

Survey effect of illuminance source on alertness in a laboratory design

Abbas Mohammadi, Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran & Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Ali Rastin, MSc student, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Behzad Fouladi Dehaghi, (*Corresponding author) Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran & Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. fouladi-b@ajums.ac.ir, bdehaghi@gmail.com

Framarz Gharagozlo, Assistant Professor Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

Kambiz Ahmadi Angali, Associate Professor, Department of Bio-statistic, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Abstract

Background and aims: Workplaces with poor lighting conditions often cause occupational accidents or illness. Indoor lighting conditions, as one aspect of the work environment, influence on occupant's mood, well-being, task performance and work engagement. Greater satisfaction in case of lighting conditions at workplace is usually depending on higher work plane lighting, lighting uniformity, absence of glare, light directionality (ratio of horizontal and vertical illumination), as well as the presence of a window. Thus, selecting suitable lighting system is an important part of increasing productivity in the office work plan. Although Fluorescent lighting is a conventional system in a range of industrial and domestic applications, but newer technologies such as light-emitting diodes (LED) have begun to attract as one of the most promising candidates for sources of general illumination in the near future. This is due to variety of advantages such as lower power consumption, longer usable lifetime, greater eco-friendliness due to do not contain mercury and easier processing due to their small size and adaptable shape. Due to significant growth of the LED technology and the possibility of their replacement with Fluorescent technology, it is important to evaluate the effects of these modern lighting options on worker performance. In fact, lighting can cause acute emotional, behavioral, and cognitive problems. These effects of light may be dependent on parameters such as intensity, power, and type of light source. The aim of this study was to compare the effect of fluorescent and LED light sources on the alertness, cognitive performance and visual comfort level among student in a laboratory environment.

Methods: Twenty-eight participants (19 to 35 years of age) were recruited to participate in this study. All participants were screened for health problems, especially about neurological diseases, mental and visual disorders. Test environment is a room with dimensions of approximately 2 x 3 x 3 meters and without natural light (with no window). All lighting sources were installed on the ceiling of room test. 4 fluorescent tube lamp on the right side and 9 white LED lamps on the left side of room were installed. Under each of lighting source a table and chair to carry out the defined tasks were placed. Turn on/off button each of lighting source also is separate. This characteristic is extracted from the booklet of lamp Manufacturers. For each participant in the study, a series of tasks and tests to measure the level of alertness, cognitive performance and visual comfort was designed. EEG method was used to measure the level of alertness. For this purpose, NeXus-4 device was used for data collection. The NeXus-4 is a small and high-end biofeedback and neuro-feedback system which is totally suitable for professional grade physiological monitoring, and clinical applications. Data processing, digital Signal filtering, Trends report and statistical analysis is done by the Bio Trace software that is compatible with the device. Using this device, signals the brain activity of the participants were recorded. Nexus-4 takes advantage of active Noise Cancellation technology, where artifacts and external interference were reduced and provides high-quality EEG signals. Electrodes were placed on subjects' scalps according to the International 10-20 system. According to the instructions of device, reference electrode on the left ear was placed. Ground electrode (white) on the right ear and red electrode on the point Cz of the head (located in the occipital region) was placed. Gamma frequency range 35-45 Hz, beta frequency range 13-21 Hz, alpha frequency range 8-12 Hz, was set on the device. One goal of the study was to evaluate the effect of two different lighting sources (LED and fluorescent) on participant's performance during a computer-based visual task. For this purpose, "Freiburg Visual Acuity & Contrast Test" (FrACT) was used. In this method, participants by viewing the computer screen determine the orientation of ring and give the appropriate response via the computer keyboard as soon as possible. Then for each step, a performance indicator for contrast and visual acuity test were determined as follow calculation: (Total number of correct responses / Total duration of step). In following, the contrast and visual acuity threshold was determined by the software itself for each participant. For carry out this task, an experiment was used that proposed in 1999 by the Courret. Just as computer-based tasks, Landolt rings were used for paper-based tasks. The participants of this study received a sheet of white paper on which 96 Landolt ring was printed in grey (very low contrast), and they were asked to determine as quickly as possible the correct orientations of all the 96 rings by writing down the number counted each ring in the bottom of the page. Then, the number of errors was counted as a performance of paper-based tasks for two lighting environments. In addition, participants in this study had to express our visual comfort under two lighting sources. For this purpose, Office Lighting Survey (OLS) was used to evaluate the satisfaction of participants during each lighting sources. OLS is a simple, valid, reliable questionnaire-based assessment method for human satisfaction regarding office lighting. This questionnaire was presented by Elkland and Boyce in 1996. Participants in this study were asked to express their satisfaction or dissatisfaction of existing lighting sources with each statement by using the 4-point Likert scale with no neutral choice (yes, rather yes, rather no, no).

Keywords

Lighting,
Alertness level,
EEG,
Fluorescent,
LED

Received: 18/03/2018

Accepted: 03/05/2019

Results: the results obtained during the computer-based tasks under two different lighting sources. For both fluorescent and LED lighting source, average performance efficiency is 0.66 and 0.64, respectively. There was no statistically significant difference between the two different lighting conditions ($p=0.13$). A comparison of the average contrast threshold obtained during the contrast test between the two sources of lighting. For both fluorescent and LED lighting source, average contrast tests obtained 0.52 and 0.45, respectively. Again no statistically significant difference was observed between the two different lighting conditions ($p=0.356$). The results obtained during the paper-based tasks under two different lighting sources. The average of error in the identification of ring's orientation is more in LED lighting source than fluorescent lighting source. There was no statistically significant difference between the two different lighting conditions in orientations of up ($P = 0.074$), down ($P = 0.896$), right ($P = 0.713$) and left ($P = 0.246$). Also, the average number of error for all Landolt-ring orientations under two lighting sources. On average, under the fluorescent lighting, 3.93 rings and under the LED lighting, 4.93 rings were incorrectly identified by the participants. Comparing the average error in orientations of Landolt-ring show was no statistically significant difference between the two lighting conditions ($p=0.1 \geq 0.05$). The results of subjective visual comfort represented that the maximum difference between two lighting source in the second question (Q2) (In general, the lighting in this office is comfortable), Q3 (This color of light allows me to carry out the different tasks) and Q4 (My skin looks natural under the light.) were observed. Also statistical analysis showed a significant difference to these questions Where p-value was equal to Q2 (0.001), Q3 (0.011) and Q4 (0.003). The results of questionnaire analysis (subjective preferences and visual comfort) showed that the fluorescent lighting (66.83 points) was most preferred by the participants than LED lighting (51.83 points). There were statistically significant difference among the two lighting source where fluorescent light was significantly better preferred to LED light ($p = 0.002$). In terms of visual comfort, fluorescent light (68.1 points) was most comfortable than LED light (67.33 points) but there was no statistically significant difference between two lighting conditions ($p = 0.6$). Electroencephalograms mean relative power for alpha, beta and gamma frequency band at the CZ electrode were recorded. The mean relative power of frequency bands of all participants for LED lighting condition is more than fluorescent lighting condition. Also, in between three frequency band, alpha and beta bands were the biggest values. For gamma frequency band, T-test revealed that each lighting condition showed no statistically significant difference on alertness level of participant ($p=0.24$). Statistical analysis for alpha and beta frequency band showed a significant difference between two lighting source.

Conclusion: In general, participants in this study reported that they most comfortable in fluorescent lighting conditions and more preferred this lighting source than LED lighting source. Performance of participants in paper-based task was significantly better under the fluorescent lighting condition than under the LED lighting condition. Under fluorescent lighting conditions, participants on average 3.93 rings and under LED lighting condition 4.93 Ring incorrectly identified. This results show that Participants to carry out paper-based tasks under the LED lighting sources more likely commit to make errors. Even though these errors were not statistically significant, it can be inferred that the light source (fluorescent or LED) have a little effect on the carry out of paper-based tasks and the most important cause of error during cognitive tasks is the brightness level and individual variables such as age. The participant's performance in the computer-based tasks under fluorescent lighting source was better than LED lighting source. Visual acuity and contrast threshold of participant's under fluorescent lighting conditions is better than LED lighting conditions. But, no statistically significant difference was observed. In other words, we can conclude that participants while performing computer tasks did not show better or worse performance under both lighting source. These conclusions indicate that the light source (fluorescent or LED) does have little impact on computer-based tasks. Also similarly studies carried out by Linhart et al. (2011) and Shamsul et al. (2013) that don't show significant difference in visual acuity and contrast thresholds users and this may indicate that the FrACT test is not appropriate for this particular field. During the assessment of subjective visual comfort, the first question (I like the lighting in this office) scored satisfaction of 75% for fluorescent lighting source and 61% for LED lighting source. The second question (In general, the lighting in this office is comfortable.) scored satisfaction of 74% for fluorescent lighting source and 52% for LED lighting source and there were statistically significant difference among the two lighting source for this question. As a matter of fact, only the differences in statements of Q2, Q3 and Q4 are statistically significant that's shows participants in this study subjectively most comfortable in fluorescent lighting conditions than LED lighting source. However, the absence of significance in other cases may be due to the small number of study participants. As regards the questions of visual comfort questionnaire was designed based on two dimension preference and visual comfort, the results of comparison these two dimension show that fluorescent lighting to LED lighting is the most preferred and the results are statistically significant. Comparison the visual comfort result of the participants also showed that fluorescent lighting to LED lighting is the most comfortable sources but this was not statistically significant. The results suggest that 50% of the participants prefer fluorescent light to LED light for carry out cognitive tasks. In this study, we analyzed the EEG spectral power measured on the participants in order to compare the effects of LED and fluorescent lighting on alertness. In our study, results showed that the EEG power for alpha, beta and gamma frequency bands for LED lighting are more than fluorescent lighting. This increase in the range of alpha and beta frequency bands was significant. This indicates that LED lighting could disturb human alertness in compared with fluorescent lighting. Hawes et al. recently shown that, the LED lighting in compare with the fluorescent lighting may have positive effects on perception, cognition and affective state. However, our results proved the opposite of this report. In contrast, our results indicate that the LED lighting have significantly effect on the alertness, cognitive performance and visual comfort level. As we examined only some short-term effects of LED lighting in a small community and long-term effect should be studied in the future.

Conflicts of interest: None

Funding: Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences

How to cite this article:

Mohammadi A, Rastin A, Fouladi Dehaghi B, Gharagozlo F, Ahmadi Angali K. Survey effect of illuminance source on alertness in a laboratory design. *Iran Occupational Health*. 2019-2020 (Dec-Jan);16(5):88-97.

*This work is published under [CC BY-NC-SA 1.0 licence](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

مقدمه

فلورسنت، بسیار مهم است تا اثرات این گزینه روشنایی مدرن بر روی عملکرد کارکنان اداری سنجیده شود. در حقیقت، نور می‌تواند مشکلات شناختی، رفتاری و عاطفی ایجاد نماید (۷). علاوه بر این، چلاپا و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند نور می‌تواند اثرات مزمن بر روی خواب و کارکرد عصبی - شناختی ایجاد نماید (۱). این اثرات نور ممکن است به پارامترهایی از قبیل شدت نور، قدرت نور و نوع منبع نور وابسته باشد. همچنین گوان و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای انجام دادند که در آن از الکترو آنسفالوگرام برای مقایسه تأثیر نور فلورسنت و ال ای دی بر روی افراد استفاده شد. نتایج مطالعه آن‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو منبع نور نشان نداد (۸). شامسول و همکاران (۲۰۱۳) در خصوص تأثیر دمای رنگ بر روی عملکرد، هوشیاری و آسایش بینایی دانشجویان مطالعه‌ای انجام دادند. نتایج ایشان بیان داشتند که دمای رنگ اثر معنی‌داری در سطح هوشیاری دارد (۹). بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، مقایسه اثر منبع روشنایی فلورسنت و ال ای دی بر سطح هوشیاری افراد می‌باشد.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی ۲۸ دانشجوی (۲۰ مرد و ۸ زن) با محدوده سنی ۱۹ تا ۳۵ سال و میانگین ۲۵/۱۸ و انحراف معیار ۴/۷ سال، داوطلبانه مشارکت داشتند. همه شرکت‌کننده‌ها از لحاظ تاریخچه پزشکی حال و گذشته و مخصوصاً در مورد بیماری‌های عصبی و روانی و اختلالات بینایی مورد غربالگری قرار گرفتند (طبق اظهار نظر خودشان). افرادی که در شب کار می‌کردند یا کسانی که بعد از ساعت ۱ شب به تخت خواب می‌رفتند و همچنین افرادی که هر نوع داروی پزشکی مصرف می‌کردند و کسانی که کور رنگی، ضعف در تشخیص رنگ و سایر اختلالات چشمی داشتند از مطالعه حذف شدند. قبل از شرکت در مطالعه اهداف و روش کار برای افراد شرکت‌کننده شرح داده شد. سپس به هر کدام از

در جامعه مدرن ما نمی‌توانیم محیط‌های کاری را بدون منبع روشنایی تصور کنیم، زیرا انسان برای انجام هرگونه فعالیت و بهره‌وری بیشتر به شدت نیاز به نور دارد. محیط‌های کاری با شرایط روشنایی ضعیف اغلب حوادث و بیماری‌های شغلی را به دنبال دارند و این به دلیل اثرات بصری و غیر بصری نور بر روی متغیرهای فیزیولوژیکی متعدد مثل چرخه خواب - استراحت و عملکردهای شناختی می‌باشد (۱، ۲). ویتچ و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که ارزیابی بیشتر از محیط کاری با رضایت شغلی مرتبط است و به نتایج سازمانی از قبیل غیبت از کار ناشی از حوادث منجر می‌شود (۳). شرایط روشنایی داخلی به‌عنوان یکی از جنبه‌های محیط کار خلق‌وخوی ساکنین^۱، آسایش، عملکرد کاری و درگیری شغلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴). رضایت بیشتر در خصوص شرایط روشنایی محیط کار معمولاً به تأمین روشنایی بیشتر در محیط کار، یکنواختی میزان روشنایی، فقدان خیرگی، جهت نور (نسبت روشنایی افقی و عمودی) و بعلاوه وجود یک یا چند پنجره وابسته است (۵). بنابراین انتخاب یک سیستم روشنایی مناسب، بخش مهمی در افزایش بهره‌وری کارکنان در محیط‌های کاری اداری به شمار می‌ورد. اگرچه منابع روشنایی فلورسنت از سیستم‌های مرسوم روشنایی در محدوده کاربردهای صنعتی و خانگی به شمار می‌روند، اما تکنولوژی‌های جدیدتر مثل دیودهای منتشرکننده نور^۲ (ال ای دی، LED) به یکی از کاندیداهای جذاب روشنایی عمومی در آینده نزدیک تبدیل شده‌اند و این به علت مزایای متعدد آن‌ها شامل مصرف انرژی پایین‌تر، عمر مفید بالاتر، دوستدار محیط‌زیست بودن آن‌ها به دلیل اینکه حاوی جیوه نمی‌باشند، فرایند عملکردی آن‌ها به دلیل شکل و اندازه کوچکی که دارند می‌باشد (۶). به دلیل رشد چشمگیر تکنولوژی ال ای دی و احتمال جایگزین شدن آن‌ها با تکنولوژی

¹ Occupant's mood

² Light-Emitting Diodes (LED)

اندازه‌گیری سطح هوشیاری به روش الکتروانسفالوگرافی (EEG)، از دستگاه نکسوس-۴ (ساخت شرکت Mind Media B.V.، هلند) استفاده گردید. پردازش داده‌ها، فیلتر کردن دیجیتال، گزارش روندها و آنالیزهای آماری اولیه به وسیله نرم‌افزار بیوتریس (Bio Trace) منطبق با دستگاه انجام گرفت (۱۰). نکسوس-۴ از تکنولوژی حذف صداهای فعال استفاده می‌کند، که در آن آرتیفکت‌ها و تداخلات خارجی کاهش می‌یابد و سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی با کیفیت را فراهم می‌کند. برای قرار دادن الکترودها از استاندارد بین‌المللی ۱۰/۲۰ استفاده گردید (۱۱، ۱۲). از ورودی A دستگاه نکسوس برای اندازه‌گیری الکتروانسفالوگرافی استفاده گردید و مطابق دستورالعمل دستگاه، گوش چپ برای الکتروود مرجع استفاده شد. الکتروود قرمز بر روی نقطه Cz (سر) واقع در

شرکت‌کننده‌ها پس از ورود به محل آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه جهت تطابق با محیط فرصت داده شد. محیط آزمایش یک اتاق مجزا به ابعاد ۳×۳×۲ متر و فاقد نور طبیعی (بدون هیچ‌گونه پنجره) بود. همه منابع روشنایی در یک ارتفاع و بر روی سقف اتاق انجام آزمایش نصب شده بودند. ۴ لامپ فلورسنت در سمت راست اتاق و ۹ لامپ ال ای دی سفید در سمت چپ اتاق و در ۲ متری بالای میز کار و بر روی سقف نصب شدند. کلید خاموش و روشن کردن هر کدام از منابع نوری نیز کاملاً مجزا بود. مشخصات هر دو منبع روشنایی که بر اساس کاتالوگ منابع استخراج شده است در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. جهت تعیین میزان روشنایی هر یک از منابع روشنایی از دستگاه لوکس متر هاگنر مطابق با راهنمای اندازه‌گیری روشنایی ایران OEL-L-9507 استفاده گردید. برای

جدول ۱- مشخصات منابع نوری مورد استفاده در مطالعه

مقادیر	فلورسنت	ال ای دی
نوع چراغ	۲ چراغ T8	۹ چراغ سقفی High Power
توان (وات)	۱۸	۴
ولتاژ (ولت)	۲۳۰	۲۳۰
شار نوری (لومن)	۹۰۰	۲۲۰
بهره نوری (لومن بر وات)	۵۰	۵۵
طول عمر (ساعت)	۱۰۰۰۰	۲۵۰۰۰
میانگین روشنایی افقی چراغ‌ها (لوکس)	۳۳۷	۳۵۴
میانگین درخشندگی چراغ‌ها (فوت کندل)	۱۸	۲۰/۲

سوالات	بله نسبتاً	خیر نسبتاً	نحوه امتیاز دهی
۱- به میزان روشنایی این اتاق حس خوبی دارم.			بله = ۳+
۲- بطور کلی میزان روشنایی این اتاق راحت است.			نسبتاً بله = ۲+
۳- رنگ لامپ این اجازه را به من می‌دهد تا کارهای مختلف را به راحتی انجام دهم.			نسبتاً خیر = ۱+
۴- رنگ پوست من در زیر نور این چراغ طبیعی به نظر می‌رسد.			خیر = ۰*
۵- منبع روشنایی این اتاق را خیلی گرم کرده است.			
۶- منبع روشنایی این اتاق را خیلی سرد کرده است.			
۷- احساس درد در چشم دارم.			بله = ۰*
۸- پلک‌های چشم من خیلی سنگین هستند.			نسبتاً بله = ۱+
۹- حس خشک بودن را در چشم‌هایم دارم.			نسبتاً خیر = ۲+
۱۰- احساس سوختگی در چشم‌ها دارم.			خیر = ۳+
۱۱- وقتیکه در زیر نور لامپ کار می‌کنم احساس سردرد دارم.			
۱۲- در مشاهده اشیاء روی صفحه نمایش مشکل دارم.			

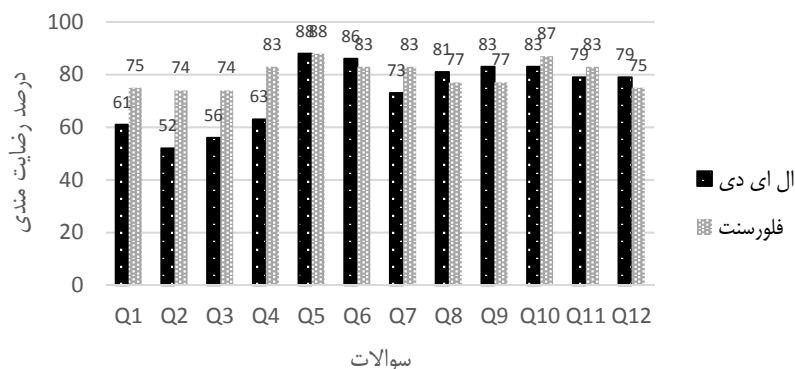
شکل ۱- پرسشنامه بررسی روشنایی اداری

(شکل ۱).

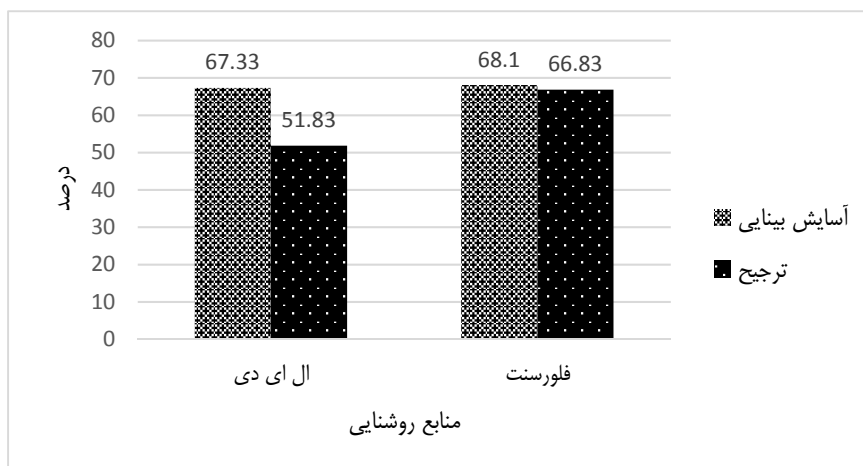
یافته‌ها

شدت روشنایی و درخشندگی منبع روشنایی فلورسنت به ترتیب ۳۳۷ لوکس و ۱۸ فوت کندل و منبع روشنایی ال ای دی برابر با ۳۵۴ لوکس و ۲۰/۲ فوت کندل اندازه‌گیری و ثبت گردید. شکل شماره ۲ نتایج ارزیابی آسایش بینایی ذهنی را نشان می‌دهد. ۲۸ نفر شرکت‌کننده در مطالعه به درستی پرسشنامه مربوطه را پر کردند. تنها تفاوت در اظهارات سؤال Q2 (به‌طور کلی میزان روشنایی این اتاق راحت است)، اظهارات سؤال Q3 (رنگ لامپ این اجازه را به من می‌دهد تا کارهای مختلف را به راحتی انجام دهم) و اظهارات سؤال Q4 (رنگ پوست من در زیر نور این

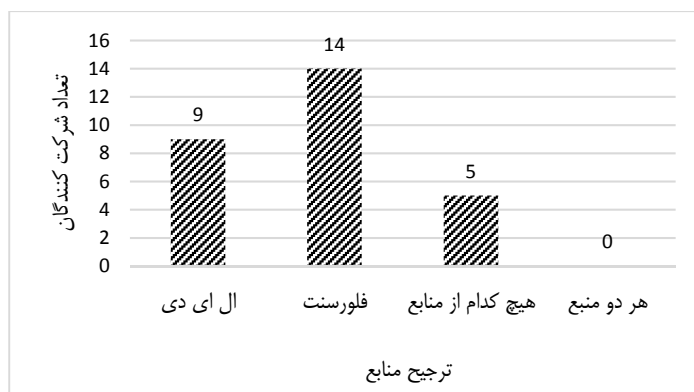
ناحیه اکسیپیتال) و الکتروود زمینه (سفید) بر روی گوش راست قرار داده شد. فرکانس گاما در طیف ۴۵-۳۵ هرتز، فرکانس بتا در طیف ۲۱-۱۳ هرتز و فرکانس آلفا در طیف ۸-۱۲ هرتز جمع‌آوری گردید. هم‌چنین جهت ارزیابی آسایش بینایی مشارکت‌کنندگان از پرسشنامه بررسی روشنایی اداری (Office Lighting survey: OLS) استفاده گردید. OLS یک روش ارزیابی ساده، معتبر و قابل اعتماد مبتنی بر پرسشنامه است که برای رضایت شغلی انسان در ارتباط با روشنایی اداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پرسشنامه توسط بویس و الکلند در سال ۱۹۹۶ ارائه گردید (۱۳). از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد تا میزان موافقت خود را در هر کدام از حالت‌ها و بر اساس یک مقیاس ۴ حالت‌ه پاسخگویی و بدون هیچ‌گونه انتخاب خنثی بیان دارند



شکل ۲- نتایج ارزیابی آسایش بینایی ذهنی بین دو منبع روشنایی فلورسنت و ال ای دی



شکل ۳- مقایسه سطح ترجیح و آسایش بینایی شرکت‌کننده‌ها برای دو منبع روشنایی فلورسنت و ال ای دی



شکل ۴- مقایسه ترجیح ذهنی شرکت کنندگان بین دو منبع روشنایی فلورسنت و ال ای دی

جدول ۲- آماره‌های توصیفی شرکت کنندگان در ۳ باند فرکانسی

نوع منبع نور	موج	باند (هرتز)	دامنه (میکرو ولت)	میانگین توان (میکرو ولت مربع)	حداکثر	حداقل
فلورسنت	گاما	۳۵-۴۵	۰/۲	۰/۸۴	۹/۷	۰
	بتا	۱۳-۲۱	۴/۵	۱۵۴	۶۶۰	۲۰/۵
	آلفا	۸-۱۲	۷/۵	۲۲۳	۴۸۵/۸	۲۹/۳
ال ای دی	گاما	۳۵-۴۵	۱/۲	۹/۳	۱۷/۱	۰
	بتا	۱۳-۲۱	۳۱/۹	۲۵۵	۱۰۱۶	۷۳/۴
	آلفا	۸-۱۲	۱۳/۳	۲۴۱	۷۹۷	۷۰

برای دو منبع روشنایی فلورسنت و ال ای دی ارائه می‌دهد. همچنین میانگین توان امواج مغزی آنسفالوگرام برای باندهای فرکانسی آلفا، بتا و گاما شرکت کنندگان برای منابع نوری ال ای دی و فلورسنت در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین توان نسبی باندهای فرکانسی افراد در مواجهه با منبع نوری ال ای دی بالاتر می‌باشد. همان‌طور که در نمودار مذکور نشان داده شده است، از ۳ باند فرکانسی ارزیابی شده، باندهای آلفا و بتا بیشترین تفاوت را داشته‌اند. نتایج حاصل از آزمون T-test، برای امواج گاما اختلاف معناداری را بین دو منبع روشنایی نشان نداد ($p = ۰/۲۴$). در حالی که امواج آلفا و بتا از نظر آماری اختلاف معناداری را بین دو منبع روشنایی نشان دادند (مقدار p-value برای امواج آلفا و بتا به ترتیب برابر با صفر و $۰/۰۰۸$ به دست آمد).

بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با نتایج ارزیابی آسایش بینایی ذهنی با

چراغ طبیعی به نظر می‌رسد) که از نظر آماری معنی‌دار بود (مطابق آزمون t-Test انجام شده بر روی داده‌ها، میزان p-value برای اظهارات Q2، Q3 و Q4 به ترتیب برابر با $۰/۰۰۱$ ، $۰/۰۱۱$ و $۰/۰۰۳$ بود). نتایج آنالیز پرسشنامه (آسایش بینایی و ترجیح ذهنی) در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است. مطابق با شکل مذکور، شرکت کنندگان نور فلورسنت ($۶۶/۸۸$ امتیاز) را نسبت به نور ال ای دی ($۵۱/۸۳$) بیشتر ترجیح داده‌اند. و از نظر آماری نیز اختلاف معناداری بین دو منبع روشنایی مشاهده گردید ($p = ۰/۰۰۲$). همچنین مطابق شکل ۳، از نظر آسایش بینایی نیز نور فلورسنت ($۶۸/۱$ امتیاز) در مقایسه با نور ال ای دی ($۶۷/۳۳$ امتیاز) منبع نوری راحت‌تری قلمداد شد، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین این دو منبع روشنایی در این خصوص مشاهده نگردید ($p = ۰/۰۶$). شکل ۴ نتایج حاصل از ترجیح ذهنی افراد را نسبت به هر یک از منابع روشنایی، نشان می‌دهد. جدول ۲ آماره‌های توصیفی شرکت کنندگان را در باندهای فرکانسی آلفا، بتا و گاما

آقایان و ۴۲٪ خانم‌ها شرایط نوری ۴۰۰۰ درجه کلویان را به سایر منابع نوری ترجیح دادند (۱۵) که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد. هم‌چنین در این مطالعه، ما قدرت طیفی الکتروآنسفالوگرافی را به منظور مقایسه اثرات منابع روشنایی ال ای دی و فلورسنت بر روی هوشیاری شرکت‌کننده‌ها تجزیه و تحلیل کردیم. نتایج نشان داد که قدرت باندهای فرکانسی آلفا، بتا و گاما شرکت‌کننده‌ها در زیر منابع روشنایی ال ای دی به مراتب بیشتر از منابع روشنایی فلورسنت بود. این افزایش در محدوده باندهای فرکانسی آلفا و بتا معنی‌دار بود و می‌توان نتیجه گرفت که منابع روشنایی ال ای دی می‌تواند هوشیاری انسان را در مقایسه با منابع روشنایی فلورسنت مختل کند که این یافته با نتایج مطالعه کولر و لایک (۱۹۹۸)، بادیا و همکاران (۱۹۹۱) و وارد (۲۰۰۳) مطابقت دارند (۷، ۱۶، ۱۷).

پارک و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود بیان داشتند که تعامل قابل توجهی بین روشنایی و دمای رنگ وجود دارد و افراد احساس بهتری در شرایط نوری روشن و گرم دارند (۱۸) که این یافته با مطالعه حاضر که شرکت‌کنندگان منبع روشنایی فلورسنت را ترجیح دادند موافقت دارد. هم‌چنین مطالعات راه چمنی و همکاران (۲۰۱۸) و هاووز و همکاران (۲۰۱۲)، بیان داشتند که منابع روشنایی ال ای دی در مقایسه با منابع روشنایی فلورسنت اثرات مثبتی بر روی حالات شناختی، ادراکی و هوشیاری افراد دارد (۱۹، ۲۰).

در حالی که نتایج مطالعه حاضر نشان داد منابع روشنایی ال ای دی به‌طور معنی‌داری هوشیاری، عملکرد شناختی و آسایش بینایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. که این اختلاف می‌تواند ناشی از تعداد افراد مشارکت‌کننده، دمای رنگ و توان منابع روشنایی مورد استفاده باشد. لی و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای در دانشگاه علوم پزشکی سئول کره جنوبی و تحت عنوان "اثرات روشنایی ال ای دی بر روی الکتروآنسفالوگرام در مقایسه با نور فلورسنت" را بر روی ۱۳ دانشجو انجام

استفاده از پرسشنامه OLS، از سؤال ۱، مقدار ۷۵ درصد رضایت برای منابع نوری فلورسنت و ۶۱ درصد رضایت برای منابع نوری ال ای دی و از سؤال ۲، مقدار ۷۴ درصد رضایت برای منابع نوری فلورسنت و ۵۲ درصد رضایت برای منابع نوری ال ای دی تعیین گردید. که از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار بود. که این امر بیانگر این مطلب می‌باشد که کاربران از نظر ذهنی احساس خوشایندتری به روشنایی حاصل از منابع فلورسنت نسبت به منابع ال ای دی دارند. در مجموع بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه OLS که در شکل ۱ نیز نشان داده شده است، در اظهارات سؤال دوم (به‌طور کلی میزان روشنایی این اتاق راحت است)، اظهارات سؤال سوم (رنگ لامپ این اجازه را به من می‌دهد تا کارهای مختلف را به راحتی انجام دهم) و اظهارات سؤال چهارم (رنگ پوست من در زیر نور این چراغ طبیعی به نظر می‌رسد) شرکت‌کننده‌ها تفاوت معناداری را نشان دادند و می‌توان گفت که شرکت‌کنندگان در این مطالعه منابع نوری فلورسنت را به منابع نوری ال ای دی بیشتر ترجیح دادند. که این یافته با نتایج مطالعه لینهارت و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد (۱۴). با توجه به اینکه سؤالات پرسشنامه آسایش بینایی بر اساس ۲ بعد ترجیح و آسایش بینایی طراحی شده است، مطابق شکل ۲ نتایج حاصل از مقایسه این دو بعد که شرکت‌کنندگان بر اساس ذهنی به آن پاسخ دادند نشان می‌دهد که از نظر ترجیح، نور فلورسنت نسبت به نور ال ای دی بیشتر ترجیح داده شد و نتایج از نظر آماری نیز معنی‌دار می‌باشد. مقایسه نتایج از نظر آسایش بینایی نیز نشان داد منبع نوری فلورسنت از نظر شرکت‌کنندگان منبع راحت‌تری نسبت به منبع نوری ال ای دی قلمداد شده است ولی این مقایسه از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مطالعه‌ای که توسط پارک و همکاران (۲۰۱۰) انجام گرفت و از پرسشنامه OLS جهت سنجش آسایش بینایی شرکت‌کننده‌ها استفاده گردید نشان دادند که ۵۵٪

Melatonin, Alertness and Cognitive Performance: Can Blue-Enriched Light Keep Us Alert? PLoS One. 2011; 6(1): e16429.

2. Mohebian Z, Dehghan H. The relationship of sleep quality and mental fatigue in different levels of lighting on attention and reaction time in thermal comfort condition. Iran Occup Health. 2018;14(5):85-94. [Persian].

3. Veitch JA, Charles KE, Farley KM, Newsham GR. A model of satisfaction with open-plan office conditions: COPE field findings. J Environ Psychol. 2007; 27(3):177-89.

4. Veitch JA, Newsham GR, Boyce P, Jones C. Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach. Light Res Technol. 2008;40(2):133-51.

5. Veitch J, Geerts J, Charles K, Newsham G, Marquardt C. Satisfaction with lighting in open-plan offices: COPE field findings. Proceed Lux Eur. 2005. 2005:414-7.

6. Yam F, Hassan Z. Innovative advances in LED technology. Microelectron J. 2005;36(2):129-37.

7. Kuller R, Laike T. The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance and physiological arousal. Ergonomics. 1998;41(4):433-47.

8. Lee GT, Lee C, Kim D, Kim H, Woo S, Jung KY. Effects of Light-Emitting Diode Light on Human Electroencephalogram in Comparison with Fluorescent Light. J Korean Sleep Res Soc. 2012;9:28-33.

9. Shamsul B, Sia C, Ng Y, Karmegan K. Effects of light's colour temperatures on visual comfort level, task performances, and alertness among students. Am J Public Health Res. 2013;1(7):159-65.

10. Mind Media Bio Trace software manual. 2014.

11. Sharbrough F, Chatrian G, Lsner R, Luders H, Nuwer M, Picton T. Guidelines for Standard Electrode Position Nomenclature Bloomfield: American EEG Society. 1990.

12. Jafari MJ, Pouyakian M, Khosrowabadi R, Taheri F, Nahvi A, Zokaei M. Brainwave recording protocol in human samples: Neuroergonomics studies. Iran Occup Health. 2018;15(3):141-153. [Persian]

13. Eklund NH, Boyce PR. The development of a reliable, valid, and simple office lighting survey. J Illumin Engineer Soc. 1996; 5(2):25-40.

14. Linhart F. Energetic, visual and non-visual aspects of office lighting. (Dissertation) école polytechnique fédérale de lausanne. Environl Engineer. 2010.

15. Sharbrough F, Chatrian G, Lsner R, Luders H, Nuwer M, Picton T. Guidelines for Standard Electrode Position Nomenclature Bloomfield: American EEG Society. 1990.

دادند. نتایج نشان داد که قدرت طیفی الکتروآنسفالوگرافی هیچ‌گونه تفاوتی بین شرایط روشنایی ال ای دی در مقایسه با شرایط روشنایی فلورسنت ندارد (۹). این یافته در خصوص امواج گاما ثبت شده در مطالعه حاضر مطابقت نشان می‌دهد اما در امواج آلفا و بتا اختلاف وجود دارد که این امر می‌تواند ناشی از شرایط آزمایش، تعداد افراد و شدت روشنایی ایجاد شده باشد. با توجه به اینکه مطالعات انجام گرفته در زمینه اثرات روشنایی بر عملکرد افراد از نوع کیفی می‌باشند و موارد کمی در این خصوص کم می‌باشند. مطالعه حاضر با رویکرد سنجش کمی و کیفی صورت پذیرفت که مطابق نتایج مشخص گردید که افراد مشارکت‌کننده نور حاصل از منابع روشنایی فلورسنت را ترجیح می‌دهند و احساس بهتری در این شرایط در قیاس با منابع ال ای دی بیان داشتند. همچنین مقادیر پارامترهای بیانگر هوشیاری (امواج آلفا، بتا) در سنجش الکتروآنسفالوگرافی تحت نور تأمین شده توسط منابع ال ای دی، بالاتر ثبت شدند. که بالاتر بودن این مقادیر نشان‌دهنده تأثیر نامطلوب بر سطح هوشیاری می‌باشد. همچنین این مطالعه پیشنهاد می‌نماید در مطالعات آینده تعداد افراد بیشتر و مقایسه منابع روشنایی با نور روز مدنظر قرار گیرند.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشجوی علی راستین با کد طرح U-95014 می‌باشد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی مشارکت‌کنندگان در این مطالعه تشکر نمایند. همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز قدردانی می‌نمایند.

References

1. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Götz T, Cajochen C. Non-Visual Effects of Light on

16. Jafari MJ, Pouyakian M, Khosrowabadi R, Taheri F, Nahvi A, Zokaei M. Brainwave recording protocol in human samples: Neuroergonomics studies. *Iran Occup Health*. 2018;15(3):141-153. [Persian]
17. Eklund NH, Boyce PR. The development of a reliable, valid, and simple office lighting survey. *J Illumin Engineer Soc*. 1996; 5(2):25-40.
18. Linhart F. Energetic, visual and non-visual aspects of office lighting. (Dissertation) école polytechnique fédérale de lausanne. *Environl Engineer*. 2010.
19. Park BC, Chang JH, Kim YS, Jeong JW, Choi AS. A study on the subjective response for corrected colour temperature conditions in a specific space. *Indoor Built Environ*. 2010; 9(6):623-37.
20. Badia P, Myers B, Boecker M, Culpepper J, Harsh J. Bright light effects on body temperature, alertness, EEG and behavior. *Physiol Behav*. 1991;50(3):583-8.
21. Ward LM. Synchronous neural oscillations and cognitive processes. *Trends Cog Sci*. 2003;7(12):553-9.
22. Park JY, Ha RY, Ryu V, Kim E, Jung YC. Effects of color temperature and brightness on electroencephalogram alpha activity in a polychromatic light-emitting diode. *Clin Psychopharmacol Neurosci*. 2013;11(3):126.
23. Hawes BK, Brunyé TT, Mahoney CR, Sullivan JM, Aall CD. Effects of four workplace lighting technologies on perception, cognition and affective state. *Int J Indust Ergonom*. 2012;42(1):122-8.
24. Rahchammani MS, Zakeriyan A, Azama K. Comparative survey on the effect of fluorescent lamps and LED color temperature on staffs psychologically indicators at the office. *Iran Occup Health*. 2018;15(5): 30-37. [Persian]