



بررسی مقایسه‌ای تأثیر دمای رنگ لامپ فلئورسنت و LED بر روی شاخص‌های روان شناختی کارکنان در یکی از دفاتر دولتی

مهدیه سادات راه‌چمنی: کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
سید ابوالفضل ذاکریان: (*نویسنده مسئول) دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. zakerian@tums.ac.ir
کمال اعظم: دانشیار و متخصص آمار زیستی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

چکیده

کلیدواژه‌ها

دمای رنگ،

توجه،

زمان واکنش،

حافظه کاری،

لامپ LED

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۴

زمینه و هدف: انسان‌ها تحت تأثیرات مختلف نور قرار می‌گیرند. نور می‌تواند بر روی شناخت، رفتار انسان، آسایش بصری، سلامتی و رفاه مؤثر باشد. هدف از این مطالعه بررسی مقایسه‌ای تأثیر دمای رنگ لامپ فلئورسنت و LED بر روی شاخص‌های روان‌شناختی کارکنان در یکی از دفاتر دولتی بود.

روش بررسی: در این مطالعه مداخله‌ای ۸ نفر از کارکنان شامل ۲ مرد و ۶ زن با میانگین و انحراف معیار سنی $41/75 \pm 5/99$ مورد بررسی قرار گرفتند. مواجهه با سه سطح روشنایی شامل لامپ فلئورسنت با دمای رنگ ۶۵۰۰ کلوین و لامپ LED3000 کلوین و ۶۰۰۰ کلوین با زمان انطباق یک هفته برای هر یک از سطوح روشنایی در نظر گرفته شد. میزان زمان واکنش با استفاده از نرم‌افزار زمان‌سنج واکنش ساده، توجه با استفاده از نرم‌افزار آزمون توجه متمرکز و پراکنده و حافظه کاری به‌وسیله‌ی نرم‌افزار آزمون حافظه کاری (N- BACK) برای هر یک از سه سطوح اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون‌های توجه و حافظه کاری نشان داد، میانگین هر یک تحت شرایط لامپ LED با دمای رنگ ۶۰۰۰ کلوین نسبت به دو شرایط روشنایی دیگر افزایش پیدا کرد و این تفاوت معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). میانگین زمان واکنش تحت شرایط روشنایی لامپ ۶۰۰۰ کلوین نسبت به دو شرایط دیگر به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($p \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد افزایش دمای رنگ نور و شدت روشنایی باعث افزایش توجه و حافظه کاری و کاهش زمان واکنش افراد منجر به بهبود عملکردهای شناختی کارکنان می‌شود. در نتیجه با انتخاب صحیح نوع روشنایی در محل کار نه تنها سلامتی فرد در امان می‌ماند بلکه سطح بهره‌وری کارکنان نیز بالا خواهد رفت.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: گزارش نشده است.

شیوه استناد به این مقاله:

Rahchamani MS, Zakeriyan A, Azam K. Comparative survey on the effect of fluorescent lamps & LED color temperature on staffs psychologically indicators at the office. Iran Occupational Health. 2018 (Oct-Nov);15(5):30-37.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 1.0 صورت گرفته است.



Comparative survey on the effect of fluorescent lamps and LED color temperature on staffs psychologically indicators at the office

Mahdiyeh Sadat Rahchamani, MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abolfazl Zakeriyan, (*Corresponding Author) Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. zakerian@tums.ac.ir

Kamal Azam, Assistant Professor, Biostatistics Department, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background: Human beings are exposed to various light effects. Light can be effective in Cognition, human behavior, visual comfort, health and well-being. The purpose of this study was to Comparative Survey on the effect of fluorescent lamps and LED color temperature on staffs Cognitive Performance Indicators at the office.

Methods: In this interventional study, 8 subjects including 2 men and 6 women with mean and standard deviation of 41.75 ± 5.99 years were studied. Exposure to three levels of brightness includes a fluorescent lamp with a color temperature of 6,500 Kelvin and a LED3000 K and 6,000 K at a time of one week's adaptation for each of the brightness levels, the reaction time was measured using the simple reaction timer software, Attention was measured using the SELECTIVE & DIVIDED ATTENTION TEST software and working memory by The N-BACK (WORKING MEMORY TEST) software was measured.

Results: The results of the Attention and working memory tests showed that the average of each under the conditions of the LED lamp with a color temperature of 6000K increased compared to two other lighting conditions. And this difference was significant ($p < 0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that increasing the color of light and the intensity of light increase the attention and working memory and reducing the reaction time leads to improvement of cognitive Performance of employees. As a result, by choosing the correct type of lighting at the workplace, not only will the person's health be safe, but also the level of staff Efficiency will rise.

Conflicts of interest: None

Funding: None.

Keywords

Color temperature,
Attention,
Reaction time,
Working memory,
LED bulb

Received: 01/01/2018

Accepted: 06/10/2018

How to cite this article:

Rahchamani MS, Zakeriyan A, Azam K. Comparative survey on the effect of fluorescent lamps & LED color temperature on staffs psychologically indicators at the office. Iran Occupational Health. 2018 (Oct-Nov);15(5):30-37.

مقدمه

عوامل متعددی مؤثر بر بهره‌وری، سرعت، دقت کار و سلامت کارکنان می‌باشد که این عوامل خود تحت تأثیر فاکتورهای محیطی می‌توانند قرار بگیرند (۱). انسان‌ها تحت تأثیرات مختلف نور قرار می‌گیرند و نور برای زندگی آن‌ها ضروری است. نور دارای طیف گسترده‌ای از اثرات بر روی کاربران و تغییر تجربیاتشان از محیط است (۲) اثرات بصری و غیر بصری نور می‌تواند بر روی شناخت، رفتار انسان، آسایش بصری، سلامتی، رفاه و عملکرد کاری مؤثر باشد (۳،۱). تغییر در عواملی مانند میزان نور خروجی و دمای رنگ بر روی ادراک کارکنان، شناخت و حالت خلق‌وخوی مؤثر خواهد بود زیرا روشنائی نه تنها بر روی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی کاربران، بلکه بر روی روان‌شناختی آن‌ها نیز تأثیر می‌گذارد (۴). یکی از جنبه‌های اساسی روشنائی، کیفیت روشنائی است و دمای مربوط به رنگ و میزان روشنائی بخشی از آن‌ها است (۵،۶،۱) دمای رنگ یک منبع نور در محیط‌های داخلی نقش مهمی را در تأثیر عملکرد روان‌شناختی و فیزیولوژیکی بر روی اشخاص دارد، کاربرد درست از دمای رنگ در محیط‌های داخلی می‌تواند باعث افزایش انگیزش و بهبود سلامت و پشتیبانی از فرایندهای شناختی شود. در مقابل استفاده نادرست از دمای رنگ نور ممکن است نتایج منفی بر روی سلامت انسان مانند فشار خون و سردرد، یا تغییر ریتم منظم سیرکادین و خلق‌وخوی گردد (۳،۸،۹) که در نهایت باعث، کاهش و از دست دادن بهره‌وری می‌گردد (۱۰) لامپ فلئورسنت به‌طور گسترده‌ای در دامنه‌ای از کاربردهای صنعتی و اداری مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما فن‌آوری‌های جدیدتر مانند لامپ دیود ساطع نور (LED) به‌طور فزاینده در حال تبدیل شدن به گزینه‌های روشنائی، با مزایایی مانند مصرف کمتر انرژی، طول عمر طولانی قابل استفاده و دوام بالاتر است (۴). طبق مطالعات صورت گرفته، افراد مورد آزمایش دمای رنگ نور بالاتر LED را نسبت به فلئورسنت در محیط اداری ترجیح داده‌اند و آن‌ها دارای مشاهده بصری و راحتی بیشتری بودند. بطوریکه نتایج مطالعات نشان داده لامپ‌های LED به علت پذیرش کاربران می‌تواند توسعه پیدا کند (۱۱). در بررسی عملکرد شناختی افراد از شاخص‌هایی استفاده

می‌شود، از جمله شاخص‌های شناختی مهم در انسان توجه، حافظه کاری و زمان واکنش می‌باشد (۲۲،۱۲). مطالعات صورت گرفته نشان داده است دمای رنگ بالا باعث افزایش توجه و زمان واکنش شده و مواجهه با نور غنی از طیف آبی موجب افزایش توجه می‌شود (۱۳). زمان واکنش مدت زمان بسیار کوتاهی است که بین محرک و ثبت پاسخ فرد طی می‌شود و به صورت ارادی و غیرارادی (بازتابی) ظاهر می‌گردد (۱۴). در سال ۲۰۱۱ Chellappa و همکاران به بررسی سطح عملکرد شناختی ۱۶ دانشجوی مرد در مواجهه با لامپ فلورسنت با دمای رنگ نور ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ و ۶۵۰۰ کلوین پرداختند، نتایج نشان داد که مواجهه با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ کلوین فلئورسنت نسبت به دو دمای رنگ دیگر موجب افزایش عملکرد شناختی، توجه و زمان واکنش سریع‌تر می‌شود. مواجهه با نور غنی از طیف آبی موجب افزایش توجه می‌شود (۱۳). Huang و همکاران در سال ۲۰۱۵ طی مطالعه‌ای به منظور بررسی اثرات دمای رنگ‌های مختلف بر روی تمرکز و توجه مداوم و پایدار زیر نور سفید LED سه دمای رنگ نور (۲۷۰۰، ۴۳۰۰ و K ۶۵۰۰) را مورد بررسی قرار دادند؛ که نشان داد در دمای ۴۳۰۰ کلوین توجه و تمرکز بهترین حالت را دارد (۱۵). نجار و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی خلق‌وخو و خواب و آسایش ۹ پرسنل ایستگاه قطبی که تحت تأثیر نور سفید فلئورسنت (SW) نور آبی (BE) با دمای رنگ نور ۴۱۰۰ کلوین و ۱۷۰۰۰ کلوین و شدت روشنائی ۴۰۰۰ لوکس در تابستان و ۵۰۰ لوکس در زمستان بود، پرداختند. نتایج نشان داد که آسایش و خلق‌وخو تحت اثر نور آبی در مقایسه با نور سفید بهتر بود و همچنین سطح هوشیاری نیز در نور BE در مقایسه با SW افزایش می‌یابد (۱۶). طی مطالعه‌ای که توسط smolders در سال ۲۰۱۲ انجام شد نتیجه گرفتند که افزایش شدت روشنائی به میزان ۱۰۰۰ لوکس در مقایسه با ۲۰۰ لوکس باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب آلودگی کمتر، انرژی بیشتر و زمان واکنش کوتاه‌تر می‌شود (۱۷) با توجه به مطالب بیان شده، از آنجایی که عامل روشنائی می‌تواند باعث تغییراتی در

عملکرد شغلی، ایجاد خطا و بهره‌وری در نیروی کار شود؛ و در ایران در این زمینه در دفاتر کار (محیط واقعی) مطالعه‌هایی صورت نگرفته است، همچنین توجه، حافظه کاری و زمان واکنش ممکن است تحت تأثیر پارامترهای روان‌شناختی، شرایط کاری و غیره قرار گیرد این شرایط در ایران با سایر کشورها متفاوت است لذا جهت بررسی مقایسه‌ای تأثیر دمای رنگ لامپ‌های LED و فلئورسنت بر روی شاخص‌های روان‌شناختی کارکنان در یکی از دفاتر دولتی این مطالعه صورت گرفت.

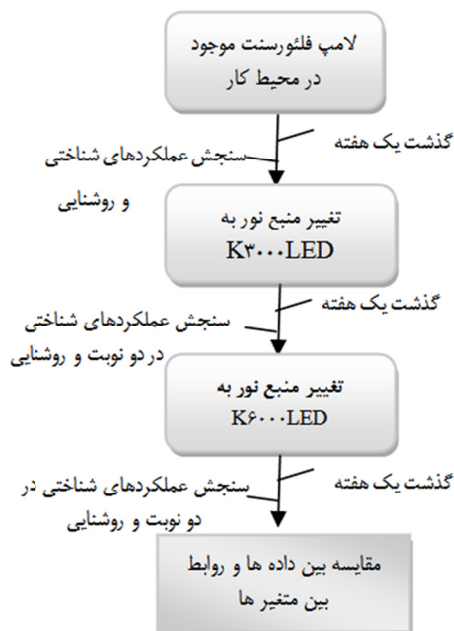
روش بررسی

این مطالعه مداخله‌ای با هدف بررسی مقایسه‌ای دمای رنگ لامپ‌های LED و فلئورسنت بر روی عملکرد شناختی کارکنان در یکی از موسسه‌های دولتی در سال ۱۳۹۶ انجام شد که آزمایشات در واحد بودجه و حسابداری صورت گرفت. با توجه به محاسبات آماری و مطالعات پیشین انجام شده (۲۳،۲۴،۷)، تعداد ۸ نمونه شامل ۲ مرد و ۶ زن با میانگین سنی $41/75 \pm 5/99$ سال انتخاب شدند. نمونه‌ها به روش تصادفی ساده انتخاب که پژوهشگران می‌توانند با سطح اطمینان ۹۵٪ و اختلاف ۱/۵ انحراف معیار میزان عملکردهای شناختی را در سطوح مختلف دمای رنگ نور معنی‌دار نشان دهند. جهت تعیین اثر، از لامپ فلئورسنت با دمای رنگ نور ۶۵۰۰ کلوین و لامپ LED با دماهای رنگ ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ کلوین استفاده شد. جهت تعیین عملکردهای شناختی افراد از نرم‌افزار SELECTIVE & DIVIDED ATTENTION TEST جهت سنجش میزان توجه متمرکز و پراکنده، آزمون زمان‌سنج واکنش ساده جهت سنجش زمان واکنش و نرم‌افزار N- BACK (WORKING MEMORY TEST) جهت سنجش حافظه کاری استفاده شد، لازم به ذکر است اعتبار نرم‌افزارهای ذکر شده در مطالعات مختلف بررسی شده است (۱۸، ۱۹). طول مدت زمان مواجهه‌ی افراد جهت انطباق با شرایط نوری جدید یک هفته در نظر گرفته شد لازم به ذکر است تمامی سنجش‌ها و اندازه‌گیری‌ها در همه‌ی مراحل در بعدازظهر صورت گرفت. شرایط ورود به مطالعه شامل: نداشتن مشکلات ضعف بینایی، عدم سابقه

مصرف داروهای قلبی، کاهش‌دهنده قندخون، ضد افسردگی و آرام‌بخش، ضد هیستامین‌ها، داروهای ضد پارکینسون، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی و شرایط خروج از مطالعه نیز عدم تمایل به ادامه همکاری از سوی شرکت‌کننده‌ها و داشتن مشکلات روحی روانی در نظر گرفته شد. پس از انتخاب نهایی افراد که ۴ نفر آن‌ها به دلیل مشکلات بینایی از مطالعه خارج و ۴ نفر جایگزین آن‌ها شدند، کلیه آزمون‌ها برای افراد به‌طور کامل شرح داده شد. در ادامه میزان روشنایی لامپ فلئورسنت با دمای ۶۵۰۰ کلوین موجود در محیط کار سنجش شد. سپس داوطلبان آزمون زمان واکنش را در دو نوبت در یک هفته انجام دادند. نحوه انجام آزمون به این صورت بود که دایره‌های قرمز با فواصل زمانی مختلف بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود و به محض اینکه افراد دایره قرمز را روی صفحه نمایش می‌بینند باید دکمه Space را جهت ثبت پاسخ خود فشار دهند. سپس آزمون توجه پراکنده و متمرکز اجرا شد، به این ترتیب که ابتدا آزمون توجه متمرکز شروع می‌شود و دو شکل (مثلاً دایره و شمع) از میان اشکال مختلف روی صفحه، نمایش داده می‌شود، آزمودنی باید به محض دیدن اشکال تعیین شده بر روی دکمه Space فشار دهد. فاصله زمانی بین ارائه دو محرک نیم ثانیه می‌باشد. سپس آزمون توجه پراکنده اجرا شد. در این مرحله دو شکل ذکر شده در دو سمت صفحه، نمایش داده می‌شود، آزمودنی باید با دست راست فقط به محرک سمت راست و با دست چپ فقط به محرک سمت چپ پاسخ دهد در صورت تغییر نباید پاسخی ثبت کند. برای بررسی پایایی نرم‌افزار آزمون توجه متمرکز و پراکنده، ضریب همبستگی در توجه متمرکز ۰/۸۶ در توجه پراکنده ۰/۹۳ به دست آمد. در بررسی روایی آزمون توجه متمرکز و پراکنده در ۳۰۰ آزمودنی، ضریب همبستگی ۰/۳۹۰ در حد معنادار به دست آمده است (۱۸، ۱۹). آزمون حافظه کاری یک تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی است. ضرایب اعتبار در دامنه بین ۰/۵۴ تا ۰/۸۴ اعتبار بالای این آزمون را نشان می‌دهد. روایی این آزمون نیز به عنوان شاخص سنجش عملکرد حافظه کاری بسیار قابل قبول می‌باشد (۱۸). این آزمون دارای ۳ سطح می‌باشد که ما در این مطالعه ۲ سطح آن را



شکل ۱- مرحله تغییر لامپ های محیط مطالعه



شکل ۲- فرآیند روش کار

کمترین مقدار روشنایی موضعی مربوط به لامپ فلئورسنت موجود در اتاق ($20/1 \pm 192/4$) و بیشترین مقدار روشنایی مربوط به لامپ LED 6000 کلوین ($448/57 \pm 115/76$) گزارش گردید. روشنایی موجود حاصل از لامپ LED 6000 کلوین با شدت روشنایی استاندارد که بر روی میز مطالعه که بین حداقل 300 و شدت روشنایی استاندارد که بر روی میز مطالعه که بین حداقل 300 و پیشنهادی 500 لوکس می باشد. میانگین آزمون توجه متمرکز ($163/4 \pm 4/37$) و توجه پراکنده ($149/9 \pm 27$) در گروه تحت تأثیر با LED 6000 کلوین در نوبت دوم نسبت به سایر گروه ها

اجرا کردیم که نحوه ی آزمون سطح 1 به این صورت است: اعداد 1 تا 9 به طور تصادفی روی صفحه برای مدت کوتاهی ظاهر می شود، اولین عدد را که مشاهده کردند آن را باید به خاطر بسپارند و منتظر ظاهر شدن عدد دوم بشوند. پس از ظاهر شدن عدد دوم در صورتی که با عدد قبلی یکسان بود، با حداکثر سرعت دکمه؟ (درست) را فشار دهند و چنانچه دو عدد یکسان نبود روی دکمه Z (نادرست) را فشار دهند و تا آخر به همین شکل عمل کردند. نحوه آزمون سطح 2 نیز مانند آزمون سطح 1 با این تفاوت که اعداد اول با سوم، دوم با چهارم و به همین ترتیب تا آخر مقایسه صورت می گیرد. سپس با تغییر لامپ های فلئورسنت به LED با دمای رنگ 3000 کلوین و افزایش روشنایی با توجه به میزان استاندارد دفاتر اداری حداقل 300 لوکس و پیشنهادی 500 لوکس انجام شد. تمام مراحل ذکر شده با همان شرایط سنجیده شد سپس در پایان این مراحل نیز لامپ LED 3000 کلوین به لامپ LED 6000 کلوین تغییر پیدا کرد (شکل 1) و میزان روشنایی مانند مرحله قبل به حد استاندارد دفاتر اداری حداقل 300 لوکس و پیشنهادی 500 لوکس افزایش پیدا کرد، دوباره تمام مراحل سنجش همانند مراحل قبل در زمان بعد از ظهر انجام شد (شکل 2). جهت تجزیه و تحلیل داده ها پس از جمع آوری داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرونوف و مشخص شدن توزیع نرمال داده ها با استفاده از آزمون زوجی نرم افزار SPSS نسخه 22 به سیستم کامپیوتر انتقال یافته و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

جمعیت مورد مطالعه 8 نفر در نظر گرفته شد. میانگین و انحراف معیار سن افراد مورد مطالعه $41/75 \pm 5/99$ بود که بیشینه و کمینه سن افراد به ترتیب 53 و 36 سال بود. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که با گذشت یک هفته از مواجهه افراد، توجه و حافظه کاری در شرایط لامپ 3000 کلوین و یک هفته

بعد از مواجهه و در هر دو نوبت اندازه گیری در شرایط لامپ 6000 کلوین به طور معنی داری افزایش پیدا کرد ($p \leq 0/05$). نتایج شدت روشنایی نشان داد

($p=0/05$).

آزمون حافظه کاری در دو سطح انجام شد. نتایج حاصل از آن طبق جدول ۳ گزارش شد. همانطور که مشاهده می‌شود افراد تحت تأثیر با نور LED ۶۰۰۰ کلوین در نوبت دوم از سطح ۱ بیشترین درصد از نتایج صحیح را با میانگین و انحراف معیار ($118/0 \pm 0/7$) و کمترین درصد از نتایج صحیح را با میانگین و انحراف معیار ($107/4 \pm 4/8$) در شرایط لامپ فلئورسنت ارائه دادند. در سطح ۲ افراد تحت تأثیر با نور LED ۶۰۰۰ کلوین در نوبت دوم بیشترین درصد از نتایج صحیح را با میانگین و انحراف معیار ($90/75 \pm 15/59$) و کمترین درصد از نتایج صحیح را با میانگین و انحراف معیار ($60/0 \pm 12/4$) در شرایط لامپ فلئورسنت ارائه دادند. می‌توان از میزان درصدهای به دست آمده نتیجه‌گیری کرد که مقدار حافظه کاری افراد تحت تأثیر با لامپ LED ۶۰۰۰ کلوین در هر دو سطح نسبت به همان افراد که تحت تأثیر لامپ فلورسنت بودند به طرز چشمگیری افزایش یافته است و معنی‌دار می‌باشد ($p=0/007$).

افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد توجه افراد در روشنایی مربوط به لامپ LED ۶۰۰۰ کلوین نوبت دوم ($97/26$ ٪) و کمترین درصد توجه در روشنایی مربوط به روشنایی فلئورسنت به مقدار ($95/7$ ٪) بود. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت افزایش دمای رنگ نور بر هوشیاری و بهبود عملکرد شناختی مربوط است؛ و همچنین روشنایی استاندارد بر روی توجه افراد می‌باشد که با افزایش شدت روشنایی به مقدار استاندارد، تعداد خطاها کاهش یافته‌اند نتایج آن در جدول ۱ ذکر شده است.

زمان واکنش با دقت $1/100$ ثانیه محاسبه می‌شود. نتایج بدست‌آمده از این آزمون حاکی از این می‌باشد که افرادی که تحت تأثیر لامپ LED ۶۰۰۰ کلوین بودند در فاصله زمانی کمتری به سوالات پاسخ دادند به‌طوری‌که میانگین و انحراف معیار آن برابر با ($66/58 \pm 357/8$)، در مقابل لامپ فلئورسنت با میانگین ($412 \pm 84/47$) بود. این نشان‌دهنده تأثیر مثبت دمای رنگ نور این نوع LED بر روی افراد تحت تأثیر می‌باشد

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار آزمون توجه متمرکز و پراکنده به تفکیک لامپ فلئورسنت و LED

سنجش نوبت اول		سنجش نوبت دوم		فلئورسنت	
K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED
۱۶۳/۴	۱۶۱/۳	۱۶۲/۳	۱۶۰/۶	۱۶۰/۹	میانگین
۴/۳۷	۴/۳	۴/۳۳	۴/۷۱	۴/۶۷	انحراف معیار
۱۴۹/۰	۱۴۱/۰	۱۴۵/۹	۱۴۰/۱	۱۳۱/۶	توجه پراکنده
۹/۲۷	۹/۵۹	۹/۲۵	۹/۷۹	۱۸/۹۱	انحراف معیار

جدول ۲- اطلاعات توصیفی آزمون زمان واکنش به تفکیک لامپ فلئورسنت و LED

سنجش نوبت اول		سنجش نوبت دوم		فلئورسنت	
K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED
۳۵۷/۸	۳۹۶/۴	۳۷۳/۲	۴۰۲/۵	۴۱۲	میانگین
۳۰۱/۲	۳۳۳/۳	۳۱۰/۴	۳۳۵/۵	۳۳۵/۹	انحراف معیار
۴۸۸/۱	۵۱۹/۶	۴۹۳/۶	۴۹۸/۸	۵۶۵/۶	میانگین
۶۶/۵۸	۶۹/۴۱	۶۰/۸۱	۶۴/۸۱	۸۴/۴۷	انحراف معیار

جدول ۳- اطلاعات توصیفی آزمون حافظه کاری به تفکیک لامپ فلئورسنت و LED در دو سطح ۱ و ۲

سنجش نوبت اول		سنجش نوبت دوم		فلئورسنت	
K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED	K۶۰۰۰LED	K۳۰۰۰LED
۱۱۱/۰	۱۱۱/۰	۱۱۴/۱	۱۱۱/۰	۱۰۷/۴	میانگین
۰/۷۵	۵/۲۶	۳/۳۹	۵/۵۵	۴/۸	سطح ۱ انحراف معیار
۹۰/۷۵	۶۹/۷۵	۷۶/۵۰	۶۹/۷۵	۶۰/۰	میانگین
۱۵/۵۹	۲۰/۶۸	۱۶/۵۴	۲۰/۶۸	۱۲/۳۴	سطح ۲ انحراف معیار

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده و احتمال تأثیر دمای رنگ نور بر عملکرد شناختی افراد این مطالعه در یک محیط اداری انجام شد. نتایج حاصل از مطالعه انجام شده نشان داد که در دمای رنگ نور مختلف شاخص‌های روان‌شناختی اختلاف معنی‌داری، دارد ($p \leq 0/05$) یعنی با افزایش دمای رنگ نور شاخص‌های روان‌شناختی بهبود یافته‌اند که این مطلب به تأثیر مثبت دمای رنگ نور بر هوشیاری و بهبود عملکرد شناختی مربوط است. نتایج حاصل از آزمون توجه پراکنده در مطالعه حاضر حاکی از این است که زمانی که افراد در هنگام پاسخ‌گویی به سوالات آزمون، تحت تأثیر نور LED در دمای ۶۰۰۰ کلوین، بودند نتایج خیلی بهتری را با میانگین $(149/0 \pm 9/27)$ نسبت به زمانی که تحت تأثیر لامپ فلئورسنت با میانگین $(160/9 \pm 4/67)$ و LED ۳۰۰۰ کلوین بودند، از خود نشان دادند؛ که البته قابل ذکر است که نتایج حاصل از آزمون در دمای نور LED ۳۰۰۰ کلوین با میانگین $(141/0 \pm 9/59)$ بیشتر از لامپ فلئورسنت می‌باشد. طی مطالعه‌ای که توسط smolders و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام شد نتیجه گرفتند که افزایش شدت روشنایی (۱۰۰۰ لوکس در مقایسه با ۲۰۰ لوکس) باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب‌آلودگی کمتر، انرژی بیشتر و زمان واکنش کوتاه‌تر می‌شود (۱۷). Karin و همکاران در سال ۲۰۱۴ مطالعه‌ای با هدف بررسی سودمندی سطوح شدت روشنایی بالاتر برای آن دسته از افرادی که از خستگی ذهنی رنج می‌برند و این خستگی ناشی از فشار خواب نیست بلکه ناشی از انجام اعمال ذهنی است را انجام دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شرکت‌کنندگان هنگامی که در معرض نور روشن‌تر قرار می‌گیرند احساس خواب‌آلودگی کمتر، سرزندگی و شادابی بیشتری می‌کنند (۱۷). نتایج این دو دانشمند با نتایج به دست آمده از طرح مطالعاتی حاضر، برابری می‌کند. در آزمون زمان واکنش نیز نتایج حاصل از آزمون، هنگامی که افراد تحت تأثیر لامپ LED با دمای ۶۰۰۰ کلوین بودند نسبت سایر سطوح روشنایی، اختلاف معنی‌دار از خود نشان داد. زمان واکنش و خطاهای زمان واکنش با افزایش سطوح روشنایی

تغییرات معناداری داشت و درصد توجه نسبت به افزایش شدت روشنایی تغییرات معنادار نشان داد. افزایش شدت روشنایی باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب‌آلودگی کمتر، انرژی بیشتر، بهبود توجه و زمان واکنش کوتاه‌تر می‌شود (۲۰). نتایج حاصل از این مطالعه تاییدی بر این موضوع می‌باشد که افزایش شدت روشنایی باعث افزایش توجه و کاهش زمان واکنش می‌شود. یکی دیگر از تست‌های انجام یافته در این تحقیق آزمون حافظه کاری بود. این تست که در دو سطح انجام شد دارای نتایج قابل توجهی بود به‌طوری که میزان میانگین حافظه کاری افراد که تحت تأثیر LED ۶۰۰۰ کلوین بودند به‌طور معنی‌داری در هر دو سطح نسبت به لامپ فلئورسنت افزایش پیدا کرده به‌طوری که مقدار درصد آن در سطح ۱ از ۹۱٪ در لامپ فلئورسنت به مقدار ۹۸/۴۰ درصد در لامپ LED ۶۰۰۰ کلوین و از ۷۶/۵٪ در سطح ۲ به ۸۱/۹۹٪ افزایش داشت. Igor knez طبق مطالعات خود بیان نمود که روشنایی فرکانس بالا نسبت به فرکانس پایین توسط شرکت‌کنندگان ترجیح داده‌شد که باعث افزایش عملکرد حل مسئله آن‌ها شد (۲۱).

نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن بود که یکی از فاکتورهای بسیار مهم محیطی دخیل بر روی عملکرد شناختی، مسئله روشنایی می‌باشد. وجود روشنایی صحیح یکی از عوامل ضروری در محیط زندگی و مخصوصاً محیط کار است. با انتخاب صحیح نوع روشنایی در محل کار نه تنها سلامتی فرد در امان می‌ماند بلکه سطح بهره‌وری کارکنان نیز بالا خواهد رفت. در این مطالعه با در نظر گرفتن این اصل، روشنایی لامپ فلئورسنت و LED ۶۰۰۰ کلوین و LED ۳۰۰۰ کلوین سنجیده شد و تأثیر آن‌ها بر روی افراد از لحاظ عملکردی و شناختی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در تمامی تست‌ها به وضوح نشان‌دهنده این بود که در بین لامپ‌های مذکور، بیشترین تأثیر مثبت بر روی افراد، از لحاظ بالا بردن توجه و سایر شاخص‌های عملکرد شناختی در نتیجه تأثیر لامپ LED با دمای ۶۰۰۰ کلوین نسبت به سایر لامپ‌ها بیشتر بود.

تقدیر و تشکر

محققین از همکاری کارکنان دانشگاه علوم پزشکی تهران که در انجام این مطالعه ما را همراهی نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

1. Kahya E. The effects of job characteristics and working conditions on job performance. *Int J Ind Ergonom.* 2007;37(6):515-23.
2. Katsuura, T. *Physiological Anthropology: Effects of artificial light environment on humans.* Physical (Biological) Anthropology. Japan: Encyclopedia of Life Support System. 2000;1.
3. Van Bommel WJ. Non visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. *Appl Ergonom.* 2006;37(4):461-466.
4. 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;42:122-128.
5. Veitch JA, Newsham GR. Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction, and comfort. *J Illumin Engin Soc.* 1998;27(1):107-129.
6. Barkmann C, Wessolowski N, Schulte-Markwort M. Applicability and efficacy of variable light in schools. *Physiol Behav.* 2012;105(3):621-627.
7. Najjar RP, Wolf L, Taillard J, Schlangen LJ, Salam A, Cajochen C, et al. Chronic artificial blue-enriched white light is an effective countermeasure to delayed circadian phase and neurobehavioral decrements. *PloS One.* 2014;9:e102827.
8. Mills PR, Tomkins SC, Schlangen LJ. The effect of high correlated color temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. *J Circad Rhythms.* 2007;5(1):2.
9. Rautkylä E, Puolakka M, Tetri E, Halonen L. Effects of correlated color temperature and timing of light exposure on daytime alertness in lecture environments. *J Light Vis Environ.* 2010;34(2):59-68.
10. Shamsul BMT, Sia CC, Ng YG, Karmegan K. Effects of light's colour temperatures on visual comfort level, task performances, and alertness among students. *Am J Pub Health Res.* 2013;1(7): 159-165.
11. Islam MS, Dangol R, Hyvärinen M, Bhusal P, Puolakka M, Halonen L. User acceptance studies for LED office lighting: Lamp spectrum, spatial brightness and illuminance. *Light Res Technol.* 2015; 47:54-79.
12. 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. (Persian)
13. Kosinski RJ. A literature review on reaction time. *Clemson Univ.* 2008;10-23.
14. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Götz T, Cajochen. Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: can blue-enriched light keep us alert. *Plos One* 2011;6(1):164-169.
15. Huang RH, Lee L, Chiu YA, Sun Y. Effects of correlated color temperature on focused and sustained attention under white LED desk lighting. *Color Res Appl.* 2015;40: 281-6.
16. Najjar RP, Wolf L, Taillard J, Schlangen LJ, Salam A, Cajochen C, et al. Chronic artificial blue enriched white light is an effective countermeasure to delayed circadian phase and neurobehavioral decrements. *PloS One.* 2014;9:e102.
17. 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.
18. Bayrami M, Movahedi Y, Ahmadi E. The effectiveness of Cognitive Rehab on the Selective-divided attention and working memory in students with dyslexia & Dyscalculia disabilities. *Neuropsychology.* 2017;3(2) (Series 8). (Persian)
19. Zare H, Farzad V, Alipour A, Nazer M. Effectiveness of Attention-shaping Training in Reinforcing Attention in Drivers with Crash History. *Adv Cog Sci.* 2012;14(2). (Persian)
20. Smolders KC, de Kort YA, Cluitmans PJ. A higher illuminance induces alertness even during office hours: findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. *Physiol Behav.* 2012;107(1):7.
21. Knez I. Affective and cognitive reactions to subliminal flicker from fluorescent lighting. *Conscious Cog.* 2014;26:97-104.
22. Neumann E, DeSchepper BG. Costs and benefits of target activation and distractor inhibition in selective attention. *J Experim Psychol: Learn Memory Cog.* 1991 Nov;17(6):1136-45.
23. Okamoto Y, Nakagawa S. Effects of daytime light exposure on cognitive brain activity as measured by the ERP P300. *Physiol Behav.* 2015;138: 313-8.
24. Shin YB, Woo SH, Kim DH, Kim J, Kim JJ, Park JY. The effect on emotions and brain activity by the direct/indirect lighting in the residential environment. *Neurosci lett.* 2015;584:28-32.