

Original Article



Investigating the Lighting Condition and Factors Affecting it in Industrial Workshops with Less than 20 Individuals in the Northeast Region of Isfahan City in 2023

Fereshteh Sadavipour¹ , Habibullah Dehghan^{2*} 

1. Master of Science in Occupational Health and Safety Engineering, Student Research Committee, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2. Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Article history:

Received: 10 October 2024

Revised: 20 January 2025

Accepted: 05 March 2025

ePublished: 17 March 2025

***Corresponding author:** Habibullah Dehghan, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

E-mail:
fereshtehsadavipour1374@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Appropriate lighting is one of the most valuable factors in optimizing physical conditions in workplaces, especially in industry, and it can increase efficiency and product quality. Therefore, this study was conducted with the aim of investigating the lighting condition and the factors affecting it in industrial workshops with less than 20 people in the northeastern region of Isfahan.

Materials and Methods: This descriptive-cross-sectional study was conducted on 500 industrial workshops with less than 20 employees in the northeastern region of Isfahan. The workshops were selected from 1000 existing workshops using a simple random sampling method. First, the initial information about the workshops and the factors affecting the intensity of lighting in workshops (e.g., cleanliness, color and reflectance of surfaces, and cleanliness of windows) were recorded. Then, the lighting was measured with a HAGNEREC1 model lux meter and the standard method mentioned in the Occupational Exposure Limits Manual, Fifth Edition. Finally, the data were analyzed using the ANOVA test, Pearson correlation coefficient, and descriptive statistics tools.

Results: The results of measuring the lighting intensity showed that 73.6% of the workshops had a desirable lighting condition. The minimum and maximum lighting intensity were 65 and 1890 lux, respectively. The mean and standard deviation of the lighting intensity were 449.2 ± 321.81 lux. The average and standard deviation of the uniformity index were also 0.72 ± 0.24 . There was a statistically significant relationship between the average lighting intensity and the number of healthy lighting sources ($P=0.030$), uniformity index ($P=0.046$), wall reflection coefficient ($P=0.001$), and ceiling ($P=0.001$).

Conclusion: The results showed that 26.4% of small industrial workshops with a workforce of less than 20 people in the northeast region of Isfahan were deprived of desirable lighting conditions. The findings also indicated that the number of healthy lighting sources, surface color, uniformity index, wall and ceiling reflectance coefficient, cleanliness of the workplace air and lighting sources, and the cleanliness of windows and surfaces were effective in measuring lighting intensity.

Keywords: Indoor lighting evaluation, Industrial workshop, Lighting intensity, Lux meter, Uniformity index

Please cite this article as follows: Sadavipour F, Dehghan H. Investigating the Lighting Condition and Factors Affecting it in Industrial Workshops with Less than 20 Individuals in the Northeast Region of Isfahan City in 2023. J Occup Hyg Eng. 2024; 11(3):235-245. DOI: 10.32592/johe.11.3.235



Extended Abstract

Background and Objective

Over 58% of individuals aged 10 and older spend half their lives at work, where lighting plays a crucial role in health and productivity [1]. Approximately 80% to 85% of effective communication relies on vision and adequate workplace lighting [2-4]. In Iran, however, 18% of workshops with over 10 workers experience inadequate lighting conditions [5-7]. This poor lighting can lead to fatigue and decreased productivity, with studies indicating that improvements in lighting can boost productivity by up to 4.5% [12]. Natural light is considered the best source for workplace illumination, and effective lighting should prioritize uniformity, brightness, and color [18]. Additionally, factors such as noise combined with poor lighting contribute to errors and discomfort among workers [21, 22]. In contrast, good lighting is associated with increased energy, improved mood, and greater job satisfaction [26]. Research indicates that lighting affects cognitive functions and circadian rhythms; disruptions in these areas can lead to health issues [31, 32]. While studies have underscored the importance of proper lighting in various industries [36-38], there is a notable lack of research focusing specifically on small workshops with fewer than 20 workers in Isfahan. Therefore, this study aims to assess the lighting conditions and the influencing factors in small industrial workshops in northeastern Isfahan, ultimately providing valuable insights for policymakers and occupational health experts.

Materials and Methods

This cross-sectional descriptive study assessed lighting conditions and related factors in 500 industrial workshops (fewer than 20 workers) in northeastern Isfahan in 2023. Workshops were selected via simple random sampling from 1,000 total workshops, and data were analyzed using descriptive statistics. Light intensity was measured with a HAGNEREC1 lux meter, with a range of 0.1 to 200,000 lux. Initial data included surface color and material, workshop area, number of windows, and weather conditions. The status of lighting sources (functional and non-functional) and their cleanliness were examined, while wall, ceiling, and floor cleanliness were rated on a three-level scale (clean, streaky, dirty). The lighting uniformity index was calculated by dividing the minimum light intensity (E_{min}) by the average (E_{avg}). The reflection coefficient of surfaces was determined in two phases—one without obstacles and another with the photometer positioned 15 cm away to avoid shadow effects. For measuring combined light intensity during the morning shift, a grid method with 16 to 26 stations was used, comparing results with standard values from the 2021 occupational exposure limits guideline. Light intensity at worker areas was counted twice. Each grid square size ranged from 1 to 5 meters, depending on workshop dimensions. Accurate photometer placement was essential to avoid shadow interference. Measurements at three key

stations ensured effective evaluation of local lighting, providing insights into lighting conditions in the area's industrial workshops.

Results

The results of light intensity measurements in industrial workshops indicated that 73.6% of the workshops had adequate lighting conditions. The minimum, maximum, and average light intensities were 65, 1,890, and 449.2 ± 321.81 lux, respectively. The average reflection coefficients for the walls, floor, and ceiling were 0.42 ± 0.08 , 0.20 ± 0.02 , and 0.56 ± 0.5 , respectively. The average number of burnt-out lamps was 1.33 ± 0.5 , while functional lamps averaged 4.33 ± 0.18 . The area of the workshops varied from 9 to 600 square meters. Cleanliness assessments of the walls showed 34.4% clean, 55.3% streaky, and 10.3% dirty; similar results were observed for the ceilings and floors. Regarding color, 77.9% of the workshops used white on their walls, with white cement being the most commonly used material at 47.7%. The average window area was reported as 3.16 ± 13.3 square meters. Results showed that 97.6% of the days had sunny weather conditions. The uniformity index revealed a maximum of 0.82 for CNC workshops and a minimum of 0.64 for lathe workshops. A significant correlation was found between light intensity and the number of functional light sources as well as other indicators; however, no correlation was observed between defective sources and the floor's reflection coefficient. Post hoc tests also indicated significant differences between light intensity and the conditions of pollution and wall color.

Discussion

This study evaluated lighting conditions in industrial workshops with fewer than 20 workers in northeastern Isfahan, revealing that most workshops provided adequate lighting, with average levels similar across occupational groups. The maximum and minimum uniformity indices were observed in CNC and lathe workshops. More light sources improved both average lighting and the uniformity index. A direct correlation was found between average light intensity and the reflection coefficients of walls and ceilings, rather than with defective light sources or floor reflection. Environmental factors, such as surface cleanliness and color, also significantly impacted light intensity. Compared to other studies, such as Gol-Mohammadi et al. (40), which reported only 24.7% compliance with lighting standards, this research shows better conditions, while Gol-Mohammadi et al. (29) found hospitals had average indoor lighting below permissible limits. Research by Sepahi-Zavarem et al. (41) indicated that 80% of elementary schools met standard values, stressing the need for ongoing assessments in industrial settings. The reflection coefficients for walls and ceilings were lower than standard, showing a significant relationship between average light intensity and the uniformity index. Additionally, the study found an average of 1.33 ± 0.5 burnt-out lamps and 4.33 ± 0.18 functional lamps, indicating

a connection between light intensity, the number of functional sources, air pollution, and cleanliness. The uniformity index was above permissible limits, while Shafiei Motlagh and Ranjbarian (11, 43) reported average non-uniformity. Lastly, significant differences in light intensity were related to wall and ceiling colors, with Alizadeh et al. (9) confirming the positive impact of white on light levels.

Conclusion

This study showed that most industrial workshops met lighting standards; however, 26.4% of small workshops with fewer than 20 employees lacked

optimal lighting. Light reflection from walls and ceilings was below recommended levels, while the uniformity index met standards. Key factors affecting lighting include the number of functional light sources, surface color, and air quality. To improve lighting, it is essential to replace burnt-out bulbs and regularly clean fixtures. Proper ventilation design is also crucial. Using light colors for walls and ceilings and efficient lighting design can enhance lighting quality in workshops. Lighting designers should prioritize health-related lighting quality parameters.

بررسی وضعیت روشنایی و عوامل مؤثر بر آن در کارگاه‌های صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق شهر اصفهان سال ۱۴۰۲

فرشته سداوی پور^۱ ID، حبیب‌الله دهقان^۲ ID*

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: روشنایی مناسب یکی از ارزنده‌ترین فاکتورهای بهینه‌سازی شرایط فیزیکی در محیط‌های کار، به‌ویژه در صنعت است که می‌تواند افزایش کارایی و کیفیت محصول را به دنبال داشته باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت روشنایی و عوامل مؤثر بر آن در کارگاه‌های صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی-مقطعی بر روی ۵۰۰ کارگاه صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق اصفهان انجام شد. کارگاه‌های مورد مطالعه از بین ۱۰۰۰ کارگاه موجود به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابتدا اطلاعات اولیه کارگاه و عوامل مؤثر بر شدت روشنایی (وضعیت پاکیزگی، رنگ و ضریب انعکاس سطوح، وضعیت پاکیزگی پنجره‌ها و...) در کارگاه ثبت شدند. سپس اندازه‌گیری روشنایی با لوکس‌متر مدل HAGNEREC1 و به روش استاندارد ذکر شده در کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی ویرایش پنجم انجام گردید. در نهایت داده‌ها به وسیله آزمون ANOVA و ضریب هم‌بستگی پیرسون و ابزارهای آمار توصیفی تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج اندازه‌گیری شدت روشنایی نشان می‌دهد که ۷۳/۶ درصد از کارگاه‌ها از وضعیت روشنایی مطلوبی برخوردار هستند. حداقل و حداکثر شدت روشنایی به ترتیب برابر با ۶۵ و ۱۸۹۰ لوکس به دست آمد. همچنین، میانگین و انحراف معیار شدت روشنایی برابر ۳۲۱/۸۱ $\pm$ ۴۴۹/۲۲ لوکس حاصل شد. میانگین و انحراف معیار شاخص یکنواختی نیز برابر ۰/۲۴ $\pm$ ۰/۷۲ به دست آمد. همچنین، بین متوسط شدت روشنایی با تعداد منابع روشنایی سالم ($P=0/030$)، شاخص یکنواختی ($P=0/046$)، ضریب انعکاس دیوار ($P<0/001$) و سقف ($P<0/001$) رابطه آماری معنی‌دار وجود داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که ۲۶/۴ درصد از کارگاه‌های صنعتی کوچک با نیروی کار کمتر از ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق اصفهان از شرایط مطلوب روشنایی بهره‌مند نیستند. همچنین، یافته‌ها نشان داد که عواملی نظیر تعداد منابع روشنایی سالم، رنگ سطوح، شاخص یکنواختی، ضریب انعکاس دیوار و سقف، کیفیت هوای محیط کار، پاکیزگی منابع روشنایی و همچنین تمیزی پنجره‌ها و سطوح تأثیر بسزایی در میزان شدت روشنایی دارند.

واژگان کلیدی: شدت روشنایی، ارزیابی روشنایی داخلی، کارگاه صنعتی، شاخص یکنواختی، لوکس‌متر

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۱۹

تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۲۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* نویسنده مسئول: حبیب‌الله دهقان،

گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

ایمیل:

fereshtehsadavipoor1374@gmail.com

استناد: سداوی پور، فرشته؛ دهقان، حبیب‌الله. بررسی وضعیت روشنایی و عوامل مؤثر بر آن در کارگاه‌های صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق شهر اصفهان سال ۱۴۰۲. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، پاییز ۱۴۰۳، ۱۱(۳): ۲۴۵-۲۳۵

مقدمه

که می‌توانند روح و جسم شاغلان را تحت تأثیر قرار دهند، می‌توان به روشنایی و صدا اشاره کرد [۲-۴]. هشتاد تا ۸۵ درصد

حدود ۵۸٪ از جمعیت افراد بالای ۱۰ سال در جهان یک‌سوم از عمر خود را در محیط کار می‌گذرانند [۱]. از جمله عوامل فیزیکی

فشار بر ماهیچه‌های بینایی تطابق را افزایش دهد که این امر خستگی ماهیچه‌های چشم را به‌دنبال دارد [۲۸]. تابش روشنایی بیش‌ازحد سبب بروز خستگی، استرس، تحریک چشم، سرگیجه و پوسچر نامناسب بدن می‌شود و موجب اختلالات اسکلتی-عضلانی می‌شود. از طرفی، نور زیاد خیرگی را به همراه دارد. بنابراین تأمین نور مناسب از دیدگاه ارگونومی و ایمنی حائز اهمیت است [۱۹، ۲۹، ۳۰]. پیشرفت در مطالعات فیزیولوژیک نشان می‌دهد که روشنایی علاوه‌بر تسهیل پاسخ‌های فیزیولوژیک، بر فعالیت‌های مغزی و عملکردهای عصبی تأثیر می‌گذارد [۳۱]. نور ساعت شبانه‌روزی بدن یا ساعت سیرکاردین بدن انسان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند [۳۲]. همچنین، عملکردهای فیزیولوژی مانند خواب، گوارش، هوشیاری، افسردگی و سلامت را تنظیم می‌کند [۳۳، ۳۴]. چنانچه ریتم سیرکاردین بدن دچار اختلال شود، بیماری‌های مانند سندرم متابولیک، اختلالات شناختی، بیماری قلبی-عروقی، سرطان پرستات و سرطان سینه را به وجود می‌آورد [۳۵].

در پژوهش کاکویی و همکاران در زمینه ارزیابی روشنایی در صنایع الکتریکی تهران، نتایج نشان داد که ۱۹/۸ درصد از پست‌های کاری از روشنایی کافی برخوردار بودند [۱۳]. در بررسی قاسمی و همکاران به ارزیابی و امکان‌سنجی بهبود سامانه روشنایی مصنوعی یک کارگاه تعمیراتی پرداخته شد و یافته‌های مطالعه نشان داد که سیستم روشنایی کارگاه نیازمند بهبود است [۳۶].

گل‌محمدی و همکاران در مطالعه‌ای که درمورد ارزیابی روشنایی در کارگاه‌های قالبی‌بافی شهرستان بیجار انجام دادند، به این نتایج دست یافتند که ۶۰ درصد از کارگاه‌ها در ساعت میانی روز شدت روشنایی استاندارد دارند [۱۹]. در مطالعه‌ای که توسط صمدی و همکاران در شرکت کاشی الوند انجام شد، شدت روشنایی عمومی و موضعی در اکثر ایستگاه‌ها کمتر از حد استاندارد بود [۳۷]. با توجه به کمبود تحقیقات جامع در زمینه بررسی روشنایی در کارگاه‌های صنعتی کوچک با بُعد کارگری زیر ۲۰ نفر در شهر اصفهان، این مطالعه به‌دنبال آن است تا با ارائه تصویری دقیق و جامع از وضعیت روشنایی در این کارگاه‌ها، اطلاعات ارزشمندی را برای سیاست‌گذاران حوزه سلامت شغلی و متخصصان بهداشت و ایمنی شغلی فراهم کند. نتایج این پژوهش می‌تواند بستری مناسب برای تصمیم‌گیری‌های بهینه در جهت بهبود شرایط کاری و ارتقای سطح ایمنی و سلامت کارکنان در این کارگاه‌ها باشد. به‌علاوه، این تحقیق درنهایت می‌تواند دانش عمومی و تخصصی را در زمینه وضعیت روشنایی در کارگاه‌های کوچک صنعتی به‌طور چشمگیری افزایش دهد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت روشنایی و عوامل مؤثر بر آن در کارگاه‌های صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال‌شرق شهر اصفهان انجام شد.

روش کار

این مطالعه توصیفی-مقطعی در سال ۱۴۰۲ بر روی ۵۰۰ کارگاه

ارتباط‌های مؤثر انسان به‌وسیله حسّ بینایی است که به کمک روشنایی میسر می‌شود. آسایش کارگران در محلّ کار جهت ارتقای سلامت و افزایش بهره‌وری نیازمند ملاحظه موارد گوناگون است که یکی از ارزنده‌ترین آن‌ها تأمین روشنایی مطلوب است. متأسفانه در صنایع کشورمان، ایران، این مطلب موردتوجه قرار نگرفته است؛ به‌گونه‌ای که براساس نظارت‌های مرکز سلامت محیط و کار، ۱۸ درصد از کارگاه‌هایی با بُعد کارگری بالاتر از ۱۰ نفر و ۱۶ درصد از کارکنان آن‌ها در مواجهه با روشنایی نامناسب هستند. بنابراین روشنایی عنصری ضروری در زندگی مدرن امروزی محسوب می‌شود [۵-۷]. محدوده ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر از طیف امواج الکترومغناطیس مربوط به نور مرئی است که پس از دریافت به سلول‌های شبکیه چشم انسان و ارسال پیام‌های عصبی در مغز درک می‌شود [۸-۱۰]. تأمین روشنایی مناسب در محیط کار جهت انجام صحیح کار و جلوگیری از خستگی امری گریزناپذیر است [۱۱]. تحقیقات گویای این است که بهبود روشنایی ۴/۵ درصد افزایش بهره‌وری را به‌دنبال دارد [۱۲]. روشنایی باید به‌گونه‌ای تأمین شود که سطوح و تجهیزات از فاصله ۵۰ سانتی‌متر به‌خوبی دیده شوند [۱۳]. نور طبیعی روز به‌دلیل کامل بودن طیف و شدت مناسب مهم‌ترین منبع روشنایی به‌حساب می‌آید. بنابراین کاربران نور طبیعی را به نور مصنوعی ترجیح می‌دهند و در مواجهه با نور طبیعی کمتر احساس خستگی می‌کنند [۱۴-۱۶]. اما با توجه به نیاز جامعه امروز، روشنایی مصنوعی محدودیت‌های نور طبیعی را از بین برده و تسهیلات کار کردن در هر ساعت شبانه‌روز را فراهم کرده است [۱۷]. بدیهی است فراهم کردن شرایط روشنایی مناسب و باکیفیت در محیط فراتر از نصب یک چراغ و تحت‌تأثیر عواملی ازجمله یکنواختی روشنایی، توزیع درخشندگی، رنگ نور و دمای رنگ است [۱۸]. روشنایی موردنیاز برای انجام یک شغل تحت‌تأثیر پارامترهای مختلفی ازجمله دقت، ظرافت شغل و ماهیت کار قرار دارد [۱۹]. درمجموع، روشنایی روز به سه محدوده تقسیم می‌شود: (الف) شدت روشنایی ۱۰۰ تا ۵۰۰ لوکس برای برخی مشاغل به‌عنوان روشنایی مؤثر شناخته شده است. (ب) روشنایی ۲۰۰ تا ۵۰۰ لوکس به‌عنوان روشنایی مناسب یا قابل‌تحمل در نظر گرفته می‌شود. (ج) روشنایی فراتر از ۲۰۰۰ لوکس در مواردی می‌تواند سبب خیرگی در شاغلان شود [۲۰]. در اغلب صنایع شاغلان به‌صورت هم‌زمان با چند عامل زبان‌آور مانند صدا و روشنایی مواجه هستند [۲۱] که می‌توانند به خطاهای انسانی و ناراحتی جسمی و روحی منجر و سبب بروز حادثه شوند [۲۲]. از طرفی، ازدیاد سطح نور می‌تواند شادابی و افزایش انرژی را به‌دنبال داشته باشد [۲۳]. اثرات روشنایی به پارامترهای متعدد ازجمله شدت نور، قدرت نور و منبع نور وابسته است [۲۴]. نور تنها برای تأمین نیازهای بصری نیست [۲۵]، بلکه روشنایی مطلوب نه‌تنها خلق‌وخو و انگیزه افراد را افزایش می‌دهد، بلکه باعث هوشیاری بیشتر فرد می‌شود و رضایت شغلی را به‌دنبال دارد [۲۶] و درمقابل روشنایی پایین موجب افسردگی می‌شود [۲۷]. فرد با قرار گرفتن در نور کم سعی دارد با

صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق اصفهان انجام شد. کارگاه های مورد مطالعه از بین ۱۰۰۰ کارگاه موجود به صورت نمونه گیری تصادفی ساده انتخاب و یافته های حاصل از مطالعه به وسیله ابزارهای آمار توصیفی بیان شدند.

متوسط شدت روشنایی، بیشینه و کمینه روشنایی به وسیله لوکس متر مدل HAGNEREC1 با محدوده اندازه گیری ۰/۱ تا ۲۰۰۰۰۰ لوکس اندازه گیری شد.

ابتدا اطلاعات اولیه کارگاه شامل رنگ و جنس سطوح، مساحت کارگاه و پنجره ها (به وسیله متر لیزری اندازه گیری شد)، شغل، تعداد منابع روشنایی سالم و معیوب، وضعیت جوی هنگام اندازه گیری (با سه درجه ۱- ابری، ۲- آفتابی، ۳- نیمه ابری)، وضعیت هوای واحد از لحاظ وجود آلاینده ها، وضعیت پاکیزگی منابع روشنایی و پنجره ها، وضعیت پاکیزگی دیوارها، سقف و کف (وضعیت های پاکیزگی با سه درجه ۱- تمیز، ۲- متوسط، ۳- کثیف) ثبت شد.

شاخص یکدستی روشنایی به وسیله تقسیم حداقل شدت روشنایی بر میانگین شدت روشنایی به دست آمد (Emin/Eavg). تعیین ضریب بازتابش سطوح مصالح با استفاده از لوکس متر در دو مرحله انجام شد. مرحله اول، بدون ایجاد مانع یا سایه نسبی روی موضع مورد سنجش، فتوسل دستگاه رو به سطح مورد نظر قرار گرفت و شدت روشنایی اندازه گیری شد. در مرحله دوم، فتوسل رو به سطح مورد نظر در فاصله حدود ۱۵ سانتی متر به گونه ای تنظیم شد که سایه یا نیم سایه فتوسل یا دست آزمایشگر روی موضع نیفتد. در این حالت نیز شدت روشنایی که در واقع میزان بازتابش انرژی نورانی از سطح است، اندازه گیری شد. نسبت عدد قرائت شده در مرحله دوم به عدد قرائت شده در مرحله اول، ضریب بازتابش نور سطح مورد نظر تحت تابش موجود بود [۳۸].

به منظور اندازه گیری شدت روشنایی تلفیقی در کارگاه های صنفی در شیفت صبح، از روش های زیر با توجه به نیاز و شرایط کارگاه استفاده شد و نتایج با مقادیر استاندارد موجود در کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی ویرایش ۱۴۰۰ مقایسه شدند:

برای اندازه گیری روشنایی، استفاده از روش شبکه ای با حداقل ۱۶ و حداکثر ۲۶ ایستگاه در هر محدوده سنجش مجاز بود. هر چند این روش در مکان های کوچک کاربرد چندانی ندارد. در این روش محاسبات متوسط گیری به گونه ای انجام شد که نتایج سنجش روشنایی در ایستگاه هایی که محل استقرار کارگران است، دو برابر سایر ایستگاه ها لحاظ شد. در هریک از ایستگاه ها شدت روشنایی در سطح افق (فتوسل دستگاه نورسنج به صورت کاملاً افقی قرار گرفت) اندازه گیری و روی پلان شطرنجی یا جدول کدبندی شده مربوط به پلان ثبت گردید. برای مکان های سر بسته و محوطه ها، ابعاد هر خانه شطرنجی ۱ تا ۵ متر بسته به ابعاد مکان تعیین شد. برای اندازه گیری شدت روشنایی موضعی، ضمن حفظ وضعیت عادی در موضع مورد سنجش، فتوسل دستگاه در موضع مورد نظر قرار گرفت و شدت روشنایی خوانده شد. نکات و ملاحظات مهم در این روش اندازه گیری موارد زیر بود:

با توجه به هدف اندازه گیری، موضع مورد نظر که همان محل استقرار فرد مورد نظر است، تعیین گردید. به این نکته دقت شد که با تغییر زاویه فتوسل، میزان شدت روشنایی دریافتی توسط دستگاه تغییر می کند. بنابراین فتوسل در وضعیت مناسب قرار گرفت. برای اندازه گیری شدت روشنایی در سطح افق، شیب دار یا عمود، فتوسل در همان وضعیت درست روی سطح دید کارگر قرار گرفت. برای اندازه گیری شدت روشنایی در موضع کار، دقت شد که سایه یا نیم سایه بدن یا دست آزمایشگر روی موضع نیفتد و کارگر نیز تغییر وضعیت ندهد. در این حالت، فتوسل دستگاه نورسنج در محدوده دید کارگر و با همان زاویه معمول قرار گرفت و مقدار شدت روشنایی خوانده شد. طبق توصیه OEL برای ارزیابی روشنایی موضعی سه ایستگاه کافی است. این سه ایستگاه به گونه ای انتخاب شدند که شامل محدوده بیشترین مدت زمان رؤیت و دو ایستگاه در طرفین آن در محدوده دید کارگر باشند [۳۸].

نتایج

نتایج اندازه گیری شدت روشنایی نشان می دهد که ۷۳/۶ درصد از کارگاه ها از وضعیت روشنایی مطلوبی برخوردار هستند. حداقل، حداکثر و میانگین و انحراف معیار متوسط روشنایی به ترتیب برابر با ۶۵، ۱۸۹۰ و $321/81 \pm 449/25$ لوکس است. متوسط ضرایب بازتابش دیوارها، کف و سقف به ترتیب برابر $0/42 \pm 0/08$ ، $0/22 \pm 0/02$ و $0/56 \pm 0/05$ بود. همچنین، متوسط لامپ های سوخته برابر $1/33 \pm 0/05$ و لامپ های سالم $4/33 \pm 0/18$ به دست آمد. حداقل مساحت کارگاه های مورد بررسی ۹ مترمربع و حداکثر آن ۶۰۰ مترمربع بود. میزان پاکیزگی دیوار، سقف و کف به ترتیب تمیز، متوسط و کثیف برای دیوار برابر (۳۴/۴ درصد، ۵۵/۳ درصد و ۱۰/۳ درصد) و برای سقف و کف برابر (۳۲ درصد، ۵۵/۹ درصد و ۱۰/۹ درصد) بود. در مورد رنگ به کار رفته در دیوار، سقف و کف به ترتیب ۷۷/۹ درصد، ۵۹ درصد و ۴/۴ درصد از کارگاه ها از رنگ سفید استفاده شده بود. همچنین در دیوار، سقف و کف کارگاه های بررسی شده به ترتیب ۱۵/۷ درصد، ۳۷/۸ درصد و ۹۴/۴ درصد موارد از رنگ تیره استفاده شده بود. در میان جنس های دیوار، سقف و کف به ترتیب بیشترین فراوانی مربوط به سیمان سفید (۴۷/۷ درصد)، گچ (۶۸/۲ درصد) و بتن (۷۹/۵ درصد) و کمترین فراوانی مصالح به ترتیب در دیوار، سقف و کف برابر سرامیک ۷/۴ درصد، آجر ۲/۸ درصد و موزاییک ۱/۴ درصد حاصل شد. جدول ۱ متوسط روشنایی در گروه های شغلی مختلف را نشان می دهد. متوسط مساحت پنجره های کارگاه ها برابر $3/16 \pm 3/13$ به دست آمد. در کارگاه های تراشکاری بیشینه مساحت پنجره (۴/۳۹ مترمربع) و در کارگاه های در و پنجره سازی کمترین متوسط مساحت پنجره (۱/۲۰ مترمربع) به دست آمد. در ۹۷/۶ درصد روزهای اندازه گیری روشنایی شرایط جوی آفتابی بود. نتایج اندازه گیری شاخص یکنواختی در کارگاه ها در جدول ۲، بیشینه متوسط شاخص یکنواختی (۰/۸۲) مربوط به کارگاه های CNC بوده و کمترین آن

(۰/۶۴) متعلق به کارگاه‌های تراشکاری بود. بین متوسط شدت روشنایی با تعداد منابع روشنایی معیوب و ضریب انعکاس دیوار و سقف رابطه آماری معنی‌دار وجود داشت. اما بین انعکاس کف کارگاه ارتباطی دیده نشد (در جدول ۳ قابل مشاهده است).

جدول ۱. متوسط روشنایی در گروه‌های شغلی مختلف

گروه شغلی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین شدت روشنایی مورد نیاز (لوکس)
CNC	۳۲۲/۷۵ $\pm$ ۳۵۷/۳۱	۲۵۰
صنایع چوبی	۳۲۱/۴۸ $\pm$ ۳۷۰/۰۸	۲۵۰
تراشکاری	۳۲۳/۸۱ $\pm$ ۳۸۲/۶۳	۲۵۰
جوشکاری	۳۶۲/۸۶ $\pm$ ۴۲۱/۱۸	۲۵۰
صنایع فلزی	۳۲۴/۶۷ $\pm$ ۴۷۹/۱۲	۲۵۰
در و پنجره‌سازی	۳۲۹/۵۹ $\pm$ ۴۸۶/۷۷	۲۵۰
صنایع پلاستیک	۳۲۲/۰۹ $\pm$ ۴۹۹/۰۷	۲۵۰
خدمات خودرو	۳۲۲/۶۲ $\pm$ ۵۴۸/۶۸	۲۵۰

جدول ۲. شاخص یکنواختی در گروه‌های شغلی مختلف

گروه شغلی	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حد استاندارد
خدمات خودرو	۰/۷۲ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
تراشکاری	۰/۶۴ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
صنایع پلاستیکی	۰/۷۰ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
در و پنجره‌سازی	۰/۶۵ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
صنایع چوبی	۰/۷۳ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
CNC	۰/۸۲ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
صنایع فلزی	۰/۶۹ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶
جوشکاری	۰/۷۳ $\pm$ ۰/۲۴	۰/۶

جدول ۳. بررسی رابطه تعداد منابع روشنایی سالم و معیوب، ضریب انعکاس و شاخص یکنواختی با متوسط روشنایی

ضریب انعکاس و متوسط روشنایی	r (P_value)	تعداد منابع روشنایی و متوسط روشنایی	r (P_value)
دیوار	۰/۶۶ (<۰/۰۰۱)*	لامپ سالم	۰/۰۹۷ (۰/۰۳۰)*
سقف	۰/۶۶ (<۰/۰۰۱)*	شاخص یکنواختی	۰/۰۸۹ (۰/۰۴۶)*
کف	۰/۰۸۱ (۰/۰۷۱)	لامپ معیوب	-۰/۰۷۸ (۰/۰۸۱)

*P_value در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

مطابق یافته‌های ذکر شده در جدول ۴، آزمون‌های POST HOC نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین شدت روشنایی با وضعیت هوای کارگاه از نظر آلودگی، وضعیت آلودگی منابع روشنایی، وضعیت آلودگی پنجره و سطوح کارگاه وجود دارد.

جدول ۴. مقایسه متوسط روشنایی در شرایط مختلف تمیزی سطوح (کف، سقف و دیوار) و شرایط آلودگی هوای کارگاه

متوسط روشنایی	تمیز و متوسط $\bar{X} \pm S$	P_value	تمیز و کثیف $\bar{X} \pm S$	P_value	کثیف و متوسط $\bar{X} \pm S$	P_value
اختلاف						
متوسط روشنایی	۱۲۷/۷۹ $\pm$ ۳۰/۹۹	۰/۰۰۱ (<۰/۰۰۱)*	۲۹۵/۶۷ $\pm$ ۱۲۰/۵۲	۰/۰۳۸*	۱۶۷/۸۹ $\pm$ ۱۲۲/۰۷	۰/۳۵۵

وضعیت منابع روشنایی					
اختلاف	۱۵۲/۴۳±۳۱/۲۰	($<0/001$) [*]	۳۱۱/۶۴±۱۱۲	*۰/۰۱۵	۱۵۹/۲۱±۱۱۳/۸۱
متوسط					۰/۳۴۲
روشنایی					
وضعیت پنجره کارگاه					
اختلاف	۱۶۴/۴۲±۲۹/۷۲	($<0/001$) [*]	۲۸۱/۵۶±۱۱۹/۱۳	*۰/۰۴۸	۱۱۷/۱۳±۱۲۰/۳۱
متوسط					۰/۵۹۴
روشنایی					
وضعیت دیوار کارگاه					
اختلاف	۲۴۴/۹۰±۲۸/۲۴	($<0/001$) [*]	۴۴۶/۲۶±۴۵/۸۰	($<0/001$) [*]	۲۰۱/۳۶±۴۳/۵۸
متوسط					($<0/001$) [*]
وضعیت سقف کارگاه					
اختلاف	۲۴۴/۵۷±۲۸/۲۲	($<0/001$) [*]	۴۴۷/۰۳±۴۴/۷۳	($<0/001$) [*]	۲۰۲/۴۶±۴۲/۵۰
متوسط					($<0/001$) [*]
وضعیت کف کارگاه					
اختلاف	۲۵۳/۰۲±۲۸/۳۷	($<0/001$) [*]	۴۵۰/۵۳±۴۴/۸۳	($<0/001$) [*]	۱۹۷/۵۱±۴۲/۳۳
متوسط					($<0/001$) [*]
روشنایی					

در سطح ۰/۰۵ معنی دار است. P_value*

= میانگین $\bar{X}$

= انحراف معیار S

جدول ۵. مقایسه متوسط روشنایی در شرایط مختلف رنگ سطوح (سقف، کف، دیوار)

متوسط روشنایی	سفید و تیره $\bar{X} \pm S$	P_value	سفید و زرد $\bar{X} \pm S$	P_value	زرد و تیره $\bar{X} \pm S$	P_value
دیوار کارگاه						
اختلاف	۲۳۹/۴۸±۳۸/۳۰	($<0/001$) [*]	۹۰/۶۶±۵۷/۰۶	۰/۲۵۱	۱۴۸/۸۲±۶۴/۹۹	۰/۰۵۸
متوسط						
روشنایی						
سقف کارگاه						
اختلاف	۲۴۵/۸۳±۲۷/۸۸	($<0/001$) [*]	۱۳۶/۲۴±۹۶/۲۷	۰/۴۹۰	۱۰۹/۹۵±۹۷/۱۵	۰/۶۷۲
متوسط						
روشنایی						

در سطح ۰/۰۵ معنی دار است P_value*

به وضوح دیده شد.

در مقایسه با مطالعات صورت گرفته مشابه، در مطالعه گل محمدی و همکاران در زمینه ارزیابی داخلی مدارس، اندازه گیری ها نشان داد که ۲۴/۷ درصد موارد شدت روشنایی موجود با مقدار استاندارد مطابقت داشتند و ۷۵/۳ درصد موارد پایین تر از استاندارد بود [۳۹]. در مطالعه گل محمدی و همکاران در زمینه ارزیابی روشنایی مصنوعی داخلی و محوطه در محیط کار بیمارستان ها، یافته ها نشان دادند که متوسط روشنایی داخلی برابر ۹۰/۴۴±۴۶/۹۷ به دست آمد که از حد مجاز کمتر بود [۲۹] که با یافته های این مطالعه همخوانی ندارد. احتمالاً دلیل این عدم انطباق این است که طراحی های مختلف محیط، متفاوت بودن میزان هزینه و بودجه مصرفی جهت نصب و نگهداری سیستم های روشنایی و شیفت انجام اندازه گیری شدت روشنایی می تواند بر میزان شدت روشنایی مؤثر باشد. در پژوهش سپاهی زوارم و همکاران که به بررسی شدت روشنایی در مدارس ابتدایی پرداختند، دستاوردها نشان دادند که ۸۰ درصد موارد بررسی شده شدت روشنایی کل با مقادیر استاندارد مطابق بود [۴۰] که با یافته های این مطالعه

بحث

این مطالعه با هدف بررسی وضعیت روشنایی و عوامل مؤثر بر آن در کارگاه های صنعتی زیر ۲۰ نفر در منطقه شمال شرق شهر اصفهان انجام شد. یافته ها نشان می دهند که در اکثر کارگاه ها وضعیت روشنایی مطلوب حاکم است. همچنین، متوسط روشنایی در کارگاه ها و در گروه های شغلی مختلف در یک رنج نزدیک به هم است. بیشینه و کمینه شاخص یکنواختی به ترتیب در کارگاه هایی با گروه شغلی CNC و تراشکاری به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد هرچه تعداد منابع روشنایی بیشتر باشد، متوسط روشنایی بهبود می یابد و شاخص یکنواختی بالاتر نیز این بهبود را به دنبال دارد. رابطه ای مستقیم بین متوسط روشنایی و ضریب انعکاس دیوار و سقف نیز وجود دارد. اما بین متوسط شدت روشنایی با تعداد منابع روشنایی معیوب و ضریب انعکاس کف کارگاه ارتباطی دیده نشد. میزان تمیز بودن هوای کارگاه، منابع روشنایی، پنجره ها، دیوار، سقف و کف کارگاه از نظر آلودگی بر متوسط شدت روشنایی مؤثر است. همچنین تأثیر رنگ دیوار و سقف کارگاه بر میزان روشنایی

مشابهت دارد.

ضریب انعکاس دیوار و سقف از حد استاندارد پایین تر به دست آمد. بین متوسط شدت روشنایی با شاخص یکنواختی رابطه آماری معنی داری دیده شد. در این راستا، در مطالعه گل محمدی و همکاران ضرایب بازتابش سطوح در بازه مطلوب قرار دارند [۳۹]. در مطالعه گل محمدی و همکاران در زمینه ارزیابی روشنایی مصنوعی داخلی و محوطه در محیط کار بیمارستان ها نیز حدود ۹۵/۶ درصد از موارد وضعیت انعکاس سطوح در رنج مطلوب بود و آزمون آماری نشان داد که بین متوسط شدت روشنایی براساس وضعیت انعکاس سطوح اختلاف معنی داری وجود دارد [۲۹]. در مطالعه گل محمدی و همکاران که با هدف ارزیابی روشنایی داخلی در کارگاه های قالی بافی شهرستان بیجار انجام شد، یافته ها نشان داد که متوسط ضرایب بازتابش دیوارها و کف به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۱۴ بود و بین متوسط شدت روشنایی و وضعیت بازتابش سطوح اختلاف معنی داری دیده نشد [۱۹]. در تحقیق آزادی و همکاران با هدف ارزیابی کیفیت نور و بهره‌وری انرژی سیستم های روشنایی، نتایج نشان دادند که ضرایب انعکاس کمتر از استاندارد بود [۴۱]. دستاوردهای این پژوهش با پاره‌ای از مطالعات مذکور همخوانی دارند و با برخی دیگر همخوانی ندارند. علت عدم همخوانی در برخی موارد می‌تواند ناشی از متفاوت بودن فرایند کار و میزان آلودگی حاصل از آن باشد که می‌تواند بر میزان پاکیزگی سطوح و در نتیجه بر میزان انعکاس نور از آن‌ها مؤثر باشد. همچنین، جنس و رنگ سطح مورد استفاده در هر محیط کار متفاوت است که می‌تواند تأثیرگذار باشد.

متوسط لامپ‌های سوخته برابر $1/33 \pm 0/5$ و لامپ‌های سالم $4/33 \pm 0/18$ به دست آمد. بین متوسط شدت روشنایی با تعداد منابع روشنایی سالم، وضعیت آلودگی هوا، وضعیت نظافت منابع روشنایی، پنجره‌ها، دیوار، سقف و کف کارگاه ارتباط وجود داشت. در مطالعه گل محمدی و همکاران در زمینه ارزیابی داخلی مدارس، آزمون‌های آماری نشان دادند که شدت روشنایی با درصد چراغ‌های معیوب و وجود آلودگی در هوا ارتباط دارد، اما با وضعیت نظافت سطوح داخلی ارتباطی ندارد [۳۹] که تقریباً با نتایج این مطالعه همسوست.

در این پژوهش، شاخص یکنواختی در انواع گروه شغلی مورد بررسی بالاتر از حد مجاز بود و بین شدت روشنایی و شاخص یکنواختی رابطه آماری مشاهده شد. در مطالعه شفیعی مطلق و همکاران که با هدف ارزیابی و امکان‌سنجی بهبود سامانه روشنایی مصنوعی انجام شد، یافته‌ها نشان دادند که شاخص یکنواختی کمتر از حدود مجاز بود [۲۲]. در پژوهش رنجبریان و همکاران که در زمینه ارزیابی وضعیت شدت روشنایی کارگاه‌های قالی‌بافی انجام شد نیز توزیع نور در کارگاه‌ها غیر یکنواخت بود [۱۱] که با یافته‌های این مطالعه همسو نیست. دلیل این موضوع می‌تواند این باشد که نوع و تعداد منابع نوری، موقعیت و توزیع منابع نوری، بازتاب سطحی، ارتفاع نصب منابع نوری و طراحی فضا در کارگاه‌های مختلف متنوع است و این عوامل تأثیرگذار بر میزان شاخص

یکنواختی می‌توانند سبب حصول نتایج متفاوت در مطالعات شوند. تفاوت آماری معنی‌دار بین شدت روشنایی و وضعیت رنگ سفید با تیره بودن دیوار و سقف کارگاه در این مطالعه مشهود بود. همچنین در پژوهش علیزاده و همکاران که در زمینه بررسی شدت روشنایی در مدارس انجام شد، یافته‌ها نشان دادند که رنگ سفید نسبت به رنگ زرد تفاوت معنی‌داری در میانگین شدت روشنایی ایجاد کرد. در میان مصالح استفاده‌شده در دیوار، گچ و کاشی تفاوت معنی‌داری را در میزان شدت روشنایی ایجاد کرده‌اند. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین شدت روشنایی و رنگ دیوار، سقف و کف دیده شد [۹] که تقریباً با یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که در اکثر کارگاه‌های صنعتی بررسی‌شده، شدت روشنایی عمومی مطابق با استانداردهای توصیه‌شده است. با این حال، ۲۶/۴ درصد از کارگاه‌های صنعتی کوچک با نیروی کار کمتر از ۲۰ نفر، همچنان از شرایط مطلوب روشنایی بی‌بهره‌اند. ضریب انعکاس نور از سقف و دیوارها کمتر از حد استاندارد توصیه‌شده بود، اما شاخص یکنواختی کاملاً با معیارهای استاندارد تطابق داشت. از طرفی، یافته‌ها نشان دادند که عواملی همچون تعداد منابع روشنایی سالم، رنگ سطوح، شاخص یکنواختی، ضریب انعکاس دیوار و سقف، کیفیت هوای محیط کار، پاکیزگی منابع روشنایی و همچنین تمیزی پنجره‌ها و سطوح نقش مهمی در بهبود شدت روشنایی ایفا می‌کنند. بنابراین برای اصلاح نقایص سیستم‌های روشنایی، پیشنهاد می‌شود لامپ‌های سوخته به‌موقع تعویض شوند و نظافت دوره‌ای چراغ‌ها، سطوح و پنجره‌ها به‌دقت انجام شود. همچنین طراحی سیستم تهویه مناسب برای کاهش آلودگی بسیار مهم است. توصیه می‌شود از رنگ‌های سفید و روشن برای دیوارها و سقف استفاده شود. طراحی کارآمد سیستم‌های روشنایی می‌تواند به حفظ استانداردهای کیفی روشنایی در کارگاه‌ها کمک کند. طراحان روشنایی، به‌ویژه در صنایع، باید توجه ویژه‌ای به پارامترهای کیفی نور از نظر بهداشتی داشته باشند.

تشکر و قدردانی

این مقاله براساس نتایج حاصل از طرح تحقیقات دانشجویی ثبت‌شده با کد اخلاق ۱۴۰۲۰۷۷ IR.MUI.RESEARCH.REC در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان نوشته شده است. شایسته است از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به‌خاطر تأمین منابع مالی این پژوهش تشکر و قدردانی شود.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافع و تعارضی وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش کلیه ملاحظات اخلاقی مورد نظر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در ارتباط با انجام پژوهش رعایت شده است.

حمایت مالی

معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأمین منابع مالی این پژوهش را برعهده داشته است

سهم نویسندگان

هر کدام از نویسندگان سهم یکسانی در این پژوهش داشته‌اند.

REFERENCES

- Zamanian Z, Nikeghbal K, Ebrahimi H. A Survey on the Relationship between Dentists' Workplace conditions and Their Quality of Life in 2014. *Tolooebehdasht*. 2016;14(6):24-32. [Link](#)
- Bahramzadeh A, Monazami -Tehrani G, Nateghinia S, Akbari Dilmaghani N. Evaluation of Noise, Light and Burnout in the Intensive Care unit of Neurosurgery, Loghman Hakim Hospital. *J Safe Promot Injury Prevent*. 2021;9(3):183-189. [Link](#)
- Yari S, Razmi A, Noormohammadi M. Integrated lighting design of the work environment in a car parts manufacturing company. *The 9th national conference on occupational health and safety*. 2014. [Link](#)
- Zamanian Z, Azad P, Ghaderi F, Bahrami S, Kouhnavard B. Investigate the relationship between rate of sound and local lighting with occupational stress among dentists in the city of Shiraz. *J Health*. 2016;7(1):87-94. [Link](#)
- Bagheri S, Dastvar A, Ghaljahi M. Evaluation of the Intensity of Lighting and Its Relationship with Students' Visual Fatigue in Study Rooms of Zabol University of Medical Sciences in 2016. *Occup Hygiene Health Promot J*. 2017;1(2):154-163. [Link](#)
- Castillo-Martinez A, Medina-Merodio JA, Gutierrez-Martinez JM, Aguado-Delgado J, de-Pablos-Heredero C, Otón S. Evaluation and improvement of lighting efficiency in working spaces. *Sustainability*. 2018;10(4):1110. [DOI:10.3390/su10041110](#)
- Golmohammadi R, Eslami M, Mohammadi Samar Z, Musivand M, et al. Evaluation of indoor lighting in workshops with more than 20 workers in 5 industrial regions of the country. *National Conference on Occupational Health of Iran*. 2004. [Link](#)
- Mohammadi H, Dehghan SF, Abdollahi M-B, Kalantar M, Kaydany M. Effect of high light level on sperm parameters in mice. *Iran Occup Health*. 2019;16(4):13-21. [Link](#)
- Alizadeh A, Sorayamahabed A, Soleymani S, Yazdani Charati J. Illuminance intensity in primary schools in Sari, 2014. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2016;26(137):196-205. [Link](#)
- Cupkova D, Kajati E, Mocnej J, Papcun P, Koziorek J, Zolotova I. Intelligent human-centric lighting for mental wellbeing improvement. *Int J Distributed Sensor Networks*. 2019;15(9):1550147719875878. [DOI:10.1177/1550147719875878](#)
- Ranjbarian M, Gheibi L, Hatami H, Khodakarim S. Lighting conditions and vision status in carpet weaving workshops and workers at the city of Takab in 2013. *Iran J Ergon*. 2015;2(4):11-17. [Link](#)
- Khoubi J, Roshani D, Shiri A, Samadi Z. Evaluating The Llumination At Libraries Of Faculties And Educationalhospitals Of Kurdistan University Of Medical Sciences (2015-2016). *Zanko J Med Sci*. 2019;19(63):85-94. [Link](#)
- Kakui H, Purnajaf A. Assessment of illumination in Tehran electrical industries. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*. 2006;4(2):81-87. [Link](#)
- Shahidi R, Golmohammadi R, Pirmoradi Rizevandi Z, Soltani A, et al. Study of daytime lighting at official rooms and its relation with personnel's cognitive performance, alertness, visual comfort and sleep quality. *Iran J Ergon*. 2020;8(1):32-41. [DOI:10.30699/iergon.8.1.32](#)
- Bolghan Abadi S, Dehghan HA. Assessing the intensity of general lighting and it's association with computer sight syndrome in laptop users. *Beyhagh*. 2015;20(2):1-13. [Link](#)
- Katunský D, Dolníková E. Lighting quality of indoor environment in large floor buildings in light industry. *Preprints.org*. 2017. [DOI:10.20944/preprints201711.0174.v1](#)
- Ghotbi Ravandi M, Khanjani N, Nadri F, Nadri A, Nadri H, Ahmadian M, et al. Evaluation of Illumination Intensity and Ultraviolet Radiation at Kerman Medical University Libraries. *Iran Occup Health*. 2012;8(4):29-35. [Link](#)
- Katabaro JM, Yan Y. Effects of lighting quality on working efficiency of workers in office building in Tanzania. *J Environ Public Health*. 2019;2019:3476490. [PMID: 31814837 DOI: 10.1155/2019/3476490](#)
- Golmohamadi R, Alizadeh H, Motamedzade M, Soltanian A. Assessment of interior general and local lighting in carpet weaving workshops in Bijar city. *J Occup Hygiene Engineer*. 2014;1(3):1-8. [Link](#)
- Barkhordari A, Firoozichahak A, Ghahae M, Kargar Shouroki F. Lighting Assessment in Knitting Workshop in Yazd. *Tolooebehdasht*. 2016;14(5): 151-161. [Link](#)
- Amiri F, Zamanian Z, Mani A, Hasanzadeh J. Effects of combined exposure to noise, heat and lighting on cognitive performance. *Iran Occup Health*. 2015;12(5):10-20. [Link](#)
- Aliabadi M, Shahidi R, Kahani A. Assessment and the feasibility of improving the artificial lighting system in technical services workshop located in the Fourth South Pars Gas Refinery. *J Occup Hygiene Engineer*. 2015;2(3):1-9. [Link](#)
- Kralikova R, Wessely E. Lighting Quality, Productivity and Human Health. *Proceedings of the 27th International DAAAM Symposium*. 2016. [DOI:10.2507/27th.daaam.proceedings.009](#)
- Mohammadi A, Rastin A, Fouladi B, Gharagozlo F, Angali KA. Survey effect of illuminance source on alertness in a laboratory design. *Iran Occup Health*. 2019;16(5):88-97. [Link](#)
- Preto S, Gomes CC, editors. Lighting in the workplace: Recommended illuminance (LUX) at workplace environs. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019;776:180-191. [DOI:10.1007/978-3-319-94622-1_18](#)
- van de Werff T, van Lotringen C, van Essen H, Eggen B, editors. Design Considerations for Interactive Office Lighting: Interface Characteristics, Shared and Hybrid Control. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2019. [DOI:10.1145/3290605.3300640](#)
- Pachito DV, Eckeli AL, Desouky AS, Corbett MA, Partonen T, et al. Workplace lighting for improving mood and alertness in daytime workers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(3):CD012243. [PMID: 29498416 DOI: 10.1002/14651858.CD012243.pub2](#)
- Khajehnasiri F, Zakerian SA, Mousavi Fard ZS. Evaluation of Artificial Lighting in the Hospitals of Tehran University of Medical Sciences and the Satisfaction of the Medical Staff in 1400. *Occup Hygiene Health Promot*. 2022;6(2). [DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10302](#)
- Golmohamadi R, Shafiee Motlagh M, Jamshidi Rastani M, Salimi N, Valizadeh Z. Assessment of interior and area artificial lighting in hospitals of Hamadan city. *J Occup Hygiene Engineer*. 2014;1(1):47-56. [Link](#)
- Stefani O, Cajochen C. Should we re-think regulations and standards for lighting at workplaces? A practice review on existing lighting recommendations. *Front Psychiatry*. 2021;12:652161. [PMID: 34054611 DOI: 10.3389/fpsy.2021.652161](#)
- Askaripoor T, Motamedzade M, Golmohammadi R, Babamiri MB, Farhadian M, Ghaffari ME, et al. Non-visual effects of the light source "correlated color temperature" on electroencephalographic spectral power, sleepiness and neurobehavioral performance. *Iran Occup Health*. 2020;17(1):499-519. [Link](#)
- Hou D, He S, Dai C, Chen S, Chen H, Lin Y. Lighting scheme recommendation for interior workplace to adjust the phase-advance jet lag. *Build Environ*. 2021;198:107913. [DOI:10.1016/j.buildenv.2021.107913](#)
- Shekhari Suleimanalo S, Golmohammadi R. Estimation of "daylight autonomy" and "useful daylight illuminances" for industrial parks of Tehran. *Iran Occup Health*. 2010;6(4):29-37. [Link](#)
- Vetter C, Pattison PM, Houser K, Herf M, Phillips AJ,

- Wright KP, et al. A review of human physiological responses to light: implications for the development of integrative lighting solutions. *Leukos*. 2022;**18**(3):387-414. [DOI:10.1080/15502724.2021.1872383](https://doi.org/10.1080/15502724.2021.1872383)
35. Yekzamani P, Ashtarinezhad A, Aboulghasemi J, Masruri B, Arabian M, Alimohammadi I. Investigating the effect of different light intensities in work environments on Circadian rhythm using animal model. *Occup Med*. 2022;**14**(1). [DOI:10.18502/tkj.v14i1.9851](https://doi.org/10.18502/tkj.v14i1.9851)
 36. Ghasemi H, Elahi H, Samaei SE. Assessment and Feasibility Study of Improving the Artificial Lighting System in a Repair Workshop. *J Health Res Commun*. 2024;**10**(3):19-29. [Link](#)
 37. Samadi N, Zulghadar F, Ghorbani S. Evaluation of light intensity using GIS software in glazing, kiln and packaging units of Kashi Alvand 3 company. *The 9th national conference on occupational health and safety*. 2014. [Link](#)
 38. Country Eawhewcomsahsot. Occupational exposure limits. Environment and Work Health Center, Ministry of Health, Treatment and Medical Education. 2019 (industrial hygiene):307. [Link](#)
 39. Golmohammadi R, Hajiakbari M, Heydari Moghadam R, Zare R, Karami S. Internal lighting in girls' schools across Hamadan in 2006 and 2014. *Iran J Ergon*. 2015;**2**(4):48-54. [Link](#)
 40. Sepahi Zoeram F, Pakravan F, Esmailzade Kavaki M, Vahidi N. A Survey on the Intensity of Lighting in Elementary Schools of Bojnurd City. *Occup Hygiene Health Promot*. 2022;**6**(1):88-98. [DOI:10.18502/ohhp.v6i1.9409](https://doi.org/10.18502/ohhp.v6i1.9409)
 41. Azadi N, Boroun R, Hajibabaei M. Evaluation of quality of light and energy-efficiency for lighting systems in high schools in Ahvaz city. *Iran Occup Health*. 2016;**13**(3):24-32. [Link](#)