Archive of SID

Iran Occupational Health

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

Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):66-78.

Investigating the effect of light color temperature on selective attention, error and human reaction time

Mohammad Hosein Beheshti, PhD Candidate, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Social Development and Health Promotion Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
Roohalah hajizadeh, Assistant Professor, Occupational Health Engineering Department, School of Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran
Ehsan hamamizadeh, PhD Student, Department of Occupational Health, School of Health, Tarbiat Modares University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Ebrahim Taban, PhD, Department of Occupational Health, School of Health, Tarbiat Modares University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Farahnaz Khajenasiri, Department of Community Medicine, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Mostafa Jafari Zaveh, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Social Determinants of Health Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
Razieh Jafari Zadeh, Department of Public Health, Faculty of Health, Social Determinants of Health Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
Ali Tajpoor, Student in Occupational Health, Department of Occupational Health, School of Health, Tarbiat Modares University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Yoosef Faghihnia Torshizi, PhD of Computer Sciences, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Seyyed Ehsan Samaei, (*Corresponding author) PhD Candidate, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Mazanderan University of Medical Sciences, Sari, Iran. samaeiehsan89@gmail.com

Abstract

Background and aims: The reaction time of humans that affected by several factors includes the time that takes to stimulate the sensory organs and the stimulus effect is transmitted to the brain, then is perceived and the decision is made; consequently, the command resulting from the decision of the brain is sent from the brain to the functional organs. Failure to respond at the right time may result in human error and accidents. There are important factors that affect the reaction time. Attention is one of the important factors affecting the speed of the reaction. Selective attention and correct perception of several stimuli among the other stimuli is one of the effective factors in promoting performance and safety. Additionally, various environmental factors may be effective in determining selective attention, increasing the number of errors and the human response time in detecting triggers. Lighting is one of the factors affecting the processing mechanisms of the brain. In the design of indoor and outdoor lighting systems, the quality parameters of the lighting system are usually less considered. Color temperature is one of the most important qualitative parameters of light, which is measured by the Kelvin unit and is an indicator for the brightness and color of the light. The aim of this study was to investigate the effect of light color temperature on selective attention, error rate and reaction time.
Methods: This research is an interventional and laboratory study in order to determine the effect of the light color temperature on human error, selective attention, and reaction time of students in Tarbiat Modares University (TMU) of Tehran during the fall of 2018. All students were in the same age range. The inclusion criteria for this study were; not having any eye-related diseases, such as diminished vision and subtlety, and mental-psychiatric disorders. On the day before performing the test, participants were informed to: have enough sleep and rest, adhere to a regular diet, and avoid taking medicines, coffee and caffeinated drinks. In this interventional study, 92 students (36 female and 56 male) from Tarbiat Modarres University of Tehran with an average age of 28.33 years were recruited as subjects. The measurements and tests related to selective attention and reaction time of individuals were performed in 4 locations with an equal lighting system and different color temperatures (3500, 4000, 5000, or 6500 degrees Kelvin). In the first step of the study, in order to determine the effect of light color temperature on the studied parameters, the participants were randomly divided into four groups with 24 subjects in each group. Before the main test was being performed, the participants were kept in rooms adjusted to a brightness of 3500° K to rest for at least 5 minutes in order to be adapted to the situation, and then, in the same conditions, to become familiar with the test method they were studied with the Stroop software. In the second step, each group was placed in a separate room where the levels of brightness had been designed with one of the lighting systems to yield a color temperature of 3500, 4000, 5000, and 6500° K. Cognitive performance tests including reaction time, accuracy and selective attention were measured using Stroop tests. Measurement of score interference and time interference, which are indicators for selective attention, were calculated by measuring the difference in the error rate and the reaction time in detecting incongruent and consonant words. Stroop test was used to determine the reaction time, error and other parameters. This test consists of two parts; the practice and the main test, each of them has two

Keywords
Color temperature,
Light,
Selective attention,
Reaction time

Received: 25/06/2018
Accepted: 13/06/2019

www.SID.ir

Archive of SID

stages. The first step is to name the color of circular shapes that appears on the laptop monitor screen. The participant, upon viewing the image, applies pressure on keyboard buttons which are labeled with colors corresponding to the ones on the screen. The second step is to name the word which appears in a white box. The names of the colors appear, and as soon as the correct word is recognized, the participant should press the color word associated to the word on the keyboard. The third step, which is the main stage of the test, is a non-consistent word (red-green-blue) that shown randomly and sequentially on the monitor's screen. The subject must only press the keyboard button with the same color, only emphasizing the color and regardless of its connotation. In this test, 48 consistent colored words (the color of the word is identical with the meaning of the word; red, yellow, green and blue) and 48 non-consistent colored words (the color of the word is not the same as the word meaning; for example, the blue word shown in red). The time lap between the stimulants was 800 milliseconds and the duration of each of them was 2000 milliseconds. The subject's task was to select the correct color only. Finally, the data were analyzed using SPSS software.

Results: Based on the results of this study, the highest mean of correct selection (474.49 ± 10.65) and the lowest mean of the correct ones (654.49 ± 11.77) were assigned to the color temperature of 6500 and 3500 ° K, respectively. Also, the highest mean of error rate (15.65 ± 9.77) and the lowest mean of error rate (10.94 ± 9.4) were reported at a color temperature of 3500 and 6500 ° K, respectively. According to the results of this study, with increase in color temperature from 3500 to 5000° Kelvin, the number of questions that were not responded decreased. Likewise, the number of unanswered questions for the color temperature of 6500 °K slightly increased compared to the color temperature of 5000 and 4000 °K. The results also indicated that, with an increase in color temperature from 3500 to 6500 °K, the reaction time to visual stimuli also decreased.

The highest interference score was in the light color temperature of 3500 °K which indicates that the number of faults in naming inconsistent words relative to consonant words was higher in color temperature of 3500° K compared to other color temperatures. Also, according to Fig. 3, the maximum interference time was at 6500 ° K. This indicates that the performance time of the subjects in naming inconsistent words was higher relative to consonants in color temperature of 6,500° K compared to other color temperatures. Although the average response time under lighting condition with color temperature of 6500° K (718.95 ± 65.33) was less than the color temperature of 3500° K (728.58 ± 43.48), according to the results of the study, with a decrease in color temperature, the increase in mean response time was observed, but this difference was not significant ($p < 0.05$).

In the present study, we compared the mean of the studied variables (interference score, interference time, correct number, number of errors, unanswered items and response time) among classified groups tested under different lighting conditions with color temperatures (3000, 4000, 5000, and 6500 degrees Kelvin). One-way ANOVA was used for data analysis. Based on the results of Tukey's post-test, the mean of correct responses under lighting conditions with a color temperature of 6,500 ° K was significantly higher than the other color temperatures, and the average for the number of correct responses at the color temperature of 5000 was significantly higher than 3500 and 4000° K ($p < 0.05$). The average of error rate in color temperature of 6500 ° K was significantly lower than the mean error rate in color temperature of 3500 and 4000 ° K, and also the average of error rate under lighting condition with color temperature of 5000 K was significantly lower than 3500 and 4000 ° K. 0> p). Also, based on independent t-test (Table 2), there was a significant relationship between subjects' gender and variables such as interference score, interference time and number of unanswered questions. For all of these three variables (interference score, interference time and number of unanswered questions) mean in men was significantly lower than women ($p < 0.05$). Based on subjects' gender, the average response time under different color temperatures showed that the response time (or reaction time) of female under lighting conditions with 3000 and 5,000 ° K was higher than male, while under lighting conditions with 4000 and 6500° K the response time of male was higher than female students. Although the average response time under different color temperatures was different between male and female subjects, based on the results of independent t-test, such difference was not significant.

Conclusion: In general, the results of this study showed that when subjects are exposed to light color temperature of 6,500 ° K, the number of correct responses by them is higher than those exposed to other color temperatures, and with increasing the color temperature, the number of correct answers increases. Also, according to the results of this study, the error rate decrease by increasing color temperature of light source. Based on the results of this study, it is suggested to make use of light sources with a color temperature of 6,500 ° K in designing the lighting system of the places where human reaction time and error are high importance. Accordingly, it is recommended to repeat this study in other demographic groups, as well as taking into account the qualitative parameters of the lighting system in addition to its quantitative parameters.

Conflicts of interest: None

Funding: Gonabad University of Medical Sciences

How to cite this article:

Beheshti MH, hajizadeh R, hamamizadeh E, Taban E, Khajenasiri F, Jafari Zaveh M, Jafari Zadeh R, Tajpoor A, Faghihnia Torshiz Y, Samaei SE. Investigating the effect of light color temperature on selective attention, error and human reaction time. Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):66-78.

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

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir
سلامت کار ایران
دوره ۱۶، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۸

بررسی تأثیر دمای رنگ نور برمیزان توجه انتخابی، خطا و زمان واکنش انسان

محمد حسین بهشتی: دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
روح اله حاجی زاده: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
احسان حمامی زاده: دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
ابراهیم تابان: دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد ،ایران
فرحناز خواجه نصیری: دانشیار، گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
مصطفی جعفری زاوه: مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
راضیه جعفری زاده: مربی گروه بهداشت عمومی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
علی تاجپور: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
یوسف فقیه نیا ترشیزی: دکتری علوم کامپیوتر، مرکز تحقیقات بهداشت کار ، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
سید احسان سمائی: (*نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
samaeiehsan89@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: توجه انتخابی و تشخیص صحیح یک محرک از بین سایر محرک‌ها یکی از عوامل مؤثر در ارتقا بهره‌وری و ایمنی است. روشنایی محیط یکی از عوامل مؤثر برمکانیزم‌های پردازشی مغز است. در طراحی سیستم‌های روشنایی داخلی و خارجی معمولا پارامترهای کیفی سیستم روشنایی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد . هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر دمای رنگ نور بر توجه انتخابی، میزان خطا و زمان واکنش است.

روش بررسی: این پژوهش آزمایشگاهی در پاییز سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این پژوهش مداخله‌ای ۹۲ نفر (۳۶ نفر زن و ۵۶ نفر مرد) از دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس تهران که از لحاظ محدوده سنی در وضعیت مشابهی قرار داشتند با میانگین سن ۲۸/۳۳سال، مورد مطالعه قرار گرفتند. این مطالعه در ۴ موقعیت مکانی با سیستم روشنایی با دمای‌های رنگ متفاوت (۳۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ یا ۶۵۰۰ درجه کلوین) و در سه حوزه آزمون‌های مربوط به توجه انتخابی، خطا و زمان واکنش افراد انجام گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین میانگین انتخاب صحیح (۱۰/۶۵ ± ۴۷۴/۳۹) و کمترین میانگین موارد صحیح (۱۱/۷۷ ± ۴۶۵/۹۵) به ترتیب به دمای رنگ‌های۶۵۰۰ درجه کلوین و ۳۵۰۰ درجه کلوین اختصاص یافت، همچنین بیشترین میانگین خطا (۹/۷۷ ± ۱۵/۶۵) و کمترین میانگین خطا (۹/۴۳ ± ۱۰) به ترتیب در دمای رنگ ۳۵۰۰ و ۶۵۰۰ درجه کلوین گزارش شد. بر این اساس دانشجویانی که در مکانی با سیستم روشنایی دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین مورد آزمون قرار می گرفتند، تعداد پاسخ‌های صحیح آن‌ها نسبت به مواجهه با سایر دمای‌های رنگ مورد بررسی به‌طور معناداری بیشتر بود و همچنین تعداد موارد خطا در این دمای رنگ به‌طور معنادار کمتر از دماهای رنگ ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ کلوین بود ($p<۰/۰۵$). با افزایش دمای رنگ نور میانگین تعداد خطا کاهش و میانگین تعداد پاسخ صحیح افزایش یافت($p<۰/۰۵$). در ضمن نمره تداخل، زمان تداخل و موارد بدون پاسخ به‌طور معنادار در مردان کمتر از زنان بود ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد در حالتی که افراد با سیستم روشنایی با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین مواجهه هستند تعداد پاسخ‌های صحیح آن‌ها نسبت به مواقعی که با سایر دمای رنگ‌های مورد بررسی مواجه هستند بیشتر است و با افزایش دمای رنگ نور میزان پاسخ صحیح افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج این مطالعه این مطالعه پیشهاد می‌شود در طراحی اماکنی که زمان واکنش و خطای انسانی از اهمیت زیادی برخوردار است از سیستم روشنایی با دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین استفاده شود همچنین پیشنهاد می‌شود در سایر مطالعات علاوه بر پارامترهای کیفی سیستم روشنایی پارامترهای کمی نیز مدنظر قرار گیرند.

کلیدواژه‌ها
دمای رنگ نور،
توجه انتخابی،
زمان واکنش

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۳

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت کننده: دانشگاه علوم پزشکی گناباد

شیوه استناد به این مقاله:

Beheshti MH, hajizadeh R, hamamizadeh E, Taban E, Khajenasiri F, Jafari Zaveh M, Jafari Zadeh R, Tajpoor A, Faghihnia Torshiz Y, Samaei SE. Investigating the effect of light color temperature on selective attention, error and human reaction time. Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):66-78.

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

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نور به‌عنوان یک فاکتور فیزیکی مهم و تأثیرگذار بر عملکرد ذهنی و مکانیزم‌های پردازشی مغز تلقی می‌شود (۱). کمیت و کیفیت نامطلوب نور می‌تواند بر عملکرد شناختی و ناراحتی‌های گوناگون مانند خستگی چشم، سردرد، نقص بینایی، چشم زدگی و خستگی جسمی‌شود (۲، ۳). علاوه بر این طراحی نامناسب سیستم روشنایی ممکن است بر عملکرد انسان و بروز حوادث مختلف نیز مؤثر باشد. دمای رنگ نور یکی از پارامترهای کیفی مهم سیستم‌های روشنایی است که اثرات آن بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است. دمای رنگ نور یا CCT[1] که بر اساس درجه کلوین (Kelvin) محاسبه می‌شود بیانگر مشخصه دمایی یک منبع نور است. هنگامی‌که یک جسم تیره (که به‌خودی‌خود نوری ساطع نمی‌نماید)، به یک دمای خاص برسد، از خود نور ساطع می‌نماید مثلاً یک آهن داغ بر روی شعله، رنگی قرمز رنگ به خود می‌گیرد با بالا بردن دما، رنگ این جسم به رنگی زرد رنگ تغییر می‌نماید با افزایش این دما (مثل دمای یک لامپ هالوژن)، این نور به سفید متمایل می‌شود، با بالاتر بردن این دما این رنگ به رنگ آبی متمایل می‌شود. نمودار دمای رنگ نور در شکل ۱ نشان داده شده است.

در روشنایی، سیستم بینایی سالم انسان با بهره‌وری بهینه کار می‌کند. در روشنایی مناسب افراد اطلاعات واقعی را دریافت می‌کنند و احتمال اشتباه نیروی کار کاهش می‌یابد (۴). روشنایی نه تنها عاملی برای دیدن محیط اطراف، بلکه به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده قوی و تأثیرگذار بر فعالیت‌های غیر بصری از جمله هوشیاری و عملکردهای شناختی مغز شناخته می‌شود. مطالعات نشان داده است که افزایش روشنایی باعث افزایش هوشیاری، کاهش خواب‌آلودگی و بهبود عملکرد می‌شود (۵، ۶). روشنایی مناسب محیط با تأثیرات وسیعی بر عملکرد شناختی افراد به‌صورت کاهش خطا و افزایش توجه منجر به افزایش بهره‌وری می‌شود (۷). در بررسی عملکرد روانی-ذهنی افراد از شاخص‌هایی استفاده می‌شود که نشان‌دهنده وضعیت شناختی فرد است. منظور از شناخت، کارکردهای عالی در مغز انسان است. از جمله شاخص‌های شناختی مهم در انسان، شاخص توجه و زمان واکنش می‌باشد (۸).

توجه انتخابی به قابلیت پردازش اطلاعات و داده‌های مرتبط در حین رد کردن داده‌های غلط یا بی‌ربط گفته می‌شود. یکی از روش‌های ارزیابی توجه انتخابی تست استروپ است (۹). توجه به‌عنوان یک فرایند شناختی مهم، با نادیده گرفتن سایر جنبه‌های غیرضروری، تمرکز در انتخاب را افزایش می‌دهد در همین راستا، میزان توجه را می‌توان متناسب با تعداد خطا نیز در نظر گرفت، به این ترتیب که هر قدر میزان توجه فرد در حین انجام کار بیشتر شود، تعداد خطا نیز کمتر می‌شود (۸، ۱۰). همچنین توجه رابطه نزدیکی با زمان واکنش دارد (۸). زمان واکنش یکی از عوامل مهم تصمیم‌گیری و نشان‌دهنده سرعت پردازش اطلاعات است. زمان واکنش نشان‌دهنده بسیار مهم سرعت تصمیم‌گیری و کارایی آن است که به فاصله زمانی بین ارائه غیرمنتظره محرک تا شروع پاسخ گفته می‌شود (۱۱). به عبارتی این شاخص، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا فرد شرایط را درک نموده و پاسخی را پردازش نماید (۱۲) و معمولاً در افراد سالم این مدت بین ۱۰ تا ۱۲ صدم ثانیه به طول می‌انجامد (۱۳). یک راه‌حل معمول برای بررسی توجه انتخابی این است که ببینیم شرکت‌کنندگان چگونه به محرک هدف در حضور یا عدم حضور فاکتورهای مسبب خطا پاسخ می‌دهند. معمولاً فاکتورهای مسبب خطا پاسخی متفاوت از پاسخ هدف دارند و پردازش غیر ارادی آن‌ها با انتخاب پاسخ درست تداخل می‌کند. این ناسازگاری پاسخ‌ها قبل از پاسخگویی نهایی بایستی حل شود، در نتیجه، این امر باعث عملکرد نسبتاً ضعیف (زمان پاسخگویی آهسته‌تر، یا خطاهای بیشتر) می‌شود (۱۴). با توجه به اهمیت این موضوع که انسان به‌عنوان یک پردازنده فعال اطلاعات است (۹). ضرورت انجام پژوهش‌های دقیق در زمینه اثرات پارامترهای کیفی و کمی روشنایی بر عملکرد شناختی افراد احساس می‌شود.

Varkevisser اثرات دو سطح روشنایی (۱۴۵ لوکس و ۱۹۵ لوکس) و ترکیبات مختلفی از لامپ‌های رنگی (قرمز سبز، قرمز آبی، سبز آبی و قرمز سبز آبی) در یک محیط کار اداری، شبیه‌سازی کرد که نشان‌دهنده تأثیر

[1]. Correlated Color Temperature

www.SID.ir

Archive of SID

جزئی رنگ نور (لامپ) بر درجه‌بندی انگیزش بود (۱۵). دمای رنگ می‌تواند بر جنبه‌های روانی و ذهنی مانند هوشیاری تأثیرگذار باشد (۱۶). از طرف دیگر، این عامل می‌تواند بر شدت و جنبه‌های سازمانی رفتار فرد، فرآیند انگیزشی مانند رفتارهای شناختی و عملکردی نیز مؤثر باشد (۱۷). در همین راستا، مطالعات محدودی به تأثیرگذاری غیر بصری سیستم روشنایی مانند دمای رنگ، بر عملکردهای شناختی (هوشیاری، زمان واکنش و ایجاد انگیزه) پرداخته‌اند (۱۷). Chellappa و همکاران دریافتند که نور با دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین (نور متمایل به رنگ آبی) موجب سرکوب بیشتر ملاتونین، افزایش هوشیاری ذهنی، رفاه و آسایش بصری بیشتری نسبت به نور با دمای رنگ ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ کلوین می‌شود و همچنین موجب زمان واکنش سریع‌تر در انجام وظایف با نیازمندی توجه زیاد می‌شود (۱۸).

در سال‌های اخیر بیشتر تحقیقات فاکتورهای انسانی در حوزه روشنایی مربوط به بررسی ناراحتی، جنبه‌های بصری و عملکردی نور بوده است و کمتر به اثرات غیر بصری، روانی و بیولوژیکی نور پرداخته شده است (۱۹، ۲۰). با توجه به تعداد محدود مطالعات در خصوص تأثیر دمای رنگ نور به‌عنوان یکی از ویژگی‌های نور بر پارامترهای شناختی و عملکردی افراد، این پژوهش با هدف تعیین اثر دمای رنگ نور بر توجه انتخابی، میزان خطا و زمان واکنش انجام شد.

شکل ۱- نمودار دمای رنگ نور

روش بررسی

این تحقیق یک پژوهش مداخله‌ای و آزمایشگاهی است که به‌منظور تعیین اثر دمای رنگ نور بر خطای انسانی، توجه انتخابی و زمان واکنش افراد در گروه دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه تربیت مدرس تهران در پاییز سال ۱۳۹۷ انجام شد. افراد از لحاظ محدوده سنی در وضعیت مشابهی قرار داشتند. معیار ورود به مطالعه نداشتن هرگونه بیماری چشمی مانند کاهش بینایی و کوررنگی و اختلالات ذهنی-روانی بود. در روز قبل از آزمون به افراد تأکید گردید که خواب و استراحت کافی داشته باشند، رژیم غذایی معمولی را رعایت نموده و از خوردن دارو، قهوه و مواد کافیین دار پرهیز نمایند. در روز آزمون پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک شامل متغیرهای سن، جنس، سطح تحصیلات و وضعیت تأهل بین نمونه‌های پژوهش توزیع گردید. قبل از سنجش اصلی به‌منظور آشنایی افراد با نحوه انجام تست، آزمون آزمایشی انجام شد.

روش کار این پژوهش از مطالعه Ruta Lasauskaite و همکاران با موضوع تعیین اثر دمای رنگ نور بر پاسخ‌های قلبی، عروقی اقتباس شده است (۱۷).

حجم نمونه بر اساس اهداف و توسط فرمول کوکران تعیین شد. براساس جامعه آماری مورد پژوهش و با در نظر گرفتن اطمینان آماری ۹۰٪ و دقت برآورد ۰/۱ ۸۵ نفر تعیین شد که برای اطمینان بیشتر و در نظر گرفتن احتمال ریزش نمونه‌ها، تعداد ۹۶ دانشجو به صورت تصادفی ساده به‌عنوان حجم نمونه مورد بررسی قرار گرفتند.

در این مطالعه اندازه‌گیری‌ها و آزمون‌های مربوط به توجه انتخابی و زمان واکنش افراد، در ۴ موقعیت مکانی مجهز به سیستم روشنایی با توان برابر ولی دمای رنگ متفاوت (۳۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ یا ۶۵۰۰ درجه کلوین) انجام شد. در مرحله اول افراد شرکت‌کننده در پژوهش جهت تعیین اثر دمای رنگ نور بر پارامترهای مورد بررسی، به‌صورت تصادفی به ۴ گروه مساوی (در هر گروه ۲۴ نفر) تقسیم شده و هر گروه قبل از آزمون در اتاق‌هایی که روشنایی آن‌ها با دمای رنگ ۳۵۰۰ درجه کلوین طراحی شده بود قرار گرفتند و جهت تطابق با محیط به مدت حداقل ۵ دقیقه در اتاق مذکور استراحت کردند و بعد از این مدت در همان شرایط به‌منظور آشنایی با شیوه آزمون، با نرم‌افزار استروپ

www.SID.ir

Archive of SID

مورد مطالعه قرار گرفتند. در مرحله دوم هر گروه در اتاقی که روشنایی آن با یکی از سیستم روشنایی با دمای رنگ ۳۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۵۰۰ درجه کلوین طراحی شده باشد قرار گرفتند و آزمون‌های عملکرد شناختی شامل زمان واکنش، میزان دقت و توجه انتخابی توسط آزمون‌های استروپ پیچیده انجام شد. اندازه‌گیری نمره تداخل و زمان تداخل که شاخص‌های نشان‌دهنده توجه انتخابی هستند به ترتیب از طریق اندازه‌گیری تفاوت میزان خطا و زمان واکنش در تشخیص کلمات ناهمخوان و همخوان محاسبه شد.

این تست اولین بار توسط ریدلی استروپ در سال ۱۹۳۵ برای ارزیابی توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی و نیز به‌منظور ارزیابی‌های شناختی متعدد طراحی و استفاده گردید (۲۱). نسخه فارسی تست استروپ مورد استفاده در مطالعه حاضر به صورت رایانه‌ای بر اساس زبان برنامه‌نویسی دلفی آماده شده است. این نرم‌افزار بسیار ساده است و نیاز به هیچ دانش و اطلاعاتی ندارد به صورتی که فردی که دارای سواد خواندن و نوشتن نیست هم قادر است با این نرم‌افزار کار کند و مورد مطالعه قرار گیرد. این آزمون توسط ایوب ملک و همکاران در ۳ گروه سنی استانداردسازی شده است و روایی و پایایی آن مورد تایید قرار گرفته است (۲۲).

این تست شامل دو بخش تمرین و آزمون اصلی است که هر یک دارای ۳ مرحله می‌باشد.

مرحله اول نامیدن رنگ است که در آن اشکال دایره‌ای شکل به رنگ‌های سبز و آبی و قرمز ظاهر می‌شوند و شرکت‌کننده به محض مشاهده تصویر، رنگ متناسب با آن را روی صفحه کلید که برچسب رنگ مورد نظر روی آن زده شده است، فشار می‌دهد. مرحله دوم نامیدن کلمه است که در کادری سفید رنگ، اسامی رنگ‌ها ظاهر می‌شوند و به محض مشاهده کلمه، فرد آزمون‌شونده باید کلمه رنگی متناسب با کلمه‌ای را که روی صفحه کلید است فشار دهد .مرحله سوم که مرحله اصلی است، کلمه ناهمخوان (قرمز - سبز - آبی) به صورت تصادفی و متوالی روی صفحه مانیتور نشان داده می‌شود .آزمودنی فقط با تأکید بر رنگ و بدون در نظر گرفتن معنی آن باید رنگ مرتبط را بر اساس برچسب روی صفحه کلید فشار دهد. در شکل ۲ مرحله سوم این

شکل ۲- آزمون استروپ ۳

آزمون مشاهده می‌گردد.

در این آزمون ۴۸ کلمه رنگی همخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان است؛ رنگ قرمز، زرد، سبز و آبی) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان نیست؛ به‌عنوان مثال کلمه آبی که با رنگ قرمز نشان داده می‌شود)، ارائه می‌شود فاصله زمان محرک‌ها با هم ۸۰۰ میلی‌ثانیه و مدت ارائه هر یک از آن‌ها ۲۰۰۰ میلی‌ثانیه است تکلیف آزمودنی این است که تنها، رنگ صحیح را انتخاب کند.

قبل از اجرای آزمون استروپ رایانه‌ای، به افراد مورد مطالعه مهارت لازم برای استفاده از موس و کار با نرم‌افزار آموزش داد ه شد. آزمون استروپ توسط یک رایانه قابل حمل به صورت فردی برای هر آزمودنی اجرا شد. رایانه زمان واکنش فرد در پاسخ‌دهی به هر کلمه و نیز تعداد صحیح و غلط فرد در پاسخ‌دهی را به صورت دقیق محاسبه می‌کند. تعداد خطا، تعداد صحیح، زمان واکنش، نمره تداخل (تفاوت میزان خطا در تشخیص کلمات ناهمخوان و همخوان) و زمان تداخل (تفاوت زمان واکنش در تشخیص کلمات ناهمخوان و همخوان). با توجه به مطالعات قبلی و احتمال تأثیر سطوح مختلف انعکاس نور بر عملکرد شناختی افراد این مطالعه در یک اتاقک که کل سطح آن با پوشش سیاه رنگ پوشیده شده بود انجام شد.

ملاحظات اخلاقی: این مطالعه توسط کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی گناباد (با کد اخلاق IR.GMU.REC.1397.085) مورد تایید قرار گرفت. پس از توضیح اهداف مطالعه و شیوه انجام کار از سوی محققین، از شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه شفاهی و آگاهانه دریافت شد. همچنین به جمعیت مورد پژوهش اطمینان داده شد که اطلاعات آنان به‌طور محرمانه محفوظ می‌ماند. همچنین افراد در هر مرحله در صورت

www.SID.ir

Archive of SID

عدم تمایل به ادامه همکاری، قادر به ترک مطالعه بودند.

تجزیه تحلیل و روش‌های آماری: در این مطالعه از آماره‌های توصیفی برای محاسبه فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار متغیرها استفاده شد. بررسی توزیع نرمال متغیرها نیز توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف صورت گرفت. همچنین از آماره‌های تی مستقل (برای مقایسه میانگین متغیرهای کمی نمره تداخل، زمان تداخل، تعداد صحیح، تعداد خطا، آیتم های بدون پاسخ و زمان پاسخ) و آنالیز واریانس یک‌طرفه (جهت مقایسه میانگین متغیرها کمی نمره تداخل، زمان تداخل، تعداد صحیح، تعداد خطا، آیتم‌های بدون پاسخ و زمان پاسخ در گروه‌های طبقه‌بندی شده دمای رنگ) و آزمون‌های تعقیبی توکی جهت بررسی فرضیات و سؤالات تحقیق استفاده شد. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS vol.18 انجام شد و سطح معنی‌داری نیز، $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

به‌طورکلی در مطالعه حاضر ۹۲ نفر مورد مطالعه قرار گرفتند که ۳۷ نفر مؤنث (۴۰/۲٪) و ۵۵ نفر مذکر (۵۹/۸٪) بودند میانگین سن افراد شرکت‌کننده ۲۸/۳۳ با انحراف معیار ۴/۰۹ سال بود و جمعیت مورد بررسی دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه تربیت مدرس تهران بودند. بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین میانگین انتخاب صحیح (۱۰/۶۵ ± ۴۷۴/۳۹) و کمترین میانگین موارد صحیح (۱۱/۷۷ ± ۴۶۵/۹۵) به ترتیب به دمای رنگ‌های ۶۵۰۰ درجه کلوین و ۳۵۰۰ درجه کلوین اختصاص یافت، همچنین بیشترین میانگین خطا (۹/۷۷ ± ۱۵/۶۵) و کمترین میانگین خطا (۹/۴۳ ± ۱۰) به ترتیب در دمای رنگ ۳۵۰۰ و ۶۵۰۰ درجه کلوین گزارش شد. نتایج مقایسه پارامترهای مورد بررسی به تفکیک دمای رنگ نور مورد بررسی در شکل ۳ نشان داده شده است.

نتایج شکل ۳ نشان می‌دهد که تعداد پاسخ‌های صحیح افراد در مواجهه با سیستم روشنایی با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین، نسبت به مواجهه با سایر دمای رنگ‌های مورد بررسی، بیشتر بود. همچنین با افزایش دمای رنگ نور میزان پاسخ صحیح افزایش و میزان خطا در آزمون‌های مورد بررسی، کاهش می‌یابد بر اساس نتایج مطالعه حاضر بیشترین تعداد خطا در دمای رنگ نور ۳۵۰۰ درجه کلوین و کمترین خطا در دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین قرار دارد. بر اساس نتایج این مطالعه به ترتیب با افزایش دمای رنگ از ۳۵۰۰ تا ۵۰۰۰ درجه کلوین تعداد بدون پاسخ کاهش می‌یابد و تعداد بدون پاسخ در دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین نسبت به دمای رنگ ۵۰۰۰ و ۴۰۰۰ درجه کلوین به میزان بسیار کمی افزایش می‌یابد.

همچنین نتایج شکل ۳ نشان می‌دهد که به ترتیب با افزایش دمای رنگ از ۳۵۰۰ تا ۶۵۰۰ درجه کلوین زمان واکنش در برابر محرک‌های دیداری نیز کاهش می‌یابد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر بیشترین نمره تداخل در دمای رنگ نور ۳۵۰۰ درجه کلوین قرار دارد و این موضوع حاکی از این است که تعداد خطای آزمودنی‌ها در نامیدن کلمه‌های ناهمخوان نسبت به کلمه‌های همخوان در دمای رنگ ۳۵۰۰ درجه کلوین نسبت به سایر دمای رنگ مورد بررسی زیاد است. همچنین بر اساس نتایج شکل ۳، بیشترین زمان تداخل در دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین قرار دارد و این موضوع حاکی از این است که زمان عملکرد آزمودنی‌ها در نامیدن کلمه‌های ناهمخوان نسبت به کلمه‌های همخوان در دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین نسبت به سایر دمای رنگ مورد بررسی زیاد است.

اگرچه میانگین زمان پاسخ در نور با دمای رنگ ۶۵۰۰ (۶۵/۳۳ ± ۷۱۸/۹۵) کمتر از دمای رنگ ۳۵۰۰ (۶۸/۴۳ ± ۷۲۸/۵۸) بود و با توجه به نتایج پژوهش با کاهش دمای رنگ افزایش در میانگین زمان پاسخ دیده شد، ولی این اختلاف معنادار نبود ($p>0/05$).

در مطالعه حاضر جهت مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه (نمره تداخل، زمان تداخل، تعداد صحیح، تعداد خطا، آیتم‌های بدون پاسخ و زمان پاسخ) در گروه‌های طبقه‌بندی شده روشنایی با دمای رنگ (۳۰۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۵۰۰ درجه کلوین) از آزمون واریانس یک‌طرفه استفاده شد (جدول ۱).

و براساس نتایج آزمون تعقیبی توکی، میانگین پاسخ‌های صحیح در نور با دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین به‌طور معناداری بیشتر از سایر دماهای رنگ بود و نیز میانگین پاسخ‌های صحیح در دمای رنگ ۵۰۰۰ به‌طور معنادار بیش از دماهای رنگ ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ بود

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳- مقایسه میانگین نمره تداخل، زمان تداخل، پاسخ‌های صحیح، تعداد خطا و متوسط زمان پاسخ در سیستم های روشنایی با دمای رنگ مختلف

(p<۰/۰۵).

میانگین موارد خطا در نور با دمای رنگ ۶۵۰۰ درجه کلوین به‌طور معناداری کمتر از میانگین خطا در دمای رنگ ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ درجه کلوین بود و همچنین میانگین خطا در نور با دمای رنگ ۵۰۰۰ درجه کلوین به‌طور معنادار کمتر از ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ درجه کلوین بود (p<۰/۰۵).

همچنین براساس آزمون تی مستقل (جدول ۲) رابطه معنی‌داری بین متغیرهای جنسیت با نمره تداخل، زمان تداخل و تعداد سؤالات بدون پاسخ برقرار شد. بطوریکه در هر سه متغیر نمره تداخل، زمان تداخل و تعداد سؤالات بدون پاسخ، میانگین در مردان به‌طور معنادار کمتر از زنان گزارش شد (p<۰/۰۵).

میانگین زمان پاسخ در دمای رنگ مختلف به تفکیک جنسیت حاکی از آن بود که زمان پاسخ (زمان واکنش) دانشجویان دختر در دمای رنگ‌های ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ درجه کلوین بیشتر از دانشجویان پسر بود، در صورتی که در دماهای رنگ ۴۰۰۰ و ۶۵۰۰ درجه زمان واکنش دانشجویان پسر بیشتر از دانشجویان دختر بود (شکل ۳). اگرچه میانگین زمان پاسخ در دمای رنگ مختلف به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- آنالیز واریانس یک طرفه بین نمره متغیرهای مورد مطالعه با طبقه‌بندی دمای رنگ

متغیرها	طبقه بندی دمای رنگ (تعداد)	انحراف‌معیار±میانگین	کمینه	بیشینه	F	p-value
نمره تداخل	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۳/۵۲ ± ۳/۳۷	-۴	۳۲	۰/۷۳۲	۰/۵۳۵
(یک واحد)	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۱۷ ± ۴/۶۳	-۷	۱۲		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۸۶ ± ۴/۴۶	-۵	۱۶		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۹۱ ± ۵/۳۲	-۵	۲۲		
زمان تداخل	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۲۹/۴۳ ± ۱۹/۱۳	-۷	۷۵	۰/۲۲۸	۰/۸۷۷
(یک واحد)	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۲۶/۹۱ ± ۱۶/۸۲	۱	۷۱		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۲۹/۶۵ ± ۲۰/۴۶	۱	۸۷		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۳۱/۷۳ ± ۲۲/۵۹	-۳	۹۵		
تعداد صحیح	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۴۶۵/۹۵ ± ۱۱/۷۷ [a]	۴۳۸	۴۷۹	۲/۲۷۲	*۰/۰۴۵
(یک واحد)	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۴۶۶/۷۸ ± ۱۰/۸۷ [a]	۴۳۵	۴۷۹		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۴۶۹ ± ۱۳/۸۰ [b]	۴۳۰	۴۷۷		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۴۷۴/۳۹ ± ۱۰/۶۵ [c]	۴۳۸	۴۷۹		
تعداد خطا	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱۵/۶۵ ± ۹/۷۷ [a]	۰	۳۴	۲/۳۷۴	*۰/۰۴۲
(یک واحد)	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱۳/۶۹ ± ۱۰/۴۳ [a]	۰	۴۳		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱۰/۶۹ ± ۱۲/۴۴ [b]	۳	۴۳		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱۰ ± ۹/۴۳ [b]	۱	۳۶		
بدون پاسخ	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۲/۳۹ ± ۳/۴۰	۰	۱۱	۰/۹۹۹	۰/۳۹۷
	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۵۲ ± ۱/۴۴	۰	۶		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۳۰ ± ۱/۷۶	۰	۷		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۱/۶۰ ± ۱/۹۷	۰	۶		
زمان پاسخ	۳۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۷۲۸/۵۸ ± ۶۸/۴۳	۶۲۸	۸۶۹	۱/۱۹۲	۰/۰۹۲
(یک واحد)	۴۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۷۲۵/۱۰ ± ۵۵/۵۳	۶۳۱	۸۱۶/۵۰		
	۵۰۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۷۲۱/۸۲ ± ۵۹/۰۱	۶۰۹	۸۲۲/۵۰		
	۶۵۰۰ درجه کلوین(۸۰)	۷۱۸/۹۵ ± ۶۵/۳۳	۶۱۱	۸۵۴		

F= نسبت دو واریانس،

* آنالیز واریانس یک‌طرفه، p<۰/۰۵،

a,b,c= حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

تفکیک جنسیت دارای اختلاف بود، ولی براساس آزمون آماری تی مستقل، این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

طراحی مناسب روشنایی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری و کارایی افراد است و درصورتی‌که در طرحی روشنایی اماکن و معابر پارامترهای کمی و کیفی نور مورد توجه قرار نگیرد ممکن است علاوه بر اثرات جسمی و روحی (مانند خستگی چشمی، کاهش دید و سایر بیماری‌های چشمی)، در بروز حوادث نیز مؤثر باشد در بسیاری از مطالعات پارامترهای کمی مربوط به روشنایی از جمله تراز روشنایی و سطح درخشندگی مورد مطالعه قرار گرفته است (۲۳-۲۵). ولی آنچه از دید محققین پنهان مانده است پارامترهای کیفی نور از جمله رنگ و دمای رنگ نور است. در این مطالعه اثر دمای رنگ نور بر پارامترهای مؤثر بر بروز حوادث از جمله میزان خطا و زمان واکنش مورد مطالعه قرار گرفت. در فرآیند ادراک انسان-ماشین فعالیت-های شناختی نظیر زمان واکنش و توجه به‌منظور درک و تحلیل شرایط وظیفه محوله، از عناصر ساختاری به شمار می‌روند (۲۶). نتایج مطالعه حاضر نشان داد در حالتی که افراد با سیستم روشنایی با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین مواجهه هستند تعداد پاسخ‌های صحیح آن‌ها نسبت به مواقعی که با سایر دمای رنگ‌های مورد بررسی مواجه هستند به‌طور معنادار بیشتر است (p<۰/۰۵) و با افزایش دمای رنگ نور، میزان پاسخ صحیح افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج این مطالعه با افزایش دمای رنگ نور میزان خطا نیز به‌طور معنادار کاهش یافت (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین متغیرهای مورد آزمایش دانشجویان به تفکیک جنسیت

متغیر	جنسیت	(درصد) تعداد	(انحراف معیار) میانگین	آماره t	درجه آزادی	p-value
نمره تداخل	مذکر	۵۵ (۵۹/۸)	۰/۹۰ (۳/۶۰)	-۲/۳۳	۴۸/۰۶	۰/۰۲۴
	مونث	۳۷ (۴۰/۲)	۳/۹۱ (۷/۲۵)			
زمان تداخل	مذکر	۵۵ (۵۹/۸)	۲۲/۱۰ (۱۴/۳۶)	-۴/۵۳	۵۷/۵۷	<۰/۰۰۱
	مونث	۳۷ (۴۰/۲)	۴۰/۳۲ (۲۱/۴۱)			
تعداد صحیح	مذکر	۵۵ (۵۹/۸)	۴۶۷/۴۱ (۱۱/۳۱)	۰/۸۷	۷۲/۹۸	۰/۳۸۷
	مونث	۳۷ (۴۰/۲)	۴۶۵/۲۱ (۱۲/۲۸)			
تعداد خطا	مذکر	۵۵ (۵۹/۸)	۱۱/۳۶ (۱۰/۳۸)	-۰/۴۳	۷۵/۶۴	۰/۶۶۲
	مونث	۳۷ (۴۰/۲)	۱۲/۳۵ (۱۰/۷۲)			
بدون پاسخ	مذکر	۵۵ (۵۹/۸)	۱/۲۱ (۱/۶۱)	-۲/۳۳	۵۱/۴۴	۰/۰۲۴
	مونث	۳۷ (۴۰/۲)	۲/۴۳ (۲/۸۷)			
متوسط زمان پاسخ	مذکر	۵۵ (۰۰)	۷۱۶/۵۰ (۵۹/۷۰)	-۰/۸۷۶	۹۰	۰/۳۸۳
	مونث	۳۷ (۰۰)	۷۲۷/۹۷ (۶۴/۱۶)			

مطالعات مختلف، در سیستم‌های روشنایی با دمای رنگ بالا بخش زیادی از طیف نور آبی رنگ است که این نوع سیستم روشنایی باعث افزایش هوشیاری در انسان می‌شود (۱۷، ۲۷). نتایج مطالعه Line و همکاران نیز نشان داد که رنگ نور بر حدت بینایی و خستگی بینایی مؤثر است و شرکت‌کنندگان، کار در شرایط با نور سفید و آبی را نسبت به نور سبز و قرمز ترجیح می‌دادند (۲۸). نتایج مطالعه Lasauskaite در سال ۲۰۱۸ نشان داد که افزایش دمای رنگ نور باعث افزایش هوشیاری و کاهش تلاش ذهنی و در نهایت کاهش خستگی افراد می‌شود (۱۷)، و در این راستا، نتایج مطالعات در صنایع مختلف ارتباط بین خستگی و بروز خطای انسانی را تایید کرده‌اند (۲۹، ۳۰).

امروزه در بسیاری از محیط‌های شغلی حساس نظیر صنایع نظامی و صنایع پتروشیمی، بحث خطای انسانی بسیار مورد توجه می‌باشد (۳۱، ۳۲) و عوامل محیطی مختلفی نیز ممکن است بر آن مؤثر باشند (۳۳). خطای انسانی به شکل قصور در درک موقعیت، تفسیر اطلاعات داده شده، تصمیم‌گیری، بازخوانی اطلاعات دریافت شده یا عدم انجام واکنش مناسب بیان می‌شود. بدیهی است وضعیت فیزیکی و روانی فرد، همچون خستگی و بی‌توجهی ناشی از آن بر انجام این فرایندها مؤثر بوده است و از پاسخ فرد در زمان و مکان مناسب می‌کاهد. خستگی می‌تواند فاکتورهای مؤثر بر عملکردهای شناختی مانند توجه و تمرکز انسان را محدودتر از حالت عادی نماید (۳۴). همچنین، دمای رنگ به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در روشنایی و نورپردازی بر عملکرد تصویری و شناختی افراد تأثیر می‌گذارند (۳۵). بطوریکه دمای رنگ نامناسب سیستم روشنایی در محیط‌های شغلی حساس مانند اتاق‌های کنترل، سبب کاهش کارایی و افزایش خطاهای شناختی و عملکردی اپراتور می‌شود (۳۶).

با در نظر گرفتن موارد ذکر شده و باتوجه نتایج تحقیقات در مورد اینکه، احساس هوشیاری با تمرکز و توجه بالا در ارتباط است (۳۷)، این فرضیه که دمای رنگ بالا باعث افزایش هوشیاری و کاهش خطای انسانی می‌شود در این مطالعه تایید می‌شود. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در اماکن و محیط‌هایی که امکان بروز خطا و بروز حوادث و عواقب ناشی از آن وجود دارد جهت کاهش خطا از سیستم‌های روشنایی دارای دمای رنگ بالا استفاده شود.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که به ترتیب با افزایش دمای رنگ از ۳۵۰۰ تا ۶۵۰۰ درجه کلوین زمان واکنش در برابر محرک‌های دیداری کاهش می‌یابد ولی اختلاف میانگین‌ها معنادار نبود. به‌طورکلی مطالعات صورت گرفته در رابطه با بررسی تأثیر دمای رنگ نور بر زمان واکنش بسیار محدود می‌باشند و اندک مطالعاتی هم که در این زمینه انجام شده د ر رابطه با اثر ویژگی‌های کمی سیستم روشنایی بر زمان واکنش می‌باشد. نتایج مطالعه Chiuhsiang و همکاران نشان داد که روشنایی اثر بسیار معنی‌داری بر زمان واکنش دارد (۲۸) ولی مطالعه Yingwei Zhou و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد افزایش سطح روشنایی بر دقت عملکرد اثر معنی‌داری دارد با این وجود دمای رنگ بر دقت اثر معنی‌داری ندارد (۳۸).

در مطالعه حاضر براساس آزمون تی مستقل (جدول ۲) نشان داد که میانگین نمره تداخل، زمان تداخل و تعداد سؤالات بدون پاسخ به‌طور معنادار بین دانشجویان مرد با زن اختلاف دارد ($p<۰/۰۵$). میانگین سه متغیر فوق در زنان به‌طور معنادار بیشتر است.

مردان و زنان دارای توانایی‌های شناختی متفاوتی هستند که ممکن است بازتاب‌دهنده سازمان‌دهی عصبی ویژه جنسی باشد؛ و در بسیاری از مطالعات به تفاوت‌های شناختی و قضاوتی در مردان و زنان اشاره شده است (۳۹). در همین راستا، Adam و همکاران نشان دادند که مردان برتری بیشتری نسبت به زنان در زمان واکنش انتخابی[۲] بینایی دارند، زیرا زنان یک استراتژی پردازش سریالی چپ به راست دارند درحالی‌که استراتژی پردازش مردان دوگانه می‌باشد (۴۰).

پارامترهای کیفی نور از جمله دمای رنگ نور علاوه بر زمان واکنش و خطای انسانی در بسیاری از کاربردهای دیگر نور مانند نوردرمانی نیز مؤثر هستند. نوردرمانی یکی از روش‌های مؤثر بر کنترل اختلالات خواب، اختلالات چرخه سیرکادین، بی خوابی[۳] و درمان اختلالات خواب مربوط به آلزایمر و جنون می‌باشد (۴۱). همچنین نور بر عملکرد کاری حافظه انسان نیز مؤثر است (۴۲). علاوه بر این نور در درک انسان از محیط مخصوصاً در شرایط خطرناک مانند رانندگی نقش بسیار مؤثری دارد (۴۳). بر این اساس پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده اثر دمای رنگ نور در این موارد هم بررسی گردد.

به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد در حالتی که افراد با سیستم روشنایی با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ درجه کلوین مواجهه هستند تعداد پاسخ‌های صحیح آن‌ها نسبت به مواقعی که با سایر دمای رنگ‌های مورد بررسی مواجه هستند بیشتر است و با افزایش دمای رنگ نور میزان پاسخ صحیح افزایش می‌یابد. همچنین بر اساس نتایج این مطالعه با افزایش دمای رنگ نور میزان خطا نیز کاهش می‌یابد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در گروه‌های جمعیتی دیگر این مطالعه تکرار شود و علاوه بر پارامترهای کیفی سیستم روشنایی پارامترهای کمی نیز مدنظر قرار گیرند.

تقدیر و تشکر

این مطالعه به‌عنوان طرح پژوهشی به شماره‌ی ۶۳۷/ت/پ در مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گناباد به ثبت رسیده است که نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکز تحقیقات و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گناباد ابراز می‌دارند.

References

1. Sleegers PJ, Moolenaar NM, Galetzka M, Pruyn A, Sarroukh B, Van der Zande B. Lighting affects students' concentration positively: Findings from three Dutch studies. Light Res Technol. 2013;45(2):159-75.
2. Zakerian SA, Yazdanirad S, Gharib S, Azam K, Zare A. The effect of increasing the illumination on operators' visual performance in the control-room of a combined cycle power plant. Ann Occup Environ Med. 2018;30(1):56.
3. Samani SA, Samani SA. The impact of indoor lighting on students' learning performance in learning environments: A knowledge internalization perspective. Int J Bus Soc Sci. 2012;3(24).
4. Javan M, Barakat S, Dehghan H, Yosefi HA, Amiri M, Abram F. Evaluation of lighting intensity in dormitory study halls of Isfahan University of Medical Sciences, Iran. Health Syst Res J. 2013;9(1):96-103.
5. Smolders KC, de Kort YA. Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal. J Environ Psychol. 2014;39:77-91.
6. Smolders KC, De Kort YA, Cluitmans P. A higher illuminance induces alertness even during office hours: Findings on subjective measures, tasik performance and heart rate measures. Physiol Behav. 2012;107(1):7-16.
7. Partonen T, Lönnqvist J. Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. J Affect Disord. 2000;57(1-3):55-61.
8. Dehghan H, Mohebian Z, Yadegarfar G. Evaluation of Effects of Different Levels of Brightness on Attention and Reaction Time under Laboratory Conditions. Iran J Ergonom. 2017;4(4):48-56.

[2]. Choice Reaction Time (CRT)
[3]. Insomnia

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

9. Van der Stigchel S, Belopolsky AV, Peters JC, Wijnen JG, Meeter M, Theeuwes J. The limits of top-down control of visual attention. Acta Psychol. 2009;132(3):201-12.
10. Zarghi A, Zali A, Tehranidost M, Zarindast MR Khodadadi SM. Application of cognitive computerized test in assessment of neuro-cognitive domain. Pajoohandeh J. 2011;16(5):341-245.
11. Jafari M, Kazempour M. Review of Low Frequency Noise Effects on Mental Performance. journal of health. 2013;3(4):52-62.
12. Stranks J. Human factors and behavioural safety: Routledge; 2007.
13. Mohebian Z, Mehrifar Y, Dehghan H, Habibi E, Yadegarfar G. Investigating the combined effects of heat and lighting on students reaction time in laboratory condition. J Occup Hyg Engineer. 2016;3(3):40-6.
14. Dehghani F, Golbabaei F, Omidi F, Zakerian SA. Investigation of the effect of unusual work shifts and sleep deprivation on cognitive performance in workers in the automotive industry. Iran Occup Health. 2019;1:32-41.
15. Varkevisser M, Raymann RJ, Keyson DV, editors. Nonvisual effects of led coloured ambient lighting on well-being and cardiac reactivity: preliminary findings. International Conference on Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers; 2011: Springer.
16. Münch M, Kawasaki A. Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells: classification, function and clinical implications. Curr Opin Neurol. 2013;26(1):45-51.
17. Lasauskaite R, Cajochen C. Influence of lighting color temperature on effort-related cardiac response. Biol Psychol. 2018;132:64-70.
18. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Götz T, Cajochen C. Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: can blue-enriched light keep us alert? PloS One. 2011;6(1):e16429.
19. Knez I. Affective and cognitive reactions to subliminal flicker from fluorescent lighting. Conscious Cog. 2014;26:97-104.
20. Winterbottom M, Wilkins A. Lighting and discomfort in the classroom. J Environ Psychol. 2009;29(1):63-75.
21. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. J Experim Psychol. 1935;18(6):643.
22. Huang T, Larsen K, Ried-Larsen M, Møller N, Andersen LB. The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. Scand J Med Sci Sports. 2014;24(1):1-10.
23. Wahab SFA, Ismail AR, Othman R, editors. Lighting Assessment at Resuscitation Area of Accident and Emergency Department, Universiti Sains Malaysia. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics; 2018: Springer.
24. Nabavi Niaki MS, Fu T, Saunier N, Miranda-Moreno LF, Amador L, Bruneau J-F. Road Lighting Effects on Bicycle and Pedestrian Accident Frequency: Case Study in Montreal, Quebec, Canada. Transport Res Record. 2016(2555):86-94.
25. Desai S, Anaruk AL, Billman BJ. Impact induced lighting to mitigate post-accident risk. Google Patents; 2018.
26. Ramsey JD. Task performance in heat: a review. Ergonomics. 1995;38(1):154-65.
27. Hartstein LE, LeBourgeois MK, Berthier NE. Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights. PloS One. 2018;13(8):e0202973.
28. Lin CJ, Feng WY, Chao CJ, Tseng FY. Effects of VDT workstation lighting conditions on operator visual workload. Indust Health. 2008;46(2):105-11.
29. Yeow JA, Ng PK, Tan KS, Chin TS, Lim WY. Effects of stress, repetition, fatigue and work environment on human error in manufacturing industries. J Appl Sci. 2014;14(24):3464-71.
30. Saremi M, Fallah MR. Subjective fatigue and medical errors among nurses in an educational hospital. Iran Occup Health J. 2013;10(4):1-8.
31. Afshari D. Human Error Examination InAncoiler Device Control Room of Ahvaz Pipe Mill by SHERPA and HET methods at Year 1390. Iran Occup Health. 2013;10(3):69-77.
32. Ghasemi M, Nasl saraji G, Zakerian A ,Azhdari MR. Control of Human Error and comparison Level risk after correction action With the SHERPA Method in a control Room of petrochemical industry. Iran Occup Health J. 2011;8(3):2-0.
33. Beheshti MH, Koohpaei A, Mousavian Z, Mehri A, Zia G, Tajpour A, et al. The effect of sound with different frequencies on selective attention and human response time. Iran Occup Health. 2018;15(3):118-28.
34. Shahraminia S, editor Evaluate possible solutions to reduce accidents caused by driver fatigue. Proceedings of the 5th National Congress of Civil Engineering Ferdowsi University of Mashhad; 2010.
35. 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.
36. Zakerian SA, Yazdanirad S, Gharib S, Azam K, Zare A. The effect of increasing the illumination on operators' visual performance in the control-room of a combined cycle power plant. Ann Occup Environ Med. 2018;30(1):56.
37. Lindsley DB. Activation, arousal, alertness, and attention. States of brain and mind: Springer; 1988. p. 1-3.
38. Zhou Y, Zhou T, Zhao Y, Liu H, Zhang C, Wang D, et al., editors. The Influence of Illuminance and

www.SID.ir

Archive of SID

Color Temperature on Target Dragging Task. International Conference on Intelligent Human Systems Integration; 2019: Springer.
39. Geary DC, Saults SJ, Liu F, Hoard MK. Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. J Experim Child Psychol. 2000;77(4):337-53.
40. Adam JJ. Gender differences in choice reaction time: evidence for differential strategies. Ergonomics. 1999;42(2):327-35.
41. Van Maanen A, Meijer AM, van der Heijden KB, Oort FJ. The effects of light therapy on sleep problems: a systematic review and meta-analysis. Sleep Med Rev. 2016;29:52-62.
42. Huiberts L, Smolders K, De Kort Y. Shining light on memory: Effects of bright light on working memory performance. Behav Brain Res. 2015;294:234-45.
43. Mehri A, Dehghan SF, Abbasi M, Beheshti MH, Sajedifar J, Jafari SM, et al. Assessment of contrast perception of obstacles in a tunnel entrance. Health Prom Perspect. 2018;8(4):268.

www.SID.ir