مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره ۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۳۷ تا ٤٦

مقاله پژوهشی

بررسی مؤلفه‌های اپتیکی لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول

رستم گلمحمدی[۱]، مهتاب عزیزی[۲*]، محسن علی‌آبادی[۳]، نجمه خلیلی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۴/۱

چکیده

زمینه وهدف: شدت روشنایی کافی، دمای رنگ و شاخص تجلی رنگ مناسب و محدود کردن تابش‌های خیره‌کننده منابع روشنایی، به منظور تأمین روشنایی مطلوب ازجمله نیازهای شاغلین است که در طراحی سامانه روشنایی می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. هدف پژوهش حاضر بررسی مؤلفه‌های اپتیکی لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول است.

روش بررسی: در این مطالعه ٤٨ شعله لامپ فلورسنت فشرده موجود در بازار مصرف انتخاب و شدت روشنایی؛ درخشندگی، دمای رنگ و شاخص تجلی رنگ آن‌ها با استفاده از دستگاه‌های کالیبره شده اندازه‌گیری گردید. شدت روشنایی عملیاتی هر لامپ با استفاده از لوکس‌متر مدل INS-DX-200 و میزان درخشندگی آن‌ها با استفاده از دستگاه فتومتر Hagner- S2 اندازه‌گیری گردید. سنجش کیفیت رنگ لامپ‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروراديومتر مدل Gretag Macbeth- Light Spex-3 صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مقدار شاخص تجلی رنگ لامپ‌های مورد مطالعه ٦/٠٦ ± ٨٣/٦٧٪ و دمای رنگ همبسته ١٦٦٨°K ± ٤٢١٢ است. نتایج آزمون آماری نشان داد که شدت روشنایی و درخشندگی همسان سازی شده در لامپ‌هایی با رنگ نور مهتابی و آفتابی اختلاف معناداری نداشته‌اند (P_{value}>۰/۰۵). میزان شدت روشنایی لامپ‌های تولید سازنده‌های داخل و خارج اختلاف معنی‌داری داشته‌اند (P_{value}<۰/۰۱). شدت روشنایی در لامپ‌های تولید داخل بیشتر از نوع تولید خارج بوده است.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق با توجه به محدوده وسیع تغییرات کیفیت لامپ‌های موجود در بازار، پیشنهاد می‌گردد از لامپ‌های دارای سازنده معتبر استفاده شود. ازآنجایی‌که میانگین شدت روشنایی لامپ‌های مورد بررسی حدود ٥٤ Lx/10W در فاصله یک متری و ۲۲ Lx/10W در فاصله ۲ متری بوده است، باید ملاحظات لازم در استفاده از آن‌ها برای تأمین روشنایی عمومی و موضعی در نظر گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: شدت روشنایی، شاخص تجلی رنگ، دمای رنگ، درخشندگی، لامپ فلورسنت فشرده

۱. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، عضو مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲ *. (نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان،ایران.

پست الکترونیک: azizi.mahtab11@yahoo.com

۳. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

٤. کارشناس پژوهشی، گروه پژوهشی فیزیک رنگ، موسسه علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

تأمین روشنایی مطلوب محیط کار مستلزم توجه به همه مؤلفه‌های اپتیکی کمی و کیفی متناسب با موارد استفاده از آن است. منظور از مؤلفه‌های اپتیکی، کمیت شدت روشنایی (illuminannce)، درخشندگی (luminannce)، ویژگی‌های دمای رنگ (Color Temperature) و شاخص تجلی رنگ (Color Rendition Index(CRI)) منبع روشنایی است. دستورالعمل‌های مشخصی برای تأمین روشنایی متناسب با نیاز استفاده‌کنندگان خصوصاً نیازهای شغلی آن‌ها با تأکید بر تأمین حداقل نیاز شدت روشنایی، محدود کردن تابش‌های خیره‌کننده، شاخص تجلی رنگ و دمای رنگ مناسب، ارائه گردیده است[۴-۱].

مؤلفه‌های اپتیکی از جنبه کمی و کیفی بر آسایش بینایی افراد در محیط زندگی و کار تأثیر بسزایی دارند[۵, ۶]. درک کمی روشنایی وابسته به شدت آن در سطح رویتی و درک کیفیت روشنایی به دمای رنگ، شاخص تجلی رنگ و درخشندگی آن بستگی دارد. پارامترهای ارگونومیک دیداری متناسب با خصوصیات و ویژگی‌های کار شامل توانایی ادراکی که بر کیفیت مهارت‌های دیداری و سطح عملکرد شغلی مؤثر است نیز وابسته به خصوصیات روشنایی محیط کار است[۳]. برای نشان دادن کیفیت روشنایی از شاخص تجلی رنگ و دمای رنگ منابع استفاده می‌شود. منابع روشنایی که طیف آن‌ها ناقص است، ممکن است رنگ ظاهری یک شیء را تغییر دهند و پایین بودن دمای رنگ منابع نیز سبب کاهش هوشیاری افراد می‌گردد. منابع روشنایی مصنوعی با CRI > ٪۶۰ برای اغلب مشاغل تولیدی و CRI > ٪۸۰ برای اکثر مشاغل اداری و مسکونی مناسب می‌باشند [۷].

درخشندگی نیز یکی دیگر از عوامل تعیین‌کننده کیفیت روشنایی است. منابع نور متمرکز مانند لامپ‌های التهابی و فلورسنت فشرده قادر هستند تابش‌های خیره‌کننده بیشتری نسبت به لامپ‌های فلورسنت سنتی (خطی) ایجاد کنند. با این حال، تابش خیره‌کننده در درجه اول ناشی از قرار گرفتن منابع مذکور در محدوده دید افراد است[۱, ۴, ۷].

بخش عمده‌ای از روشنایی مورد نیاز در محیط‌های مسقف از طریق روشنایی مصنوعی تأمین می‌گردد[۵, ۶]. منابع روشنایی مصنوعی معمول مورد استفاده شامل لامپ‌های رشته‌ای معمولی لامپ فلورسنت، لامپ‌های فلورسنت فشرده (Compact Fluorescent Lamps (CFL)) و لامپ‌های دیودی می‌باشند[۸]. امروزه لامپ‌های کم‌مصرف به خوبی لامپ‌های التهابی مؤلفه‌های روشنایی مورد نیاز را تأمین می‌کنند که موجب رضایت مشتریان گردیده‌اند[۹].

در سال‌های اخیر در اکثر کشورهای جهان استفاده از CFL متداول شده و استفاده از انواع جدید و استاندارد آن‌ها به علت شدت روشنایی بالا و کیفیت نور مناسب در بین مصرف‌کنندگان افزایش‌یافته و در مقابل لامپ‌های فلورسنت سنتی و رشته‌ای هم در مصارف موضعی و هم در مصارف عمومی در دفاتر کار، جای خود را به CFL دادند[۴, ۱۰].

عمر طولانی لامپ‌های کم‌مصرف، حدود ۸۰۰۰ ساعت، مصرف انرژی کمتر نسبت به لامپ‌های التهابی (٪۲۵) و فلورسنت سنتی (٪۸۳) و لامپ‌های استاندارد بخار جیوه (٪۷۴)، باعث گردیده تا کاربرد بیشتری پیدا نمایند[۴, ۱۸-۱۰]. این لامپ‌ها با توان‌های مختلف در بازار عرضه‌شده‌اند[۱۰] و دارای تنوع کارایی، مدل، کیفیت و سبب کاهش هزینه‌ها[۱۳] و در نتیجه رضایت مشتری شده‌اند[۱۵].

یاسوم در مطالعه خود در سال ۲۰۱۱ لامپ‌های رشته‌ای، جیوه‌ای و فلورسنت فشرده با توان‌های مختلف را از لحاظ اثربخشی عملکرد الکتریکی، ضریب بهره نوری، شدت روشنایی و صدای هارمونیک مقایسه کرد. نتایج نشان داد میزان شدت روشنایی در فاصله ۲ متری در سه لامپ کم‌مصرف با مارک مختلف با توان‌های ۲۳، ۲۴، ۴۵ وات برابر با ۶۷،۶۷ و ۴۳ لوکس بوده است. شدت روشنایی لامپ‌های کم‌مصرف بیشتر از جیوه‌ای است[۱۸].

داف در مطالعه خود در سال ۲۰۱۲ باهدف بررسی لامپ فلورسنت فشرده مورد استفاده در محیط‌های مسکونی (از لحاظ لومن کل، تابش فرابنفش، شدت روشنایی، شاخص تجلی رنگ و دمای رنگ و غیره) مجموعه‌ای از ۱۵ لامپ کم‌مصرف و سه لامپ التهابی GLS با توان الکتریکی و سازنده‌های مختلف در ایرلند را مورد آزمایش قرارداد. نتایج نشان داد لامپ‌های CFL برای گرم شدن یا رسیدن به حداکثر نور دهی خود، نیاز به مدت زمان کوتاهی دارند این امر برای استفاده در خانه‌های سالمندان و یا برای کسانی که اختلال در بینایی دارند به دلیل اهمیت سلامتی و ایمنی حائز اهمیت است[۱۹].

بیرنه در مطالعه خود نشان داد که شاخص تجلی رنگ لامپ‌های کم‌مصرف به طور متوسط ۷۲/۱٪ بوده است (۲۰). براون

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

نشان داد میزان شاخص تجلی رنگ در محدوده ۵۸/۴-۸۳/۲٪ بوده است (۲۱). سایر مطالعات میزان CRI را ٪۸۸-۶۵ و دمای رنگ را به طور متوسط ^{o}K ۶۵۰۰- ۲۷۰۰ بیان نموده‌اند[۷].

کاهش مصرف انرژی و کنترل اثرات زیست‌محیطی ازجمله دلایل استفاده وسیع از لامپ‌های فلورسنت فشرده به عنوان یک منبع روشنایی عمومی و موضعی بسیار محبوب در منازل، صنعت، فروشگاه، بیمارستان، دانشگاه، و غیره است کاربرد فراگیر و توجه به کیفیت نور این لامپ‌ها یک موضوع حائز اهمیت در بین عموم مردم و در نتیجه محافل علمی کشور است. هدف پژوهش حاضر بررسی مؤلفه‌های اپتیکی لامپ‌ها فلورسنت فشرده متداول به منظور مقایسه آن‌ها بود.

روش بررسی

در این پژوهش توصیفی تحلیلی، ۴۸ شعله لامپ فلورسنت فشرده متداول موجود در بازار شهر همدان که شامل ۴ شرکت تولیدکننده داخلی و ۶ مارک وارداتی در طیف‌های مختلف و توان الکتریکی متداول برای محیط زندگی و کار و در محدوده توان ۴۰- ۱۱ وات مورد مطالعه قرار گرفت. سعی گردید که لامپ‌ها به گونه‌ای انتخاب شوند که از هر شرکت انواع لامپ آفتابی (Warm Light)، مهتابی (Day Light) و از هر کدام سه شعله تهیه گردد. این اقلام با توجه به محدودیت‌های بازار در یک دوره زمانی (آذر و دی‌ماه ۱۳۹۲) تهیه گردید.

در این مطالعه ویژگی‌های شدت روشنایی عملیاتی، درخشندگی، شاخص تجلی رنگ، دمای رنگ همبسته لامپ‌های مذکور اندازه‌گیری گردید. منظور از شدت روشنایی عملیاتی میزان این کمیت در شرایط مورد تأیید انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی (IES) Illuminating Engineering Society of North America از لحاظ ضریب بازتابش سطوح (محدوده‌های پیشنهادشده) و در زوایا و فواصل متداول از منبع در شرایط استفاده این لامپ‌ها در مشاغل اداری و روشنایی موضعی است که در اتاق محل آزمایش‌ها این تحقیق فراهم شده است. شدت روشنایی عملیاتی هر لامپ با استفاده از نورسنج مدل INS-DX-200 و میزان درخشندگی آن‌ها با استفاده از دستگاه فتومتر مدل HAGNER- S2 اندازه‌گیری گردید. این دستگاه‌ها قبل از استفاده توسط نمایندگی مربوطه در ایران کالیبره شده‌اند. برای سنجش کیفیت رنگ لامپ‌ها از دستگاه اسپکتروردیومتر مدل Spex-3 Macbeth- Light Gretag دارای گواهی کالیبراسیون استفاده گردید. این دستگاه، طیف‌سنجی را بر اساس توزیع انرژی طیفی لامپ در هر طول موج (محدوده ۷۵۰- ۳۶۰ نانومتر) انجام می‌دهد. لازم به ذکر است اندازه گیری‌ها با همکاری آزمایشگاه فیزیک رنگ موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش صورت پذیرفت.

آزمایش‌های مربوط به شدت روشنایی عملیاتی و میزان درخشندگی، در یک آزمایشگاه به ابعاد ۳/۵ × ۵/۷۰ و ارتفاع ۳/۱۰ متر صورت پذیرفت. برای دست‌یابی به ضریب بازتابش توصیه‌شده شرایط واقعی استفاده (حدود ۷۰٪ برای سقف، ۵۰٪ برای دیوار و ۳۰٪ برای کف)[۴] سطوح آزمایشگاه مورد نظر شامل سقف و دیوارها به ترتیب با رنگ سفید و کرم، رنگ‌آمیزی گردید و کف هم دارای کف‌پوش پلاستیکی بود که ضریب بازتابش مناسبی (۲۶٪) داشت. پنجره آزمایشگاه مذکور، به منظور به حداقل رساندن ورود نور خورشید با یک صفحه مسدود و با رنگ هم رنگ دیوار رنگ‌آمیزی شد. آزمایشگاه دارای زمینه تابشی دیگری برای کمیت‌های مذکور از منابع دیگر نبوده و سایر چراغ‌های موجود نیز جمع‌آوری گردید.

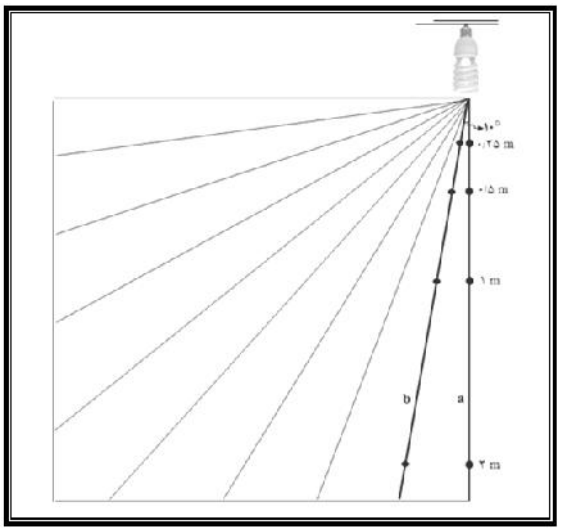
در این پژوهش میزان کمیت‌های مذکور در ۴ فاصله شامل ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ متری به منظور مشاهده الگوی تغییرات کمیات مورد نظر؛ و در یک چهارم صفحه زیر لامپ و به زوایای ۱۰ درجه اندازه‌گیری شده است. انتخاب زوایای مختلف به فواصل ۱۰ درجه جهت بررسی تغییر کمیات در نیم‌صفحه زیر لامپ‌های مورد بررسی بوده است[۴]؛ فاصله ۲۵ سانتی متری به عنوان کمترین فاصله مواجهه موضعی و فاصله ۲ متری به عنوان فاصله‌ای که افراد در محیط‌های اداری و حتی مصارف خانگی تحت تابش این منابع قرار می‌گیرند، در نظر گرفته شد[۲۳, ۲۲]. به منظور ثابت نگه‌داشتن زوایای مورد نظر از نخ‌هایی استفاده شد که یک انتهای آن‌ها به یک قلاب نزدیک لامپ در سقف متصل و انتهای دیگر آن روی کف و دیوار مقابل ثابت گردید؛ همچنین فواصل مورد نظر با گره روی نخ‌هایی مشخص گردید تا اطمینان حاصل شود که همه اندازه‌گیری‌ها در نقاط یکسانی از منبع نور انجام می‌شود (شکل ۱).

یک نخ متحرک مجهز با گونیای چوبی جهت نگهداری فتوسل نورسنج طی اندازه‌گیری شدت روشنایی به کار گرفته شد تا فاصله و زاویه قرارگیری سنسور کمترین خطا را داشته باشد. سپس یک سرپیچ ۲۷ میلی‌متری در سقف نصب گردید. در دوره آزمایش ولتاژ برق با استفاده از ولت‌متر Kyoritsu مدل ۲۶۰۸کنترل

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

گردید که مقدار آن ۲۲۰ ولت بود.

در مرحله اجرا، همه لامپ‌ها جداگانه نصب گردید و هر کدام به مدت ۵ دقیقه قبل از شروع اندازه‌گیری روشن بود تا نور دهی لامپ حداکثر و میزان خطای اندازه‌گیری حداقل شود. سپس فتوسل دستگاه مورد نظر را در نقاط مشخص‌شده روی نخ‌ها رو به لامپ (موازی نخ) نگه‌داشته و میزان کمیت‌های مورد نظر قرائت گردید. این عمل به طور جداگانه برای اندازه‌گیری شدت روشنایی عملیاتی و میزان درخشندگی صورت پذیرفت.



شکل ۱- نمای اتاق آزمایش و نقاط اندازه‌گیری در زیر لامپ‌های مورد بررسی(a= خط ندیر، b= زاویه ۱۰ درجه)

جهت انجام اسپکترورادیومتری نیز ابتدا چراغ‌های آزمایشگاه خاموش گردید سپس لامپ‌های مورد نظر به صورت جداگانه در ارتفاع نیم متری بالای سنسور دستگاه داخل یک محفظه خاکستری (به منظور جلوگیری از بازتابش نور) نصب گردید و پس از ۵ دقیقه به منظور ذخیره داده‌های مربوط به هر لامپ دکمه ثبت را فشار داده و لامپ بعدی نصب گردید. در نهایت پس از جمع‌آوری و کد بندی، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Surfer نسخه ۱۰ و نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر همه تحلیل‌ها بر روی داده‌های همسان شده به ازای ۱۰ وات توان الکتریکی صورت پذیرفت تا به این صورت اثر توان‌های الکتریکی مختلف ثابت نگه‌داشته شود (به جز داده‌های مربوط به CRI و CCT که به توان الکتریکی وابسته نیست). مطالعه حاضر نشان داد که میزان شاخص‌های CRI و CCT بر حسب شرکت سازنده داخلی و وارداتی اختلاف معنی‌داری ندارند ($P_{value} > ۰/۰۵$). میزان شاخص تجلی رنگ لامپ‌های CFL مورد مطالعه ۶/۰۶٪ ± ۸۳/۶۷٪ و شاخص دمای رنگ آن‌ها ^{o}K ۱۶۶۸ ± ۴۲۱۲ تعیین گردید.

جدول۱ میانگین شدت روشنایی همسان شده را در فواصل مختلف نشان می‌دهد. آزمون آماری نشان داد شدت روشنایی با فواصل اختلاف معناداری دارد ($P_{value} <$ ۰/۰۱). آزمون آماری رگرسیون خطی نشان داد افزایش فاصله بر شدت روشنایی تأثیر داشته (r = -۰/۶۵، $P_{value} <$ ۰/۰۱). همچنین افزایش زاویه بر شدت روشنایی تأثیر داشته است (r = ۰/۳۲، $P_{value} <$ ۰/۰۵). شکل ۲ منحنی توزیع شدت روشنایی مربوط به یک نمونه لامپ در یک چهارم صفحه زیر آن را نشان می‌دهد.

جدول ۲ میانگین درخشندگی همسان شده لامپ‌های مورد مطالعه را در فواصل مختلف نشان می‌دهد. شکل ۳ منحنی توزیع درخشندگی مربوط به یک نمونه لامپ را در یک چهارم صفحه زیر آن نشان می‌دهد. آزمون رگرسیون نشان داد افزایش فاصله بر میزان درخشندگی تأثیر داشته (r = -۰/۸۲، P = ۰/۰۰۰) اما افزایش زاویه تأثیر نداشته است (r = ۰/۲۸، P = ۰/۰۹).

میانگین شدت روشنایی در لامپ‌های آفتابی ۱۶۱/۸ لوکس و در لامپ‌های مهتابی۱۴۸/۸ لوکس بود. نتایج آزمون آماری نشان داد که شدت روشنایی بر حسب لامپ‌هایی با رنگ نور مختلف اختلاف معناداری ندارند ($P_{value} >$ ۰/۰۵). میانگین درخشندگی در لامپ‌های آفتابی ۱۷۰۰ و در لامپ‌های مهتابی ۱۳۱۰ نیت

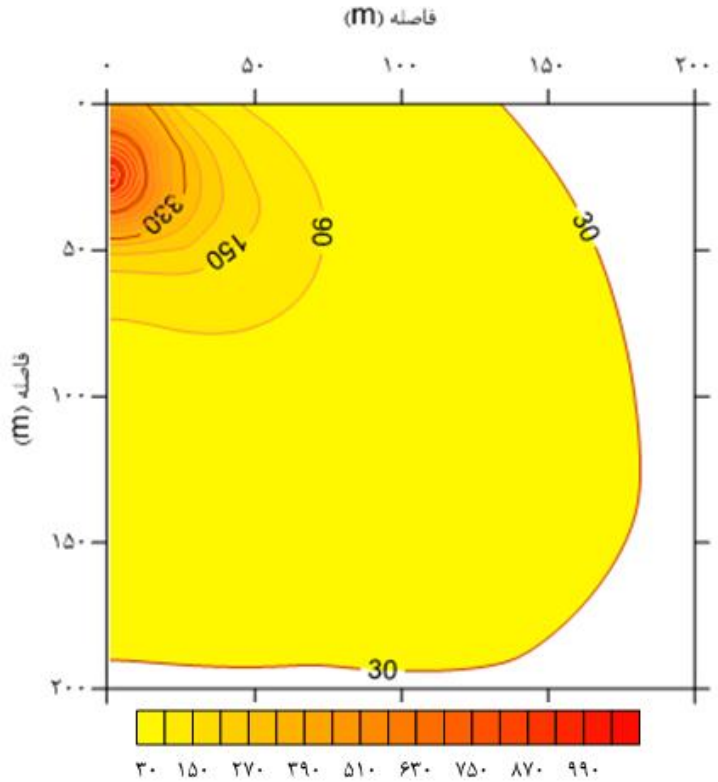
[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

بوده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که میزان درخشندگی بر حسب لامپ‌هایی با رنگ نور مختلف اختلاف معناداری ندارد ($P_{value} > ۰/۰۵$).

نتایج اندازه‌گیری شدت روشنایی در لامپ‌های ساخت کشورهای مختلف (شرکت‌های داخلی و وارداتی) در جداول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که شدت روشنایی بر حسب شرکت سازنده داخلی و وارداتی دارای اختلاف معنی‌داری است ($P < ۰/۰۰۱$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد شدت روشنایی در لامپ‌های شرکت‌های سازنده داخلی بیشتر از خارجی است. نتایج اندازه‌گیری میزان درخشندگی در لامپ‌های ساخت کشورهای مختلف (شرکت‌های داخلی و خارجی) در جداول ۴ ارائه شده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که میزان درخشندگی بر حسب شرکت سازنده تولید داخل و خارج اختلاف معنی‌داری ندارند ($P_{value} > ۰/۰۵$).

جدول ۱: میانگین شدت روشنایی در فواصل مختلف از لامپ‌های مورد بررسی (Lx/10W)

فاصله (m)	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	P-value
۰/۲۵	۴۸	۹۷/۶	۷۰۰/۷	۴۰۸/۷	۱۳۹/۲	< ۰/۰۰۱
۰/۵	۴۸	۳۵/۶	۲۰۹/۹	۱۴۴/۴	۴۶/۹	
۱	۴۸	۱۲/۸	۷۸	۵۳/۹	۱۷/۳	
۲	۴۸	۴/۸	۳۰/۲	۲۲	۷	

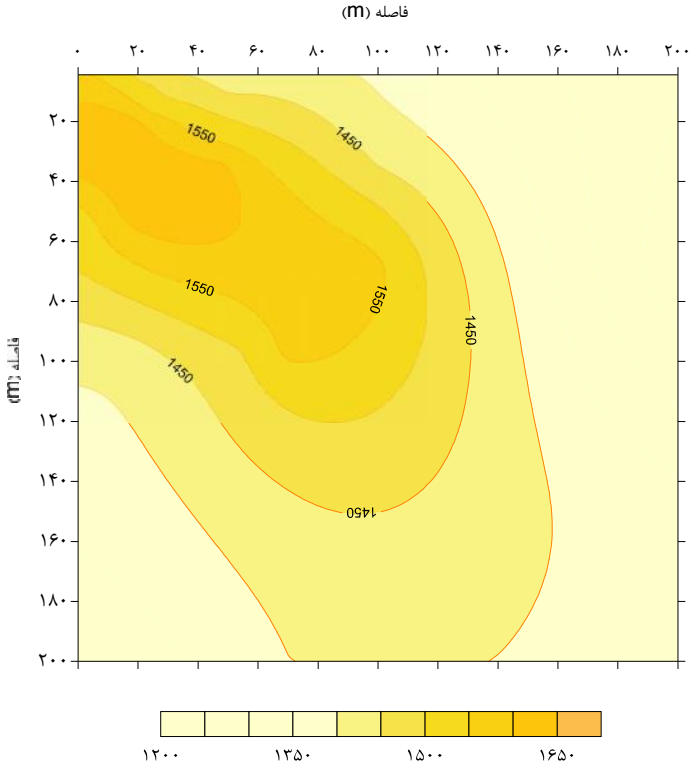


شکل ۲- منحنی توزیع فضایی شدت روشنایی در یک چهارم صفحه زیر لامپ (Lx/10W)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۲- میانگین درخشندگی در فواصل مختلف از لامپ (Nit/10W)

فاصله (m)	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	P-value
۰/۲۵	٤٨	٢٤٠	٣٣٠٠	١٦٠١	٩٥٠	< ۰/۰۰۱
۰/۵	٤٨	٢٣٠	٣١٥٠	١٥٧٠	٩١٠	
١	٤٨	٢٢٠	٣٠١٠	١٤٨٠	٨٥٠	
٢	٤٨	٢١٠	٢٦٠٠	١٣٣٠	٧٣٠	



شکل ۳- منحنی توزیع فضایی درخشندگی در یک چهارم صفحه زیر لامپ(Nit/10W)

جدول۳- شدت روشنایی در لامپ‌های ساخت شرکت‌های داخل و خارج (Lx/10W)

فاصله (m)	تولید داخل	تولید خارج	Pvalue
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
۰/۲۵	٤٨١/٧٥ ± ٧١/٤	٣١٧/٤٥ ± ١٥٠/١	< ۰/۰۰۱
۰/۵	١٦٧/٨ ± ١٦/٤	١١٥/٢٣ ± ٥٥/٩	< ۰/۰۰۱
١	٦٢/٢٩ ± ٥/٥	٤٣/٣٥ ± ٢١	< ۰/۰۰۱
٢	٢٥/٥٨ ± ١/٩	١٧/٦ ± ٨/٤	< ۰/۰۰۱
تعداد	٢٤	٢٤	-

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ٤- میزان درخشندگی در لامپ‌های ساخت شرکت‌های داخل و خارج (Nit/10W)

فاصله (m)	تولید داخل	تولید خارج	Pvalue
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
۰/۲۵	۱۸۲۰ ± ۷٤۰	۱۳۳۰ ± ۱۱۲۰	۰/۰٦۱
۰/۵	۱۷٦۰ ± ٦۸۰	۱۳۲۰ ± ۱۱۰۰	۰/۰۹٦
۱	۱٦۷۰ ± ٦٤۰	۱۲٤۰ ± ۱۰۰۰	۰/۰۷٦
۲	۱۵۰۰ ± ۵۳۰	۱۱۰۰ ± ۸۷۰	۰/۰۵۲
تعداد	۲٤	۲٤	-

بحث

مقایسه میانگین‌های درخشندگی و شدت روشنایی در زوایای مختلف با فواصل چهارگانه نشان داد هرچند میانگین مقادیر بسیار نزدیک به هم و حتی دارای همبستگی بالایی می‌باشند، لیکن اختلاف این میانگین‌ها در فواصل مختلف از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. این بدان معنی است که با افزایش فاصله (تا فاصله ۲ متری) شدت روشنایی و درخشندگی کاهش معنی‌داری داشته است، لیکن تغییر زاویه بر میزان درخشندگی اثر نداشت. نتایج اندازه‌گیری نشان داد توزیع شدت روشنایی به سمت پایین بیشتر از طرفین است. شکل ۳ نشان می‌دهد که در خط ندیر (خط عمود بر سطح زمین در زیر لامپ) میزان درخشندگی کمتر از زوایای طرفین بوده که دلیل این امر را می‌توان چنین بیان کرد که در خط ندیر تعداد مارپیچ یا کلاف‌های لامپ که در مرکز فتوسل دستگاه قرار می‌گیرد کمتر از حالتی است که با زاویه و فاصله بیشتر مورد سنجش قرار می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به مفهوم درخشندگی این امر منطقی به نظر می‌رسد.

مطالعه حاضر نشان داد که متوسط شدت روشنایی در لامپ‌های مختلف در فواصل ۰/۵، ۱ و ۲ متری به ترتیب ۱۴۴، ۵۴ و ۲۲ Lx/10W بوده که عدم کاهش آن طبق اصل علمی عکس مجذور فاصله به دلیل وجود سطوح بازتابشی بوده است و این موضوع با توجه به تنظیم ضرایب بازتابش سطوح در جهت بهبود روشنایی ناشی از چراغ‌ها در مکان‌های واقعی است که مورد توصیه انجمن IES است[۱]. بیرنه نشان داد شدت روشنایی چهار نوع لامپ کم‌مصرف ۲۰ وات و یک لامپ ۱۸ وات به ترتیب ۴۳۵، ۴۹۰ و ۳۹۸ و ۳۶۲ و ۳۰۰/۴ لوکس در فاصله ۴۰ سانتی‌متری بوده است[۲۰] که با نتایج مطالعه حاضر برای لامپ ۲۰ وات در فاصله ۰/۵ متری همخوانی دارد. همچنین نتایج این مطالعه با نتایج یاسوم که میزان شدت روشنایی را در فاصله ۲ متری در لامپ‌های CFL کم‌توان حدود ۵۹ لوکس اعلام نموده همسو است[۱۸].

میانگین شدت روشنایی در لامپ‌های آفتابی و مهتابی اختلاف ناچیز داشته و از لحاظ آماری معنادار نشده‌اند ($P_{value} > ۰/۰۵$). نتایج آزمون آماری همچنین نشان داد که شدت روشنایی تراز شده در لامپ‌های تولید داخل بیشتر از نوع خارجی آن بوده است ($P_{value} < ۰/۰۱$).

میانگین درخشندگی در لامپ‌های آفتابی در فاصله یک متری ۱۶۷۰Nit/10W و در لامپ‌های مهتابی ۱۲۹۰ Nit/10W بوده است. بر اساس نتایج آزمون آماری میزان درخشندگی بر حسب لامپ‌هایی با رنگ نور مختلف اختلاف معناداری نداشته‌اند ($P_{value} > ۰/۰۵$). میزان درخشندگی لامپ‌های مورد بررسی بر حسب شرکت سازنده داخلی و وارداتی اختلاف معنی‌داری نداشته است (Pvalue > ۰/۰۵).

مطالعه حاضر نشان داد میزان شاخص CRI در لامپ‌های داخلی ۸۲/۱٪ و در لامپ‌های خارجی ۷۹/۸٪ بوده است، با این حال میزان شاخص تجلی رنگ در لامپ‌های مورد بررسی ۶/۰۶ ± ۸۳/۶۷٪ بوده است. هرچند مقادیر مربوط به نتایج این مطالعه کمی بالاتر از نتایج تحقیقات مشابه است، لیکن به طور کلی با مطالعات رابرت که متوسط CRI برای لامپ‌های کم‌مصرف را حدود ۸۲٪ [۲۴]، داف که متوسط CRI را حدود ۷۸٪ [۱۹]، بیرنه به طور میانگین ۷۲/۱٪[۲۰] و براون که این مقادیر را ۷۷/۴٪ [۲۱] اعلام نموده همخوانی دارد.

همچنین نتایج نشان داد میزان شاخص CCT در لامپ‌های داخلی ^{o}K ۴۲۶۲ و در لامپ‌های وارداتی K ^{o} ۵۳۷۳ بوده، با این

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

حال میزان این کمیت نیز بر حسب شرکت‌های سازنده داخلی و وارداتی اختلاف معناداری نداشت (P_{value}> ۰/۰۵). حداقل، حداکثر و متوسط دمای رنگ همبسته لامپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۲۶۲۴، ۷۲۷۰ و ۴۲۱۲ درجه کلوین بوده است. مطالعات مختلف میزان CCT را در لامپ‌های مشابه ۶۵۰۰- ۲۷۰۰ [۷] اعلام نموده‌اند ازجمله رابرت این مقدار را ۶۵۰۰ و ساندر ۳۸۰۹ °K اعلام نموده‌اند[۲۴و۲۵] که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

محدودیت‌های این پژوهش مربوط به محدودیت در تهیه لامپ‌هایی با توان یکسان و تهیه همه سازنده‌های مورد استفاده در سطح کشور و عدم امکان تهیه تعداد یکسان از لامپ‌هایی با طیف رنگ مختلف بود. از دیگر محدودیت‌های طرح، تعدد بسیار زیاد انجام اندازه‌گیری‌ها برای هر لامپ مورد آزمون بود که مستلزم دقت و صرف وقت فراوان بوده است

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق با توجه به محدوده وسیع تغییرات کیفیت لامپ‌های موجود در بازار، پیشنهاد می‌گردد از لامپ‌های شرکت‌های سازنده معتبر استفاده شود. از آنجایی که میانگین شدت روشنایی لامپ‌های مورد بررسی حدود Lx/10W ۵۴ در فاصله یک متری و Lx/10W ۲۲ در فاصله دو متری بوده است، لذا باید ملاحظات لازم در استفاده از آن‌ها برای روشنایی الکتریکی عمومی و موضعی به عمل آید تا حداقل‌های لازم شدت روشنایی تأمین شود. علاوه بر این در هنگام استفاده از این منابع به دلیل درخشندگی بالا می‌بایست به این نکته توجه داشت که لامپ مورد استفاده ایجاد خیرگی ناتوان‌کننده نکنند و از هرگونه به‌کارگیری آن‌ها بدون قاب محافظ یا محدودکننده درخشندگی پرهیز گردد و به هیچ‌وجه در دید مستقیم افراد قرار نگیرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس نتایج اجرای پایان‌نامه تحقیقاتی ثبت‌شده به شماره ۹۲۰۲۱۴۹۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان نگارش شده است. از همکاری موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش تشکر می‌گردد.

منابع

1. IESNA, Rea MS. The IESNA lighting handbook: reference & application. 9 th ed: Lluminating Engineering Society of North America; 2000.
2.Center for Environment and Work Health, [Environmental Research Institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services]. Book of occupational exposure limits. 3 th ed. Tehran; 2011.[persian]
3.BS-ISO 8995. Lighting of indoor work places. British Standard- International Standards rganization; 2002.
4.Golmohammadi R.[Lighting Engineering]. 3th ed. Hamadan: Publications Daneshjoo; 2010.[persian]
5.Davis W. Measuring colour quality of light sources. Sixth International Conference on Solid State Lighting;2006 August14-17; San Diego; 2006.
6.Ohno Y. Optical metrology for LED and solid state lighting. Fifth Symposium Optics in Industry;2006 September 8- 9; Santiago de Queretaro; 2006.
7.Building Technologies Program Office of Energy. Efficiency and Renewable Energy. Efficient lighting strategies In: Department of Energy, U.S; 2002.
8.Moreira A, Adriano JC, Valadas R, Rui T, de Oliveira Duarte AM. Characterisation and modelling of artificial light interference in optical wireless communication systems. Sixth IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications PIMRC'95; 1995September 27 – 29; Toronto;1995. p. 326-31.
9.Schmidt G, Berta I. Radiated radiofrequency emission from the plasma of compact fluorescent lamps. International Journal of Plasma Environmental Science and Technology. 2011;5(1):84-92.
10.Coca E, Popa V, Buta G. Compact fluorescent lamps electromagnetic compatibility measurements and performance evaluation EUROCON 2011 - International Conference on Computer as a Tool - Joint with Conftele 2011; 27 - 29 April; Lisbon; 2011.
11.Bakos J, Nagy N, Juhasz P, Thuroczy G. Spot measurements of intermediate frequency electric fields in the vicinity of compact fluorescent lamps. Radiat Prot Dosimetry. 2010;142(2-4):354-7.
12.IEEO - SABA. [The overall study on Compact Fluorescent Lamps and their behavioral characteristics and applications. Iran Energy Efficiency Organization: Niroo Research Institute]

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

2009 JIESB01/T1/02.[persian]
13.Istok R. Relation Between Disturbance Radiation of CFL and Resonant Frequency of Power Supply Cable. Advances in Electrical and Computer Engineering. 2007;7(1):23- 5.
14.Ndungu C, Nderu J, Ngoo L. Effects of Compact Fluorescence Light (CFL) Bulbs on Power Quality. Journal of Energy Technologies and Policy. 2012; 2(3): 2224-32.
15.Ribarich T. How compact fluorescent lamps work–and how to dim them. Planet Analog, March; 2007.
16.Cook B. High-Efficiency Lighting in Industry and Commercial Buildings. Power Engineering Journal. 1998;12(5):197 - 206.
17.Johnson NC, Manchester S, Sarin L, Gao Y, Kulaots I, Hurt RH. Mercury vapor release from broken compact fluorescent lamps and in situ capture by new nanomaterial sorbents. Environ Sci Technol. 2008;42(15):5772-8.
18.Uyaisom C. Effect of Jumbo Compact Fluorescent Lamp on the Electrical Energy Saving and Harmonics Noise. Procedia Engineering. 2011;8:149-53.
19.Duff J. An Examination Into the Use of Compact Fluorescent Lamps in the Domestic Environment. Journal of Sustainable Engineering Design. 2012;1(1):1-12.
20.Beirne J, Cantwell T. Photometric Comparasion of Incandescent and Compact Fluorescent Lamps. Dublin Institute of Technology Dublin; 2008.
21.Browne L, Cantwell T. Ultraviolet Radiation Emissions from Compact Fluorescent Lamps. Dublin Institute of Technology;2009.
22.Asadi H, Tavakoli MB. [The amount of ultraviolet radiation from fluorescent lamps produced domestically]. Research in Medical Sciences. 2002;7(1):70- 2.[persian]
23.Khazova M, Ohagan JB. Optical radiation emissions from compact fluorescent lamps. Radiation Protection Dosimetry. 2008;131(4):521-5.
24.Roberts D, Support MD. (n.d.).Artificial Lighting and the Blue Light Hazard, 1–38. avaliable in: http://www.mdsupport.org/
25.Sándor N, Schanda J. Direct visual assessment of colour rendering. Publications-Commission Internationale De L Eclairage CIE. 2003;152:1-42.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

Research Article

Evaluating Optical Components of Conventional Compact Fluorescent Lamps

Rostam Golmohammadi [1], Mahtab Azizi [2*], Mohsen Aliabadi[3], Najmeh Khalili [4]

Received: 9 May 2014 Accepted: 22 June 2014

Abstract

Background and Objectives: Efficient Illuminance, ColorTemperature (CT), Color Rendering Index (CRI) and luminance regulations are the necessary needs for designing workplaces. The aim of this study was to investigate optical components in commercial Compact Fluorescent Lamps (CFL_s).

Methods: In this study, 48 coil compact fluorescent lamps available at Hamadan city market with some brands and cover (warm – cool) were selected. Illuminance of lamps was measured using lux meter model INS-DX-200 and luminance was measured usinG HAGNER-S2. Color chracteristics were measured using spectoradiometer model Light Spex-3– Gretag Macbeth.

Results: The mean CRI of studied CFL_s was 83.67% ± 6.06 and CCT of them was 4212± 1668 °K. Statistical test of the balanced illuminance and luminance in studied lamps had not significant differences between warm light and cool light color lamps(P_{value}> 0.05).Besides,they had significant differences between balanced Illuminance based on domestic and foreign companies (P_{value}< 0.01).Comparing means showed that balanced illuminance of the domestic lamps was more than foreign products.

Conclusions: According to the study, due to variations in quantity and quality factors, consumers should pay attention to brands and valid quality certificate of CFL_s. Since the mean illuminance of the lamps in one-meter distance was about 54 Lx/10W and in 2-meter distance was 22 Lx/10W, needed precautions should be madetouse CFL_s in designing general and local electric lightings.

Keywords: Illuminance,Luminance,Color Rendition Index, Color Temperature, Compact Fluorescent Lamp

Please cite this article as: Golmohammadi R[1], Azizi M[2*], Aliabadi M[3], Khalili N[4]. Evaluating Optical Components of Conventional Compact Fluorescent Lamps. *Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(2):37-46.*

1. Associate professor, Department of Occupational Hygiene. School of Public Health and Research Center for Health sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

2*.(Corresponding author) MSc Student, Department of Occupational Hygiene, School of public health Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: azizi.mahtab11@yahoo.com.

3. Department of Occupational Hygiene, School of public health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

4. Research expert, Department of Color Physics, Institute for Color Science and Technology,Tehran, Iran.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]