط به صدای پرینتر (۴/۷۶ درصد) بود سایر منابع صدا آزاردهنده در جدول ۱ ذکر گردیده است.

در ۱۲ ایستگاه کاری به کار گرفته‌شده، قبل از مداخلات میانگین تراز تداخل مکالمه (۴/۰۷) ۵۹/۵۰ دسی‌بل بود که پس‌ازآن به (۵/۵۲) ۵۴/۹۸ دسی‌بل کاهش یافت و این کاهش ازلحاظ آماری معنادار بود ($p<0/05$)، همچنین نتایج بررسی و مقایسه شاخص تداخل مکالمه در ایستگاه‌های کاری متصدیان امور بانکی پس از نصب ایستگاه کاری جدید محاسبه گردید که در مجموع ۲۴ اندازه‌گیری انجام‌شد، نتایج نشان داد که شاخص تداخل مکالمه افزایش داشته و ازلحاظ آماری معنادار بود ($p<0/05$)، این بدان معناست که مداخلات باعث قابلیت فهم بهتر مکالمه شده است (جدول ۲).

قبل از مداخلات، از ۲۴ اندازه‌گیری انجام‌شده ۲۲

[8] Polyvinyl Chloride
[9] Medium Density Fiberboard

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۱- بررسی منابع صدای آزاردهنده در افراد موردبررسی

ردیف	منابع آزاردهنده صدا	(درصد) تعداد
۱	صدای همهمه مشتریان	۹ (۴۲/۸۵)
۲	پول‌شمار	۷ (۳۳/۳۳)
۳	صدای تلفن	۵(۲۳/۸۰)
۴	دستگاه اعلام شماره	۴(۱۹/۰۴)
۵	مکالمه همکاران	۳(۱۴/۲۸)
۶	صدای ترافیک و خیابان	۳ (۱۴/۲۸)
۷	سایر (تلویزیون، سرور)	۳ (۱۴/۲۸)
۸	صدای تهویه	۲ (۹/۵۲)
۹	پرینتر	۱ (۴/۷۶)

جدول ۲- مقایسه نتایج تراز تداخل مکالمه (L_{SIL}) و شاخص تداخل مکالمه (SIL) در ایستگاه کاری متصدیان امور بانکی قبل و بعد از مداخلات

متغیر (دسی‌بل)	قبل از مداخلات	بعد از مداخلات	p
	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)	
L_{SIL}[a]	۵۹/۵۰(۴/۰۷)	۵۴/۹۸(۵/۵۲)	۰/۰۱۲
SIL[b]	-۱/۰۰(۳/۹۸)	۵/۰۹(۵/۲۳)	۰/۰۰۱

[a] تراز تداخل مکالمه [b] شاخص تداخل مکالمه

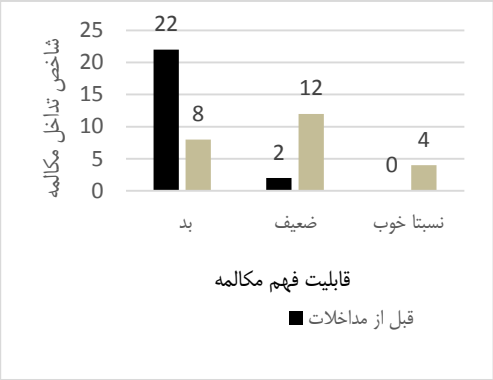
مورد در محدوده قابلیت فهم "بد" قرار داشتند که بعد از مداخلات به ۸ مورد کاهش پیدا کرد، پس از مداخلات قابلیت فهم "نسبتاً خوب" ۴ مورد بود که نسبت به قبل از مداخلات از صفر مورد (صفر درصد) به ۴ مورد (۱۶/۷ درصد) افزایش داشت (نمودار ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی از اجرای این پژوهش طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری و مداخلات محیطی در محیط‌های باز اداری و اثر آن‌ها بر شاخص تداخل مکالمه در محیط کار بود که یافته‌های این پژوهش نشان داد مداخلات انجام‌گرفته بر شاخص تداخل مکالمه اثرگذار است.

یافته‌های حاصل از مطالعه نشان داد که سابقه کاری افراد حداقل ۶ سال بود و میانگین سن و سابقه کاری آن‌ها نشان داد افراد موردمطالعه، جوان با سابقه کاری بالا می‌باشند.

نتایج منابع صدای آزاردهنده نشان داد که صدای مشتریان به دلیل مکالمات آن‌ها باهم و با کارمندان بیشترین میزان آزار صدا را برای متصدیان بانکی در



نمودار ۱- مقایسه نتایج قابلیت فهم گفتار در ایستگاه کاری متصدیان امور بانکی قبل و بعد از مداخلات

پی دارد که این نتایج همسو با مطالعات داخلی و خارجی بود (۱۷، ۱۸، ۲۲). نتایج تراز تداخل مکالمه، قبل و بعد مداخلات نشان داد بعد از نصب ایستگاه کاری تراز تداخل مکالمه کاهش داشته است که ازلحاظ آماری معنادار بود. درمجموع ۱۲ ایستگاه کاری به کار گرفته‌شده تراز تداخل مکالمه کاهش داشته و ازلحاظ آماری معنادار بود. نظامی و همکارانش در مطالعه‌ای که در میان بانک‌های همدان انجام دادند تراز تداخل مکالمه را ۵۴/۹۳ دسی‌بل اعلام کردند و صدای همهمه مشتریان منجر به کاهش تمرکز و سختی در درک صحبت‌ها می‌شد. آن‌ها دو اثر مهم صدای بالا در شعبات بانک را نیاز به صحبت کردن با صدای بلند و کاهش تمرکز اعلام کردند (۱۷). کاهش میزان تراز تداخل مکالمه در کارهای بانکی خود می‌تواند باعث افزایش تمرکز افراد گردد و همچنین بر خستگی افراد اثرگذار باشد، غلامی و همکارانش در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراز صدای موجود در بانک‌ها، احساس خستگی هم افزایش می‌یابد (۱۸) و همچنین کاظم پور و همکارانش در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تعداد خطاها و محاسبات نادرست در مواجهه با صداهای کم فرکانس بالا می‌باشد (۱۴).

نتایج مقایسه‌ای شاخص تداخل مکالمه در ایستگاه‌های کاری متصدیان امور بانکی پس از نصب ایستگاه کاری جدید نشان داد که شاخص تداخل مکالمه افزایش داشت بدین معنا که مداخلات باعث قابلیت فهم بهتر مکالمات شد که نشان‌دهنده اثر مداخلات انجام‌شده مخصوصاً ایستگاه کاری جدید در

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

افزایش این شاخص می‌باشد. جنسن و همکارانش در مطالعه خود در دفاتر باز اداری اعلام کردند که ۷۶ درصد افراد این ادارات مکالمات افراد در دفاتر کناری خود را باعث عدم تمرکز خود معرفی کردند و علت آن را عدم رعایت حریم خصوصی افراد در این دفاتر و نامناسب بودن فاصله ایستگاه‌های کاری بیان کردند (۲۲) راشا و همکارانش در مطالعه خود بیان کردند که پایین بودن سقف و عدم مراقبت آکوستیک آن صدای ناشی از مکالمات در هر ایستگاه سایر ایستگاه‌ها را درگیر می‌کند (۲۳) پارسونز در مطالعه‌ای مروری اعلام کرد که صدا می‌تواند مکالمه را غیرقابل‌شنیدن کند و می‌تواند قابلیت فهم را کاهش دهد (۱) لامب و همکارانش در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که آزار صوتی کارایی را کاهش می‌دهد (۱۱) بنابراین میزان بالای صدای محیط کار باعث کاهش شاخص تداخل مکالمه می‌شود که خود کاهش قابلیت فهم مکالمه بین متصدیان امور بانکی و مشتریان را به دنبال دارد. از ۲۴ اندازه‌گیری انجام‌شده قبل از نصب ایستگاه کاری جدید ۲۲ مورد در محدوده قابلیت فهم بد قرار داشته که بعد از نصب ایستگاه کاری جدید به ۸ ایستگاه کاهش پیدا کرد اما بعد از مداخلات بیشتر ایستگاه‌های کاری (۵۰ درصد) در قابلیت فهم ضعیف قرار گرفتند، ارتقا قابلیت فهم از بد به ضعیف خود می‌تواند نشانه بهبود باشد اما بررسی‌های بیشتر جهت کنترل منابع ایجادکننده اختلال در قابلیت فهم نیاز است که قابلیت فهم به درجه خوب و عالی برسد تا مشکلات ناشی از ضعف قابلیت فهم مثل بلندتر صحبت کردن گوینده و شنونده و اشتباهات محاسباتی کاهش یابد؛ برای حل این مشکل می‌توان از دستگاه‌های پول‌شمار دارای محفظه بسته جهت شمارش پول استفاده کرد و یا بررسی بیشتر جهت کاهش تراز صدای دستگاه اعلام شماره انجام داد، همچنین از دیوار پوش‌هایی که ضریب جذب صوتی بالاتری دارند استفاده گردد، بعد از مداخلات ۱۶/۷ درصد ایستگاه‌های کاری درجه قابلیت فهم خوب قرار داشتند که البته نسبت به قبل از مداخلات که صفر بود، نشان‌دهنده بهبود می‌باشد. یکی از دلایل میزان قابلیت فهم ضعیف پس از مداخلات این بود که یکی از شعبات در کل شهر یک شعبه بود که باعث ازدحام زیاد مشتریان در این بانک می‌شد؛ بنابراین صدای همهمه مشتریان در کنار صدای اعلام شماره، صدای پول‌شمار و دیگر تجهیزات می‌تواند باعث افزایش تراز تداخل مکالمه گردد. مطالعات دیگری نیز انجام گرفته و اثرات مثبت طراحی آکوستیک را بر قابلیت فهم گفتار و افزایش عملکرد نشان داده‌اند که نتایج مطالعه حاضر با آن‌ها همسو می‌باشد (۲۴، ۲۵)، علی‌آبادی و همکارانش نیز در مطالعه خود، بین قابلیت فهم گفتار و سطوح مختلف سیگنال به صدا ارتباط معنادار یافتند (۲۶) در مطالعه نظامی و همکارانش میزان آزار صدا و تلاش موردنیاز برای درک مکالمات بنا بر اظهارنظر کارمندان بانک در محدوده شدید قرار داشت (۱۷). همچنین در مطالعه حاضر مداخلات محیطی انجام‌گرفته نظیر استفاده از تایل های سقفی آکوستیک در جذب صداهای ناخواسته تاثیر داشته و به دلیل ایجاد فاصله آن‌ها با سقف اصلی ضریب جذب صوتی آن‌ها افزایش یافته است (۲۷) که خود می‌تواند بر قابلیت فهم گفتار تأثیرگذار باشد. انتظار می‌رود با بهبود قابلیت فهم گفتار، کارایی افراد و تمرکز آن‌ها افزایش یابد. جوکو سارونو و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که طراحی ایستگاه کاری و چیدمان آن می‌تواند باعث بهبود شرایط آکوستیکی محیط کار گردد، همچنین آنو هاپاکانگاس و همکارانش تراکم کم میزها را علاوه بر طراحی آکوستیک محیط کار پیشنهاد دادند (۲۵، ۲۸).

از محدودیت مطالعه حاضر می‌توان به تعداد کم نمونه اشاره کرد که به علت قرار گرفتن تنها سه شعبه در دستور کار بازسازی بانک در استان، قادر به افزایش تعداد نمونه نبودیم.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، می‌توان گفت که طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری و تغییرات محیطی در دفاتر باز اداری می‌تواند بر روی شاخص تداخل مکالمه اثرگذار باشد و قابلیت فهم مکالمات را بهبود ببخشد. همچنین می‌توان با خصوصی‌تر کردن حریم کار افراد و کنترل منابع صدای آزاردهنده، قابلیت فهم را بهبود بخشید و از خطاها و کاهش تمرکز و خستگی افراد جلوگیری کرد.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد به

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

شماره ۹۴۰۴۰۹۱۹۷۶ دانشگاه علوم پزشکی همدان می‌باشد. نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از همه روسای شعب و کارمندان بانک که در این تحقیق شرکت نمودند، اعلام می‌نمایند.

References

1. Parsons K. Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. Appl Ergonom. 2000;31(6):581-94.
2. Rupesh K. Ergonomic evaluation and design of tools in cleaning occupations: Doctoral thesis]. Sweden: Department of Human Work Sciences-University of Technology; 2006.
3. Saeki T, Fujii T, Yamaguchi S, Harima S. Effects of acoustical noise on annoyance, performance and fatigue during mental memory task. Appl Acoust. 2004;65(9):913-21.
4. Lehto MR, Landry SJ. Introduction to human factors and ergonomics for engineers: Lawrence Erlbaum Associates 2007.
5. amiri f, zamanian z, mani a, hasanzadeh j. effects of combined exposure to harmful and non-harmful levels of noise, heat and lighting on cognitive performance. Iran Occup Health J. 2015;12(5):10-20.[Persian]
6. Hameed A, Amjad S. Impact of office design on employees productivity: a case study of banking organizations of Abbottabad, Pakistan. 2009.
7. Chew K, Poon W, Mohd F. Working environment and stress: A survey on Malaysian employees in commercial banks. Malays Manag Rev. 2006;41:21-32.
8. Vøllestad NK. Measurement of human muscle fatigue. J Neurosci Methods. 1997;74(2):219-27.
9.Anshel J. Visual ergonomics handbook: CRC Press; 2005.
10. Carayon P, Hundt AS, Karsh B, Gurses AP, Alvarado C, Smith M, et al. Work system design for patient safety: the SEIPS model. BMJ Qual Safe. 2006;15(suppl 1):i50-i8.
11. Lamb S, Kwok K. A longitudinal investigation of work environment stressors on the performance and wellbeing of office workers. Appl Ergonom. 2016;52:104-11.
12. McKeown C. Office ergonomics: practical applications: CRC Press; 2007.
13. Pawlaczyk-Luszcaynska M, Dudarewicz A, Waszkowska M, editors. Annoyance of low frequency noise in control rooms. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings; 2002: Institute of Noise Control Engineering.
14. Kazempour M, Jafari M, Mehrabi Y, Alimohammadi I, Hatami J. The Impact of Low Frequency Noise on Mental Performance during Math Calculations. Iran Occup Health J. 2011;8(2):16-0.[Persian]
15. Berglund B, Hassmen P, Job RS. Sources and effects of low-frequency noise. J Acoust Soc Am. 1996;99(5):2985-3002.
16. Veitch JA, Bradley JS, Legault LM, Norcross S, Svec JM. Masking speech in open-plan offices with simulated ventilation noise: noise level and spectral composition effects on acoustic satisfaction. Institute for Research in Construction, Internal Report IRC-IR-846. 2002.
17. Nezami T, Golmohammadi R, Aliabadi M, Soltanian A. Investigation acoustic comfort indexes in staff of open plan offices in state banks in Hamadan city. J Occup Hyg Engineer. 2015;1(4):60-7.[persian]
18. 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.[Persian]
19. Beheshti MH, Mousavian Z, Mehri A, Zia G, Tajpoor A, Hajizadeh R. The effect of sound with different frequencies on selective attention and human response time. Iran Occup Health J. 2018;15(3):118-28.[Persian]
20. Haapakangas A, Helenius R, Keskinen E, Hongisto V, editors. Perceived acoustic environment, work performance and well-being–survey results from Finnish offices. Proceedings of 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN); 2008.
21. Standardization) ItIOf. Ergonomics — Assessment of speech communication Published in Switzerland 2003.
22. Jensen K, Arens E. Acoustical quality in office workstations, as assessed by occupant surveys. Indoor Air 2005, Beijing, China. 2005.
23. Rocha LE, Glina DMR, Marinho MdF, Nakasato D. Risk factors for musculoskeletal symptoms among call center operators of a bank in Sao Paulo, Brazil. Indust Health. 2005;43(4):637-46.
24. Banbury SP, Berry DC. Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. Ergonomics. 2005;48(1):25-37.
25. Haapakangas A, Hongisto V, Hyönä J, Kokko J, Keränen J. Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acoustic design in open-plan offices. Appl Acoust. 2014;86:1-16.
26. 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. J Ergonom. 2013;1(2):19-27.[Persian]

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

27. Aliabadi M, Golmohammadi R, Oliae M, Shahidi R. Study of noise absorption characteristics for current building materials applied in industrial and office rooms. J Occup Hyg Engineer. 2016;3(3):32-9.[Persian]

28. Sarwono J, Larasati A, Novianto W, Sihar I, Utami S. Simulation of Several Open Plan Office Design to Improve Speech Privacy Condition without Additional Acoustic Treatment. Procedia Soc Behav Sci. 2015;184:315-21.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]