Iranian Journal of Ergonomics | ISSN: 2345-5365

Original Research

Study of Daytime Lighting at Official Rooms and Its Relation with Personnel's Cognitive Performance, Alertness, Visual Comfort and Sleep Quality

Reza Shahidi[1], Rostam Golmohammadi[*2], Zahra Pirmoradi Rizevandi[3], Azar Soltani[1], Nassrin Shirmohammadi Khoram [3], Reza Kazemi[4]

1. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
4. Office of Research, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
5. Department of Ergonomics, School of Public Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Article Info

Received: 2019/07/28;
Accepted: 2020/06/09;
ePublished: 2020/07/03

10.30699/jergon.8.1.32

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Author
Rostam Golmohammadi
Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Tel: 09181117952
Email: :
golmohamadi@umsha.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: Undesirable lighting at work environment causes visual and non-visual effects on employers. The aim of this study was to compare the quantity and quality of combined and artificial lighting in daytime and its relationship with the indexes of mental performance.

Methods: This study was carried out at 65 rooms and on 81 employees randomly selected from different clusters. Measurement of lighting parameters was done using a spectrometer. To assess the cognitive function, the Pshycomotor Vigiliance Task (PVT) test and for the sake of visual comfort, alertness and sleep quality, the Conlone, KSS (Karolinska Sleepiness Scale) and PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) questionnaires were used respectively.

Results: Most artificial sources used in the rooms included fluorescent lights in different shapes and colors. The average indexes of combined lighting was more than artificial lightings (P<0.001). Visual comfort was correlated with high color temperature (P=0.006, r = 0.315). The employees with natural lighting had less visually impairment. The sleep quality of the subjects was related to the type of work environment lighting (Chi^2=0.59, P=0.44). Alertness of subjects exposed to high color temperature or natural light was better at 8 and 11 hours. The results of cognitive performance test showed no significant difference between different lighting conditions.

Conclusion: Using natural light or artificial lights with adequate illuminance and high correlated color temperature can increase the alertness and visual comfort to some extent and improve the sleep quality of day staff employers.

Keywords: Day lighting, Cognitive performance, Visual comfort, Alertness, Employees

Copyright © 2020, This is an original open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute of the material just in noncommercial usages with proper citation.

How to Cite This Article:

Shahidi R, Golmohammadi R, Pirmoradi Rizevandi Z, Soltani A, Kazemi R. Study of daytime lighting at official rooms and its relation with personnel's cognitive performance, alertness, visual comfort and sleep quality.. Iran J Ergon. 2020; 8 (1): 32-41

مجله ارگونومی | سال ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹ | E-ISSN: 2345-5365

مقالهٔ پژوهشی

بررسی تأثیر روشنایی روز بر اتاق‌های اداری و ارتباط آن با عملکرد شناختی، هوشیاری، آسایش بینایی و کیفیت خواب کارکنان

رضا شهیدی[۱]، رستم گل‌محمدی[۲*]، زهرا پیرمرادی ریزه‌وندی[۳]، آذر سلطانی[۳]، نسرین شیرمحمدی خرم[۴]، رضا کاظمی[۵]

۱. دانشجوی دکتری، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. کارشناس ارشد آمار، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی همدان، همدان، ایران
۵. استادیار، گروه ارگونومی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی ی شیراز، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۶
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۰
انتشار آنلاین: ۱۳۹۹/۰۴/۱۳

نویسندهٔ مسئول:
رستم گل‌محمدی
استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی همدان، همدان، ایران
تلفن: ۰۹۱۸۱۱۱۷۹۵۲
پست الکترونیک:
golmohamadi@umsha.ac.ir

برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.

خلاصه

زمینه و هدف: روشنایی نامطلوب محیط کار می‌تواند سبب بروز آثار دیداری و غیردیداری در افراد شود. مطالعهٔ حاضر با هدف مقایسهٔ کمیت و کیفیت روشنایی تلفیقی و مصنوعی در ساعات مختلف روز و ارتباط آن با شاخص عملکرد ذهنی، آسایش بینایی، هوشیاری و کیفیت خواب کارکنان صورت گرفته است.

روش‌کار: این مطالعه در زمستان ۱۳۹۶ در ۶۵ اتاق و بر روی ۸۱ نفر از کارکنان پردیس آموزشی دانشگاه علوم‌پزشکی همدان که به‌صورت تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند، صورت گرفت. اندازه‌گیری پارامترهای روشنایی تلفیقی در سه نوبت ابتدا، میانی و پایان شیفت کاری و روشنایی مصنوعی در یک نوبت با استفاده از اسپکترومتر انجام شد. برای ارزیابی عملکرد شناختی از آزمون PVT (Pshycomotor Vigiliance Task) و برای آسایش بینایی، هوشیاری و کیفیت خواب به‌ترتیب از پرسش‌نامه‌های Conlone، KSS (Karolinska Sleepiness Scale) و PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین کمیات روشنایی تلفیقی در اتاق‌های اداری در هر سه نوبت بیشتر از روشنایی مصنوعی بود ($P<$ ۰/۰۰۱). آسایش بینایی افراد نیز با دما هم‌بستگی داشت ($P=$۰/۰۰۶، $r=$ -۰/۳۱۵). همچنین کارکنان بهره‌مند از روشنایی طبیعی دچار ناراحتی بینایی کمتری بودند. کیفیت خواب افراد نیز با نوع روشنایی محیط کار ارتباط داشت ($P=$۰/۵، Chi=۰/۴۴). هوشیاری افراد در معرض دمای رنگ بالا یا روشنایی طبیعی در ساعات ۸ و ۱۱ بهتر بود. نتایج آزمون عملکرد شناختی نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنی‌دار بین شرایط مختلف روشنایی است.

نتیجه گیری: استفاده از روشنایی طبیعی یا افزایش دمای رنگ منابع مصنوعی می‌تواند موجب افزایش هوشیاری و آسایش بینایی کارکنان روز کار شود و تا حدودی کیفیت خواب آنان را بهبود دهد.

کلیدواژه‌ها: روشنایی روز، عملکرد شناختی، آسایش بینایی، هوشیاری، کارمندان

مقدمه

در گذشته کمیت روشنایی در محیط‌های کار از نظر بهداشت، ارگونومی و ایمنی مورد توجه بوده است، اما امروزه موضوع کیفیت روشنایی در محیط کار اهمیت ویژه‌ای یافته است؛ به‌گونه‌ای که نبود کمیت و کیفیت مطلوب روشنایی در محیط کار می‌تواند با تأثیرگذاری بر ریتم سیرکادین و سیستم بینایی انسان سلامت عمومی کارکنان را با خطر مواجه کند و موجب طیف وسیعی از مشکلات دیداری و غیردیداری شود [۱]. از تأثیرات دیداری روشنایی می‌توان به آسایش بینایی و از پیامدهای غیردیداری به تغییرات سطح هوشیاری، عملکرد شناختی و کیفیت خواب اشاره کرد [۲-۴]. کاهش و اختلال در

عملکردهای عصبی-شناختی به افزایش خستگی و خطاهای شغلی، کاهش کیفیت خواب شبانه و متعاقب آن کاهش رضایت‌مندی شغلی و بهره‌وری و افزایش غیبت از کار منجر می‌شود [۶، ۵]. دلیل بسیاری از این عوارض تأثیر روشنایی بر ساعت بیولوژیکی انسان است [۷]. شدت روشنایی بالا به‌عنوان مهم‌ترین متغیر کمی نه‌تنها می‌تواند موجب افزایش سرزندگی و هوشیاری ذهنی شود، بلکه به‌صورت عینی سبب افزایش عملکرد فرد نیز می‌شود [۸]. از دیگر مشخصه‌های روشنایی مؤثر بر بینایی، شاخص تجلی رنگ و دمای رنگ است که به طیف نور وابستگی دارد [۹]. تحقیقات نشان می‌دهد طیف آبی نور در تنظیم ریتم سیرکادین، ترشح هورمون‌ها و تنظیم الگوی خواب از دیگر طیف‌های نور مؤثرتر است و می‌تواند با حفظ سطح ملاتونین بدن در سطح مناسب به حفظ هوشیاری و عملکرد شناختی انسان کمک کند و کیفیت خواب افراد را بهبود بخشد [۱۱، ۱۰]. دمای رنگ منابع برحسب غنای تابش طیف آبی در طول موج‌های نور مرئی تعیین می‌شود. نور درخشان و غنی از نور آبی می‌تواند سبب بهبود عملکرد و سطح هوشیاری محیط کار شود [۱۰، ۱۲، ۱۳]. نور طبیعی از نظر داشتن طیف کامل و شدت کافی بهترین منبع روشنایی است که سبب تنظیم عملکردهای فیزیولوژیکی و بهبود سلامت عمومی می‌شود [۹]. مواجهۀ افراد با نوری که کیفیت مناسبی ندارد، می‌تواند در ساعات روز به کم‌خوابی شبانه منجر شود و درنتیجه به اختلال در عملکردهای شناختی از قبیل کاهش توانایی در تمرکز و حافظه، یادگیری مطالب جدید، تصمیم‌گیری و کاهش مهارت بینجامد [۱۴].

اختلال در عملکردهای شناختی از قبیل حافظۀ کاری، توجه و سرعت پردازش اطلاعات در انجام‌دادن بسیاری از وظایف به‌ویژه تعامل انسان-کامپیوتر نقش اساسی دارد. کاهش موقت کارایی شناختی و ذهنی می‌تواند سبب پیامدهای جدی برای انسان شود [۱۵]. روشنایی نامطلوب نیز یکی از علل نارضایتی کارکنان دفاتر اداری در هنگام کار با کامپیوتر است [۱۶]. مبحث نوبت‌کاری و اضافه‌کاری میان کارمندان موضوعی فراگیر است که می‌تواند تأثیرات شدیدی بر موارد ذکرشده داشته باشد [۱۷].

از یک سو محدودیت‌های معماری برای استفادۀ بهینه از روشنایی طبیعی و از سوی دیگر استفاده از انواع چراغ‌های الکتریکی بدون دمای رنگ و شاخص تجلی رنگ مناسب از مشکلات عدیدۀ محیط‌های اداری است؛ درحالی‌که کمیت و کیفیت روشنایی روی سطح کار با توجه به نوع و طول مدت استفاده از لامپ‌ها، نوع چراغ و تجهیزات مربوط، ضرایب بازتابش سطوح داخلی و وجود یا نبود نور طبیعی در طول زمان تغییر می‌کند. بررسی کمیت و کیفیت انواع منابع روشنایی مصنوعی در محیط‌های اداری و مقایسۀ آنها با یکدیگر و همچنین مقایسه با روشنایی طبیعی و ارتباط آنها با شاخص‌های عملکرد ذهنی، آسایش و میزان هوشیاری کارکنان اداری در ساختمان پردیس آموزشی دانشگاه علوم‌پزشکی همدان موضوع این تحقیق بوده است.

روش کار

مطالعۀ توصیفی- تحلیلی حاضر در زمستان ۱۳۹۶ در پردیس آموزشی دانشگاه علوم‌پزشکی همدان انجام شد. برحسب معادلات آماری برای این تحقیق، ۹۰ مشارکت‌کننده نیاز بود که ۹ نفر از افراد منتخب به دلایل مختلف از جمله حضورنداشتن در مراحل سه‌گانۀ آزمایش در محل کار خویش از ادامۀ همکاری در این تحقیق صرف‌نظر کردند. درنهایت نیز ۸۱ نفر از کارکنان اداری مستقر در ۶۵ اتاق پردیس مذکور به‌صورت تصادفی از بخش‌ها و دانشکده‌های مختلف در تحقیق مشارکت کردند. همچنین از همۀ مشارکت‌کنندگان رضایت‌نامۀ اخلاقی گرفته شد. پارامترهای روشنایی در اتاق‌های دارای پنجره به‌دلیل حالت دینامیکی روشنایی تلفیقی در سه نوبت ابتدا (حدود ساعت ۸)، میانی (حدود ساعت ۱۱) و پایان شیفت کاری (حدود ساعت ۱۴) و اتاق‌های بدون پنجره تنها در یک نوبت اندازه‌گیری شد. در اتاق‌های دارای پنجره برای اندازه‌گیری روشنایی طبیعی، چراغ‌های موجود خاموش و برای روشنایی تلفیقی، هم چراغ‌ها روشن و هم پردۀ پنجره‌ها کنار زده شد. روشنایی مصنوعی این اتاق‌ها از تفاضل مقادیر مذکور محاسبه شد.

پارامترهای شدت روشنایی، دمای رنگ، شاخص تجلی رنگ با اسپکترومتر مدل Sekonic – 7000 روی سطح کار به شکل افقی و در سطح چشم افراد به شکل عمودی اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی عملکرد ذهنی، آسایش بینایی، هوشیاری ذهنی و کیفیت خواب کارکنان به‌ترتیب از ابزارها، آزمون وظیفۀ هوشیاری روانی-حرکتی (Psychomotor Vigilance Task) پرسش‌نامۀ آسایش بینایی Conlon، پرسش‌نامه شاخص خواب‌آلودگی KSS و پرسش‌نامۀ کیفیت خواب پیتزبورگ استفاده شد. با توجه به بررسی اثر زمان و تغییرات شدت روشنایی آزمون PVT و KSS در هر سه مقطع زمانی مقرر ارزیابی شد. آزمون PVT از نوع N-back بود که به‌دلیل نداشتن همکاری کامل مشارکت‌کنندگان تنها سطح ساده (1-back) اندازه‌گیری شد.

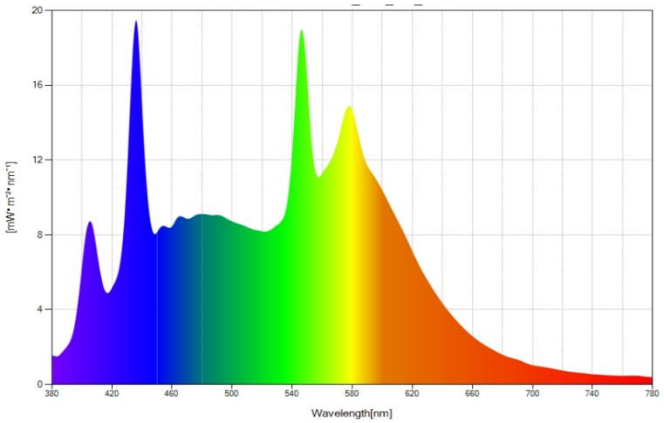
پرسش‌نامهٔ آسایش بینایی یک‌بار و در انتهای شیفت کار از سوی کاربران تکمیل شد. این آزمون ۲۳ سؤال ۴ گزینه‌ای دارد که با توجه به گزینهٔ منتخب، از صفر تا ۳ امتیاز دارند. وضعیت آسایش بینایی فرد با توجه به کل امتیاز کسب‌شده در یکی از سه طبقهٔ دارای ناراحتی بصری کم (۰ تا ۲۴)، ناراحتی بصری متوسط (۲۵ تا ۴۸) و ناراحتی بصری زیاد (۴۹ تا ۶۹) قرار می‌گیرد. شاخص KSS مقیاسی ۹ عددی است که از سطح ۱ (شدیداً هوشیار) تا سطح ۹ (تلاش برای بیدارماندن) درجه‌بندی شده است. مقادیر بین ۱ تا ۵ به‌عنوان سطح هوشیاری مطلوب و مقادیر بین ۶ تا ۹ به‌منزلهٔ سطح هوشیاری نامطلوب در نظر گرفته شدند. هر کدام از شرکت‌کنندگان کمیت و کیفیت خواب شبانهٔ خود را طی هفته گذشته به‌وسیلهٔ پرسش‌نامهٔ PSQI بیان کردند. براساس این پرسش‌نامه اگر شاخص کیفیت خواب پیتزبورگ بین ۰ تا ۴ باشد، به معنای کیفیت خواب مطلوب و اگر بین ۵ تا ۲۱ باشد، بیان‌کنندهٔ کیفیت خواب نامطلوب است. برای مقایسهٔ طیف نور حاصل از انواع چراغ‌هایی که لامپ‌های مختلفی در شرایط آزمایشگاهی با شرایط کاربردی دارند، از هر یک از لامپ‌ها و چراغ موجود در اتاق‌های اداری سه نمونه انتخاب شد و در یک اتاقک استاندارد که بدین منظور طراحی شده بود آزمایش شد.

یافته‌ها

نتایج بررسی انواع چراغ‌ها در اتاق‌های اداری مجتمع نشان می‌دهد بیشتر آنها از انواع لامپ‌های فلورسنت در اشکال تیوبی و FPL (U شکل) بودند. برخی از چراغ‌ها دارای دیفیوزر و برخی فاقد آن بودند. همچنین درجهٔ تمیزی و نگهداری چراغ‌ها بسیار متفاوت بود. با توجه به تعداد بسیار اندک سایر چراغ‌ها اعم از CFL و LED از ارزیابی و مقایسهٔ نتایج آنها صرف‌نظر شد. نتایج اندازه‌گیری کمیت‌های روشنایی مربوط به مشخصات فنی و کیفی انواع چراغ‌های پرکاربرد در شرایط آزمایشگاهی به شرح جدول ۱ است. همچنین به‌عنوان نمونه، اسپکتروگرام یکی از چراغ‌ها در شکل ۱ آمده است.

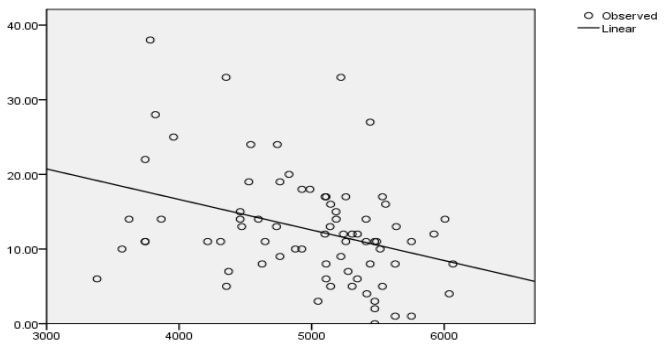
جدول ۱. مشخصات فنی و کیفی چراغ‌های پرکاربرد در مجتمع آموزشی پردیس

نوع چراغ و لامپ مورد استفاده	توان مصرفی هر لامپ Watt	دمای رنگ K (CCT)	پیک طیف تابشی λ	شاخص تجلی رنگ(CRI)%
چراغ خطی فاقد دیفیوزر دارای لامپ فلورسنت تیوبی تمیز	۴۰	۵۹۴۷	۴۳۶	۷۴
چراغ خطی فاقد دیفیوزر دارای لامپ فلورسنت تیوبی نسبتاً کثیف	۴۰	۵۵۸۷	۴۳۶	۷۶
چراغ خطی دارای دیفیورز نسبتاً کثیف و لامپ فلورسنت کثیف	۴۰	۵۴۶۹	۴۳۶	۷۲
چراغ خطی دارای دیفیورز تمیز با لامپ فلورسنت تیوپی تمیز	۴۰	۵۸۵۵	۴۳۶	۷۲
چراغ مربعی مناسب سه لامپ FPL فاقد دیفیورز دارای یک لامپ تمیز مهتابی	۳۶	۵۶۳۳	۵۴۵	۸۴
چراغ مربعی مناسب سه لامپ FPL فاقد دیفیورز دارای یک لامپ تمیز آفتابی	۳۶	۲۵۸۰	۶۱۲	۸۴
چراغ مربعی مناسب سه لامپ FPL فاقد دیفیورز دارای یک لامپ آفتابی و دو لامپ مهتابی	۳۶	۴۲۸۶	۵۴۵	۸۶
چراغ مربعی مناسب سه لامپ FPL فاقد دیفیورز دارای یک لامپ مهتابی و یک لامپ آفتابی	۳۶	۳۸۰۶	۵۴۵	۸۶



شکل ۱. اسپکتروگرام چراغ فلورسنت خطی دارای دیفیوزر و لامپ تیوبی مهتابی تمیز با غنای نور آبی

نتایج نشان می‌دهد میانگین و انحراف معیار دمای رنگ حاصل از منابع مصنوعی در سطح میز کار اتاق‌های اداری (کاربرد واقعی) به‌ترتیب ۴۴۹۹ و ۶۳۱ کلوین است. حداقل میانگین و انحراف معیار شاخص تجلی رنگ مربوط نیز به‌ترتیب برابر ۶۳ و ۸ درصد بود. مقایسهٔ میانگین دمای رنگ روشنایی طبیعی با انواع لامپ‌های فلورسنت در شرایط آزمایشگاهی نشان می‌دهد لامپ‌های فلورسنت آفتابی (طلایی) به‌طور معنی‌داری در مقایسه با روشنایی طبیعی دارای دمای رنگ کمتری هستند (P =۰/۰۱). شاخص تجلی رنگ هر دو نوع لامپ آفتابی و مهتابی نیز در مقایسه با نور طبیعی به‌طور معنی‌داری کمتر است (P =۰/۰۱). میانگین شدت روشنایی مصنوعی در روی سطح کار اتاق‌های بدون پنجره برابر ۲۷۶ Lx و میانگین شدت روشنایی تلفیقی در اتاق‌های دارای پنجره در سه ساعت ۸، ۱۱ و ۱۴ به ترتیب برابر ۶۱۵، ۷۲۴ و ۵۱۰ لوکس بود که به معنای بیشتربودن شدت روشنایی تلفیقی در مقایسه با روشنایی مصنوعی در هر سه ساعت مذکور است (P=۰/۰۰۱). نتایج نشان می‌دهد نوع روشنایی اثر معنی‌داری بر دمای رنگ در سطح میز کار دارد؛ به نحوی که به‌طور متوسط دمای رنگ در روشنایی تلفیقی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در روشنایی مصنوعی بود (P=۰/۰۰۱ و F=۲۳/۲۱۵). میانگین دمای رنگ تلفیقی و شاخص تجلی رنگ مربوط تفاوت آماری معنی‌داری را در سه زمان اندازه‌گیری نشان نمی‌دهد، اما شاخص تجلی رنگ روشنایی مصنوعی در ساعات مختلف اندازه‌گیری به‌طور معنی‌داری کمتر از روشنایی تلفیقی بود. این تفاوت در ساعات ۸ و ۱۱ بارزتر از ساعت ۱۴ بود ($P_{۱۴}$=۰/۰۳۳ و $P_{۱۱ و ۸}$=۰/۰۰۱). براساس آزمون دقیق فیشر، توزیع آسایش بینایی در دو نوع روشنایی تلفیقی و مصنوعی نشان‌دهندهٔ آسایش بینایی مطلوب‌تر در افرادی است که در مواجهه با روشنایی طبیعی قرار دارند. به این نحو که نسبت افراد دارای ناراحتی بینایی متوسط به کل کارکنان در گروه کارکنان مستقر در اتاق‌های بدون روشنایی طبیعی ۴/۷ برابر بیشتر از گروه بهره‌مند از روشنایی طبیعی بود (۱۸/۲ درصد در برابر ۳/۸ درصد) (P=۰/۰۴ و Chi2=۴/۷۴). نتایج آزمون ضریب هم‌بستگی پیرسون برای محاسبهٔ میزان رابطهٔ دو متغیر دمای رنگ و نمرهٔ آسایش بینایی حاکی از رابطهٔ منفی و معنی‌دار این دو متغیر بود (P=۰/۰۰۲، r =۰/۳۵). شکل ۲ نمودار هم‌بستگی مقادیر نمرهٔ پرسش‌نامهٔ آسایش بینایی و دمای رنگ را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمودار هم‌بستگی دمای رنگ در محیط اداری و نمرهٔ آسایش بینایی

جدول‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب نتایج آزمون ضریب هم‌بستگی پیرسون و اسپیرمن را برای برآورد میزان رابطهٔ متغیرهای فردی با دمای رنگ و شدت روشنایی در ساعات مختلف روز نشان می‌دهند. چنانکه از داده‌های جداول مشخص است، فقط نمرهٔ خواب‌آلودگی در ساعات ۸ و ۱۱ با دمای رنگ رابطهٔ معنی‌داری دارد و بقیهٔ موارد از نظر آماری معنی‌دار نیستند.

جدول ۲. نتایج تحلیل هم‌بستگی پیرسون بین متغیرهای دمای رنگ، خواب‌آلودگی و عملکرد افراد

متغیرها	دمای رنگ	
	r	*P*
نمرهٔ KSS در ساعت ۸	-۰/۲۲۸*	۰/۰۴۷
نمرهٔ KSS در ساعت ۱۱	-۰/۳۱۵*	۰/۰۰۶
نمرهٔ KSS در ساعت ۱۴	-۰/۰۹	۰/۴۴
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۸	-۰/۰۲۸	۰/۸۲
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۱۱	-۰/۰۸	۰/۵۰
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۱۴	-۰/۸۹	۰/۴۷
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۸	-۰/۱۱۵	۰/۳۳
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۱۱	-۰/۱۴۷	۰/۲۲
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۱۴	-۰/۰۶۵	۰/۶

*$P<۰/۰۵$

جدول ۳. نتایج تحلیل هم‌بستگی پیرسون و اسپیرمن بین متغیرهای شدت روشنایی، آسایش بینایی و عملکرد افراد

متغیرها	شدت روشنایی	
	r	*P*
نمرهٔ آسایش بینایی	-۰/۰۴۹	۰/۶۸
طبقهٔ آسایش بینایی	-۰/۱۶۸	۰/۱۶
نمرهٔ KSS در ساعت ۸	-۰/۰۲۵	۰/۸۶
نمرهٔ KSS در ساعت ۱۱	۰/۱۷	۰/۲۳
نمرهٔ KSS در ساعت ۱۴	۰/۰۸۸	۰/۵۴
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۸	-۰/۰۰۴	۰/۹۸
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۱۱	۰/۱۲۶	۰/۳۰
سرعت پاسخ آزمون PVT در ساعت ۱۴	۰/۱۸۱	۰/۱۴
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۸	-۰/۱۱۶	۰/۸۹
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۱۱	۰/۱۴۱	۰/۲۵
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT در ساعت ۱۴	-۰/۰۰۴	۰/۹۸

میانگین نمرهٔ KSS گروه افرادی که در معرض روشنایی طبیعی قرار داشتند، به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه روشنایی مصنوعی بود؛ یعنی میزان هوشیاری این افراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از افرادی است که تنها در مواجهه با روشنایی مصنوعی قرار دارند ($P=۰/۰۰۴$)، اما مقایسهٔ متغیرهای سرعت پاسخ و درصد پاسخ صحیح بین دو گروه مورد نظر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. این داده‌ها در جدول ۴ آمده است.

در جدول ۵ به مقایسهٔ آماری طبقهٔ کیفیت خواب برحسب PSQI پرداخته شده است که کیفیت خواب نسبتاً بهتر افرادی را نشان می‌دهد که در اتاق‌های دارای روشنایی طبیعی مستقر هستند، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

جدول ۴. آزمون T مستقل برای مقایسهٔ وضعیت آسایش بینایی، سرعت پاسخ و درصد پاسخ صحیح

	نوع روشنایی	تعداد اندازه‌گیری	میانگین	انحراف معیار	T	P
نمرهٔ KSS	صرفاً مصنوعی	۸۴	۳/۲	۱/۳	۲/۸۰	۰/۰۰۴
	طبیعی	۱۵۶	۷/۲	۱/۴		
سرعت پاسخ آزمون PVT (صدم ثانیه)	صرفاً مصنوعی	۶۹	۴۶۷	۵۰	۰/۵۶	۰/۵۸۰
	طبیعی	۱۴۰	۴۶۳	۴۸		
درصد پاسخ صحیح آزمون PVT	صرفاً مصنوعی	۷۴	۹۶/۴	۲/۴	۱/۰۷	۰/۲۰۲
	طبیعی	۱۴۳	۹۵/۸	۴/۶		

جدول ۵. آزمون فیشر برای مقایسهٔ کیفیت خواب افراد در دو گروه روشنایی محل کار

			نوع روشنایی	Chi²	P
			تلفیقی	صرفاً مصنوعی		
کیفیت خواب	خوب	تعداد افراد	۳۰	۱۴	۰/۴۴	۰/۵۰
		درصد در گروه نوع روشنایی	۵۷/۷	۵۰		
	ضعیف	تعداد افراد	۲۲	۱۴		
		درصد در گروه نوع روشنایی	۴۲/۳	۵۰		
کل		تعداد افراد	۵۲	۲۸		
		درصد در گروه نوع روشنایی	۱۰۰	۱۰۰		

بحث

به‌دلیل محدودیت‌های معماری، استفاده از نور خورشید برای تأمین روشنایی در همهٔ اتاق‌های اداری پردیس آموزشی همدان مقدور نیست و استفاده از منابع روشنایی مصنوعی، به‌ویژه انواع فلورسنت به‌عنوان مکمل روشنایی طبیعی در ساعات روز و تنها منبع قابل‌استفاده در اتاق‌های محروم از روشنایی طبیعی بود. مقایسهٔ نتایج اندازه‌گیری روشنایی طبیعی و مصنوعی نشان‌دهندهٔ تفاوت شدت، طیف و دمای رنگ روشنایی حاصل بود؛ به‌طوری‌که روشنایی حاصل از انواع لامپ‌ها دارای طیف نور ناقص و توزیع طیف غیر یکدست و شدت روشنایی کمتر بود؛ بنابراین چنانکه انتظار می‌رفت برخی آثار دیداری و غیردیداری در کارکنان محروم از روشنایی طبیعی در مقایسه با کارکنان بهره‌مند از این موهبت مشاهده شد که مطابق برداشت کلی مطالعات مروری Van Bommel و Westland است [۱، ۱۸]. با وجود نبود تفاوت آماری معنی‌دار شاخص تجلی رنگ چراغ‌های مورد بررسی در شرایط آزمایشگاهی و کاربرد واقعی در اتاق‌های اداری، محدودهٔ مقادیر اندازه‌گیری‌شده در محیط کاری مورد نظر در مقایسه با آزمایشگاه تا حدودی وسیع‌تر بود. از علل اصلی این تفاوت می‌توان به اثر بازتابشی سطوح، میزان متفاوت تمیزی اجزای مختلف چراغ در اتاق‌های گوناگون و وجود سایر منابع نور از قبیل مانیتور روشن اشاره کرد. وجود تفاوت در مقادیر اندازه‌گیری‌شدهٔ دمای رنگ انواع چراغ‌ها در شرایط آزمایشگاهی و کاربردی نیز دقیقاً با دلایل بالا مرتبط است. این نتیجه‌گیری با مطالعهٔ Rautkylä و همکاران مطابقت دارد که به تأثیر بازتاب سطوح بر دمای رنگ در شرایط کاربردی نسبت به شرایط آزمایشگاهی اشاره کرده‌اند [۱۹].

به‌دلیل کمبود طیف طول موج‌های پایین در لامپ‌های فلورسنت آفتابی و ترکیب هم‌زمان لامپ‌های آفتابی و مهتابی دمای رنگ حاصل کمتر از روشنایی طبیعی است. شاخص تجلی رنگ نیز به‌سبب مکانیسم تولید نور و توزیع‌نشدن یکنواخت طیف رنگ در اسپکتروم مربوط در همهٔ لامپ‌های فلورسنت کمتر از روشنایی طبیعی است. نتایج به‌دست‌آمده دربارهٔ تفاوت دمای رنگ و شاخص تجلی رنگ حاصل از نور طبیعی و مصنوعی در داخل بنا مطابق مطالعهٔ Borisuit و همکاران است که حتی در شرایط هوای ابری مقادیر منسوب به روشنایی طبیعی بیشتر است [۲۰]. مقایسهٔ میانگین شدت روشنایی مصنوعی در اتاق‌های بدون پنجره و دارای پنجره نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت

آماری این دو است که به جهت تناسب نسبی مجموع توان الکتریکی چراغ‌های به‌کاررفته با مساحت اتاق‌ها کاملاً منطقی است؛ درحالی‌که میانگین شدت روشنایی تلفیقی روی سطح میز کار در اتاق‌های دارای پنجره در هر سه زمان اندازه‌گیری به‌طور معنی‌داری بیشتر از شدت روشنایی در اتاق‌های فاقد پنجره بود؛ البته به‌دلیل مساحت و جهت قرارگیری متفاوت پنجره‌ها روند مشخصی در تغییرات شدت و دمای رنگ روشنایی تلفیقی در بازهٔ زمانی یافت نشد و حتی در برخی موارد شدت روشنایی کمتر از حد الزام مواجههٔ شغلی (OEL) مشاهده شد. براساس نتایج این تحقیق هیچ‌یک از افراد شاغل مدنظر دارای ناراحتی بینایی بیشتر از معیار متوسط نبودند. نتیجهٔ این تحقیق از نظر اثر افزایشی دمای رنگ بر آسایش بینایی و رابطهٔ کلی این دو متغیر با مطالعهٔ Shamul و همکاران و مطالعهٔ Sivaji و همکاران همسو بود [۲۱، ۲۲]. وجود رابطهٔ مستقیم و معنی‌دار میان افزایش دمای رنگ و کاهش خواب‌آلودگی در ساعات ۸ و ۱۱ با تکیه بر برخی نتایج مطالعات محققانی مانند Te Kulve مطابق انتظار بود [۲۳]، اما این رابطه برای ساعت ۱۴ بسیار ضعیف بود که دلیل این پدیده را می‌توان در افزایش خستگی ناشی از بار کار فکری در طول ساعات کاری دانست [۲۴]. همچنین طبق مطالعهٔ مروری سیستماتیک Souman اثر دمای رنگ بر هوشیاری در همهٔ مطالعات یکسان نیست و برخی مطالعات نتایج متضادی دارند [۲۵]. دلیل اصلی نبود روند مشخص در بررسی اثر دمای رنگ بر عملکرد شناختی افراد را می‌توان در همکاری‌نکردن شرکت‌کنندگان آزمون در انجام آزمایش n-back در سطوح ۲ (متوسط) و ۳ (سخت) دانست. سطح ۱ این آزمون حساسیت کافی برای تمایز بین عملکرد شناختی شرکت‌کنندگان را نداشت. در این راستا می‌توان به مطالعهٔ Laura اشاره کرد که نشان می‌دهد هرچند سطح روشنایی می‌تواند بر فیزیولوژی و عملکرد افراد اثر بگذارد، الگوی ثابت و منظمی نیافته است [۵]. بررسی هم‌بستگی متغیرهای شدت روشنایی با آسایش بینایی و عملکرد نشان‌دهندهٔ نبود رابطهٔ معنی‌دار میان آنهاست؛ درحالی‌که بسیاری از مطالعات از قبیل مطالعهٔ Smolders و همکاران نشان‌دهندهٔ افزایش میزان هوشیاری با افزایش شدت روشنایی است [۲۶]. از دلایل این تضاد می‌توان به کنترل‌نکردن دیگر متغیرهای مؤثر بر آسایش بینایی و عملکرد افراد در این مطالعهٔ میدانی اشاره کرد. نسبت بالای افراد دارای ناراحتی بینایی متوسط در گروه افراد مستقر در اتاق‌های بدون روشنایی طبیعی با مطالعهٔ Borisuit همسویی دارد و نشان‌دهندهٔ مطلوبیت کاربرد روشنایی طبیعی از این حیث است. هرچند براساس گفتهٔ Hua پارامترهای مختلفی از یک سیستم روشنایی بر روی آسایش بینایی افراد مؤثر بوده و امکان ایجاد ناراحتی بینایی در اثر طراحی نامناسب روشنایی طبیعی نیز وجود دارد [۲۷]. هرچند کیفیت خواب افراد بهره‌مند از روشنایی طبیعی مطابق انتظار ما و همسو با نتایج مطالعهٔ پژوهشگرانی مانند Boubekri، بهتر از افراد مستقر در اتاق‌های بدون روشنایی طبیعی است، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست [۲۸]. به‌طورکلی عدم نتیجه‌گیری قطعی در همهٔ روابط بین مشخصات کمی و کیفی روشنایی و متغیرهای ذهنی و عینی مورد بررسی را می‌توان به عوامل مختلفی مانند سطح بار کار فکری مختلف افراد در پست‌های کاری متفاوت، میزان خستگی قبلی افراد، تفاوت‌های شخصیتی، تنوع در ساختار فیزیکی اتاق‌ها و کنترل‌نکردن سایر متغیرهای محیطی در این نوع مطالعات نسبت داد [۱۵، ۲۹-۳۱].

نتیجه‌گیری

نتیجهٔ نهایی اینکه کمیت و کیفیت روشنایی محیط کار بر آسایش بینایی، هوشیاری و کیفیت خواب افراد مؤثر است. استفاده از روشنایی طبیعی در محیط‌های مسقف می‌تواند نواقص کمی و کیفی روشنایی مصنوعی را بهبود بخشد و موجب ارتقای سطح سلامت کارکنان شود. در صورت دسترسی‌نداشتن به نور طبیعی استفاده از منابع نور مصنوعی دارای دمای رنگ بالا اولویت دارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از تمامی کسانی که آنها را در نوشتن این مقاله یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

منابع مالی

منابع مالی این مطالعه توسط نویسندگان تامین شده است.

References

1. Westland S, Pan Q, Lee S. A review of the effects of colour and light on non-image function in humans. Coloration Technology. 2017 Oct;133(5):349-61. [DOI:10.1111/cote.12289]
2. Cajochen C. Alerting effects of light. Sleep medicine reviews. 2007 Dec 1;11(6):453-64. [DOI:10.1016/j.smrv.2007.07.009] [PMID]
3. Smolders KC, De Kort YA, Cluitmans PJ. Higher light intensity induces modulations in brain activity even during regular daytime working hours. Lighting Research & Technology. 2016 Jun;48(4):433-48. [DOI:10.1177/1477153515576399]
4. Lavoie S, Paquet J, Selmaoui B, Rufiange M, Dumont M. Vigilance levels during and after bright light exposure in the first half of the night. Chronobiology international. 2003 Jan 1;20(6):1019-38. [DOI:10.1081/CBI-120025534] [PMID]
5. Huiberts LM, Smolders KC, de Kort YA. Non-image forming effects of illuminance level: exploring parallel effects on physiological arousal and task performance. Physiology & behavior. 2016 Oct 1;164:129-39. [DOI:10.1016/j.physbeh.2016.05.035] [PMID]
6. Juslén H, Tenner A. Mechanisms involved in enhancing human performance by changing the lighting in the industrial workplace. International Journal of Industrial Ergonomics. 2005 Sep 1;35(9):843-55. [DOI:10.1016/j.ergon.2005.03.002]
7. Katsuura T. Physiological Anthropology: Effects of artificial light environment on humans. Physical (Biological) Anthropology. 2009 Jul 29:68.
8. Kobayashi H, Ishibashi K, Noguchi H. Heart rate variability; an index for monitoring and analyzing human autonomic activities. Applied Human Science. 1999 Mar 30;18(2):53-9. [DOI:10.2114/jpa.18.53] [PMID]
9. Hashmi K. Daylight vs Artificial Light. Swedish Energy Agency. 2008.
10. Lehrl S, Gerstmeyer K, Jacob JH, Frieling H, Henkel AW, Meyrer R, Wiltfang J, Kornhuber J, Bleich S. Blue light improves cognitive performance. Journal of neural transmission. 2007 Apr 1;114(4):457-60. [DOI:10.1007/s00702-006-0621-4] [PMID]
11. 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). [DOI:10.1371/journal.pone.0016429] [PMID] [PMCID]
12. Kretschmer V, Schmidt KH, Griefahn B. Bright light effects on working memory, sustained attention and concentration of elderly night shift workers. Lighting Research & Technology. 2012 Sep;44(3):316-33. [DOI:10.1177/1477153511418769]
13. Kretschmer V, Griefahn B, Schmidt KH. Bright light and night work: effects on selective and divided attention in elderly persons. Lighting Research & Technology. 2011 Dec;43(4):473-86. [DOI:10.1177/1477153511405808]
14. Caruso CC. Negative impacts of shiftwork and long work hours. Rehabilitation Nursing. 2014 Jan;39(1):16-25. [DOI:10.1002/rnj.107] [PMID] [PMCID]
15. Ansiau D, Wild P, Niezborala M, Rouch I, Marquie JC. Effects of working conditions and sleep of the previous day on cognitive performance. Applied ergonomics. 2008 Jan 1;39(1):99-106. [DOI:10.1016/j.apergo.2007.01.004] [PMID]
16. Pirmoradi Z, Golmohammadi R, Faradmal J, Motamedzade M. Artificial Lighting and Its Relation with Body Posture in Office Workplaces. Iranian Journal of Ergonomics. 2018 Mar 15;5(4):9-16. [DOI:10.30699/jergon.5.4.9]
17. Virtanen M, Singh-Manoux A, Ferrie JE, Gimeno D, Marmot MG, Elovainio M, Jokela M, Vahtera J, Kivimäki M. Long working hours and cognitive function: the Whitehall II Study. American Journal of Epidemiology. 2009 Mar 1;169(5):596-605. [DOI:10.1093/aje/kwn382] [PMID] [PMCID]
18. Van Bommel WJ. Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. Applied ergonomics. 2006 Jul 1;37(4):461-6. [DOI:10.1016/j.apergo.2006.04.009] [PMID]
19. Rautkylä E, Puolakka M, Tetri E, Halonen L. Effects of correlated colour temperature and timing of light exposure on daytime alertness in lecture environments. Journal of Light & Visual Environment. 2010;34(2):59-68. [DOI:10.2150/jlve.34.59]
20. Borisuit A, Linhart F, Scartezzini JL, Münch M. Effects of realistic office daylighting and electric lighting conditions on visual comfort, alertness and mood. Lighting Research & Technology. 2015 Apr;47(2):192-209. [DOI:10.1177/1477153514531518]
21. Shamsul BM, Sia CC, Ng YG, Karmegan K. Effects of light's colour temperatures on visual comfort level, task performances, and alertness among students. American Journal of Public Health Research. 2013;1(7):159-65. [DOI:10.12691/ajphr-1-7-3]
22. Chuan NK, Bahri S. Lighting does matter: Preliminary assessment on office workers. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2013;97:638-47. [DOI:10.1016/j.sbspro.2013.10.283]
23. Te Kulve M, Schlangen L, Schellen L, Souman JL, van Marken Lichtenbelt W. Correlated colour temperature of morning light influences alertness and body temperature. Physiol Behavior. 2018 Mar 1;185:1-3. [DOI:10.1016/j.physbeh.2017.12.004] [PMID]
24. Dijk DJ, Lockley SW. Invited Review: Integration of human sleep-wake regulation and circadian rhythmicity. J Appl Physiol. 2002 Feb 1;92(2):852-62. [DOI:10.1152/japplphysiol.00924.2001] [PMID]
25. Souman JL, Tinga AM, Te Pas SF, Van Ee R, Vlaskamp BN. Acute alerting effects of light: A systematic literature review. Behaviour Brain Res. 2018

Jan 30;337:228-39. [DOI:10.1016/j.bbr.2017.09.016] [PMID]

26. 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 Behavior. 2012 Aug 20;107(1):7-16. [DOI:10.1016/j.physbeh.2012.04.028] [PMID]

27. Hua Y, Oswald A, Yang X. Effectiveness of daylighting design and occupant visual satisfaction in a LEED Gold laboratory building. Build Environ. 2011 Jan 1;46(1):54-64. [DOI:10.1016/j.buildenv.2010.06.016]

28. Boubekri M, Cheung IN, Reid KJ, Wang CH, Zee PC. Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study. J Clin Sleep Med. 2014 Jun 15;10(06):603-11. [DOI:10.5664/jcsm.3780] [PMID] [PMCID]

29. Harrington JM. Health effects of shift work and extended hours of work. Occupational and Environmental medicine. 2001 Jan 1;58(1):68-72. [DOI:10.1136/oem.58.1.68] [PMCID]

30. 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 Mar 15;4(4):48-56. [DOI:10.21859/joe-04047]

31. Correa A, Barba A, Padilla F. Light effects on behavioural performance depend on the individual state of vigilance. PloS one. 2016;11(11). [DOI:10.1371/journal.pone.0164945] [PMID] [PMCID]