ORIGINAL ARTICLE

Light Spectrum of Compact Fluorescent Lamps in Iranian Market and Possibility of Hydroxyl Radical Production

Elham Dolat[1],
Morteza Darjazipour[2],
Soudabeh Sazgarnia[3],
Ameneh Sazgarnia[4]

[1] MSc in Radiobiology and Radiation Protection, Medical Physics Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

[2] Medical Student, Student Research Committee, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnord, Iran

[3] Medical Student, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran

[4] Professor, Medical Physics Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

(Received februrary 19, 2017 Accepted may 22, 2017)

Abstract

Background and purpose: Despite growing use of energy-saving lamps or compact fluorescent lamps (CFLs), there are concerns about ultraviolet radiation in their output. In this study, the output of CFLs available in Iranian market in the range of infrared, visible, and ultraviolet were measured and the possibility of hydroxyl radical production by their radiation was evaluated.

Materials and methods: The spectrum and light intensity of 33 CFLs were recorded by a spectrometer and radiometers equipped with special infrared, visible, and ultraviolet sensors. The possibility of hydroxyl radical production by three lamps with highest ultraviolet emission intensity was examined and fluorimetric signal of the terephthalic acid dosimeters was evaluated. Parameters such as luminescence efficiency, spectrum integral and the output percentage of lamps were determined in different areas of the spectrum and compared with photopeak curve of human vision.

Results: In lamps with identical powers, there was no significant difference between the intensity of visible and infrared lights. In ultraviolet radiation, the intensity of daylight CFLs was twice as much as soft white CFLs, which had greater intensity compared to incandescent lights. The infrared intensity in incandescent lamps is ten times more than CFLs. The chemical dosimetry showed that lamps produced by three manufacturers were able to generate hydroxyl radicals in short distances and during long radiations.

Conclusion: CFLs' radiation is considered to be safe at more than one meter distance. However, at shorter distances and long exposures, some lamps may cause damage to eyes and skin due to ultraviolet radiation. Therefore, it is recommended to monitor specifications of CFLs released into the market.

Keywords: compact florescent lamp, light spectrum, hydroxyl radical, ultraviolet, visible, infrared

J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 27 (152): 165- 174 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و هفتم شماره 152 شهریور سال 1396 (174-165)

مطالعه بیناب نوری لامپ های روشنایی کم مصرف موجود در ایران و احتمال تولید رادیکال های هیدروکسیل

الهام دولت[1]
مرتضی درجزی پور[2]
سودابه سازگارنیا[3]
آمنه سازگارنیا[4]

چکیده

سابقه و هدف: علیرغم بهره‌گیری روزافزون از لامپ‌های کم‌مصرف، در خصوص وجود تابش فرابنفش در خروجی آنها نگرانی‌هایی وجود دارد. در این مطالعه خروجی لامپ‌های کم‌مصرف موجود در بازار ایران در محدوده‌های فروسرخ، مرئی و فرابنفش اندازه‌گیری و احتمال تولید رادیکال‌های هیدروکسیل توسط تابش آنها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بیناب و شدت نور 33 لامپ کم‌مصرف توسط اسپکترومتر و رادیومترهای مجهز به حسگرهای فرابنفش، مرئی و فروسرخ ثبت شد. احتمال تولید رادیکال‌های هیدروکسیل توسط سه لامپ که بیش‌ترین شدت نشر فرابنفش را داشتند، بررسی و سیگنال فلوئوریمتری دزیمترهای ترفتالیک اسید ارزیابی شد. پارامترهایی نظیر راندمان روشنایی، انتگرال بیناب و درصد خروجی لامپ‌ها در نواحی مختلف طیفی تعیین و مقایسه با منحنی فتوپیک بینایی انسان انجام گرفت.

یافته‌ها: در لامپ‌های با توان مشابه، شدت نور مرئی و فروسرخ تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند. در تابش فرابنفش شدت لامپ‌های کم‌مصرف آفتابی حدود 2 برابر لامپ‌های کم‌مصرف مهتابی بود که در مقایسه با لامپ تنگستن از شدت بالاتری برخوردار می‌باشند، درحالی‌که تابش فروسرخ در لامپ‌های تنگستن تقریبا ده برابر لامپ‌های کم‌مصرف است. دزیمتری شیمیایی نشان داد لامپ‌های ارائه شده در بازار مصرف توسط سه کارخانه سازنده، قابلیت تولید رادیکال هیدروکسیل را در فواصل نزدیک و طی تابش‌های طولانی دارا می‌باشند.

استنتاج: تابش لامپ کم‌مصرف از فاصله بیش از یک متر ایمن است. اما در فواصل کم‌تر و زمان‌های طولانی، برخی از آن‌ها به‌دلیل نشر تابش فرابنفش می‌توانند به چشم و پوست آسیب وارد کنند. نظارت بر مشخصات لامپ‌هایی که وارد بازار می‌شوند، توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: لامپ کم‌مصرف؛ بیناب نور؛ رادیکال هیدروکسیل؛ فرابنفش؛ مرئی؛ فروسرخ

مقدمه

امروزه بسیاری از کشورها از جایگزین کردن لامپ‌های کم‌مصرف به جای لامپ‌های تنگستنی معمولی حمایت می‌کنند و به‌طور گسترده‌ای از این لامپ‌ها در مکان‌های مختلف از جمله بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها، منازل و غیره استفاده می‌شود(1). این لامپ‌ها علاوه بر کاهش 80 درصدی مصرف الکتریسیته باعث ایجاد گازهای گلخانه ای کمتری در مقایسه با سایر لامپ‌های روشنایی می‌شوند که هم از نظر اقتصادی و

مولف مسئول: آمنه سازگارنیا - دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، مشهد، ایران Email: sazgarniaa@mums.ac.ir
1. کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
2. دانشجوی رشته پزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی بجنورد، ایران
3. دانشجوی رشته پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دانشکده پزشکی، مشهد، ایران
4. استاد فیزیک پزشکی، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
تاریخ دریافت : 1395/12/1 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : 1395/12/1 تاریخ تصویب : 1396/3/1

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

هم جهت حفظ محیط زیست مفید خواهد بود(3 ،2). در این لامپ‌ها در اثرتخلیه بار الکتریکی در بخار گاز جیوه، پرتوهای فرابنفش تولید می‌شود که در برخورد با پوشش فسفری داخل لامپ، نورمرئی تولید می‌شود(4). در حالت ایده‌آل بازده تولید نور مرئی 100 درصد است اما در برخی موارد به علت نقص در پوشش فسفری و یا دیواره لامپ، ممکن است بخشی از پرتوهای فرابنفش به خارج از لامپ نشت کند(5). لازم به ذکر است که استفاده از انواع لامپ‌های LED نیز با هدف کاهش مصرف انرژی و افزایش بازده نورانی در سال‌های اخیر از جایگاه خاصی برخوردار بوده است(6).

پرتوهای فرابنفش در محدوده 400-100 نانومتر از امواج الکترومغناطیس هستند و خود به سه دسته UVA(350-400nm), UVB (280-350)و UVC (100-280nm)تقسیم می‌شوند(7). آزمایشات نشان داده است که لامپ‌های کم‌مصرف، این سه نوع و به ویژه UV(A)وUV(C) را منتشر می‌کنند. این درحالی است که میزان آن در لامپ‌های سازندگان مختلف تفاوت دارد(5). از طرفی با توجه به اندرکنش های ممکن این پرتوها با بافت، بروز مشکلات پوستی و چشمی پس از مواجهه با تابش‌های فرابنفش در این ارگان‌ها مشاهده شده است. در مطالعات صورت گرفته بروز اختلالاتی چون لوپوس اریتماتوس اگزودرما پیگمنتازوم و سرطان پوست در افرادی که حساسیت بالایی داشتند، گزارش شده است(7). هم‌چنین این تابش‌ها موجب توقف ملاتونین و آسیب‌های چشمی می‌شود(8). تولید رادیکال‌های آزاد (ROS) یکی دیگر از پیامدهای تابش فرابنفش می‌باشد که به نوبه خود خطرسازند و لازم است مد نظر قرار گیرند، چراکه تولید ROS موجب عوارض چشمی بسیار مضر می گردد(9).

بر این اساس انجمن دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا برای افرادی که از نظر شغلی ناگزیر به مواجهه با این پرتوها هستند، حدود مجاز دوز شغلی را در زمان‌ها و لامپ‌های مختلف از نظر توان مصرفی تعریف کرده است(5). در مطالعه‌ای که توسط سازمان استاندارد حفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش در مواجهه شغلی بر روی 24 لامپ انجام گرفت، در 4 لامپ در فاصله 10 سانتی‌متری، مقدار پرتو فرابنفش بیش از حد استاندارد ثبت شد(10).

با توجه به اینکه استفاده از این لامپ‌ها در ایران به‌طور گسترده‌ای رو به افزایش است نیاز به بررسی طیف نوری آنها و وجود یا عدم وجود نشت پرتو فرابنفش ضروری به نظر می‌رسد. تا کنون تنها در یک مطالعه که توسط صفری و همکاران انجام گرفته، میزان پرتو فرابنفش تابش شده از 4 نوع لامپ فلورسنت فشرده در 8 توان مختلف ارزیابی شده است. بر اساس این مطالعه میزان تابش فرابنفش در محدوده UVB در تمام لامپ های مورد بررسی بیش‌تر از حد مجاز شغلی بوده و در تمام موارد به جز در یک توان، سایر طیف‌های پرتو فرابنفش شدتی کم‌تر از حد مجاز داشتند(11). با این حال‌به‌نظر می‌رسد بررسی بیش‌تر از نظر طیف لامپ در محدوده نور مرئی و فرابنفش و نیز مقایسه آن با لامپ‌های تنگستن و هم‌چنین بررسی انواع تجاری موجود و در دسترس، مورد نیاز است. این مطالعه ضمن ارزیابی طیف انواع لامپ‌های موجود در ایران اعم از ساخت داخل یا خارج، اثرات منفی احتمالی لامپ‌های کم‌مصرف را که می‌تواند ناشی از تولید گونه‌های فعال اکسیژن باشد، از طریق دزیمتری شیمیایی ترفتالیک اسید که قابلیت آشکارسازی رادیکال‌های اکسیژن و هیدروکسیل را دارد(12)، مورد توجه قرارداده است.

مواد و روش ها

ابتدا 33 لامپ کم‌مصرف موجود در بازار ایران باتوان 23 تا 26 وات از 20 کارخانه سازنده مختلف تهیه شد. لیست لامپ‌های مورد تحقیق با ذکر انواع آفتابی و مهتابی در جدول 1 آمده است. لازم به ذکر است جهت مقایسه، لامپ‌های مهتابی معمولی و تنگستن نیز بررسی گردید.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

جدول شماره 1: مشخصات لامپ‌های مورد تحقیق.

کد لامپ در این مطالعه	نام تجاری لامپ	توان مصرفی اسمی (وات)	آفتابی(A)	مهتابی (M)
1	پارس شعاع نور	25	*	*
2	افراتاب	25	*	*
3	زمان نور	26	*	*
4	مگاتور	25	*	*
5	دیاکو	25	*	*
6	افروغ	23	*	*
7	امید پدید	23	*	*
8	شوان	23	*	*
9	نمانور	23	*	
10	سوپردی‌لایت (Superdaylight)	23	*	
11	آرا	25	*	*
12	دیتانور	25	*	*
13	خزرشید	23	*	*
14	روناک	26	*	*
15	تیو (Teeu)	23	*	*
16	سپهر نور	23		*
17	پارس لامپ	26	*	
18	دلتا	25		*
19	نمانور	23	*	
20	نورافروز	26	*	

در یک اتاق تاریک بیناب نشری هر لامپ توسط اسپکترومتر آوا اسپک ساخت کشور هلند (AvaSpec-2048 Dual Channel Thermo-Electric cooled CCD (charge مجهز به Fiber Optic coupled device) در محدوده طول موج 200 تا 1100 نانومتر با رزولوشن یک نانومتر و حساسیت شمارش 2000 به ازای هر میلی‌ژول ثبت گردید. برای حذف نور زمینه، ابتدا دستگاه در حالت خاموش بودن لامپ به مدت 1 دقیقه ثبت انجام می‌داد و طیف به‌دست آمده به‌عنوان شاهد تاریکی در نظر گرفته شد. لامپ‌ها در فاصله یک متری از فیبرنوری اسپکترومتر قرار می‌گرفت. باتوجه به تفاوت موجود در توان لامپ‌ها، یافته‌ها به ازای هر وات خروجی لامپ‌ها محاسبه شد و میانگین گرفته شد. تحلیل داده‌ها و رسم طیف در نرم‌افزار AvaSoft7 انجام شد. در مرحله بعد، به منظور تعیین شدت نور خروجی هر لامپ در فاصله یک متری از حسگر یک رادیومتر (Leybold ساخت کشور آلمان (مجهز به حسگرهای فرابنفش A، B، C، مرئی و فروسرخ نزدیک و میانه استفاده شد. پس از کالیبراسیون رادیومتر شدت نور زمینه اتاق آزمایش اندازه‌گیری و از خوانش لامپ‌ها کسر گردید. به منظور بررسی بیشتر و دقیق‌تر خروجی لامپ‌ها، در محدوده UVA شدت در دو زاویه 0 و 90 درجه در فاصله 20 سانتی متری نیز اندازه‌گیری شد.

در بخش دوم مطالعه از دزیمترهای شیمیایی ترفتالیک اسید و ثبت سیگنال فلوئورسانس ایجادشده در محلول دزیمتری در نتیجه‌ی تابش نور لامپ استفاده شد. محلول ترفتالیک اسید به‌منظور تعیین سطح رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل طی فرآیندهای مختلف نظیر پرتودهی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محلول در شرایط عادی فاقد خاصیت فلوئورسانس است ولی در نتیجه‌ی مجاورت با رادیکال‌های آزاد تبدیل به محلول فلوئورسانس می‌شود. طول موج قله تحریک و نشر آن به‌ترتیب در 310 و 420 نانومتر قرار دارد. بدین ترتیب از آن می‌توان به‌عنوان دزیمتر شیمیایی جهت بررسی تولید رادیکال هیدروکسیل بهره‌گیری نمود. جهت تهیه محلول دزیمتری 0/033 گرم اسید ترفتالیک (merck)آلمان (در100 سی سی آب مقطر حل شد. سپس 0/02 گرم سود (NaOH) به محلول قبلی اضافه و به منظور انحلال کامل به مدت یک ساعت هم زده شد(13). برای مطالعه رادیکال‌های هیدروکسیل تولیدشده در دزیمتر ترفتالیک اسید لامپ‌هایی انتخاب شد که در خروجی آن‌ها نور فرابنفش ثبت شده بود. بدین منظور 5 میلی‌لیتر ترفتالیک اسید در یک پتری دیش ریخته و در فاصله 10 سانتی‌متری از لامپ قرار داده شد. در نمونه‌های مستقل، پس از گذشت 8 و 24 ساعت سطح فلوئورسانس ایجادشده به روش فلوئوریمتری اندازه‌گیری شد(14). برای گروه شاهد نیز در شرایط آزمون بدون روشن بودن لامپ، سیگنال مذکور ارزیابی گردید. سنجش‌های فلوئوریمتری توسط یک دستگاه اسپکتروفلوئوریمتر (FP-6200, Jasco, Japan) با تحریک نمونه‌ها در 310 نانومتر و ثبت نشر فلوئورسانس در محدوده 700-350 نانومتر انجام شد.

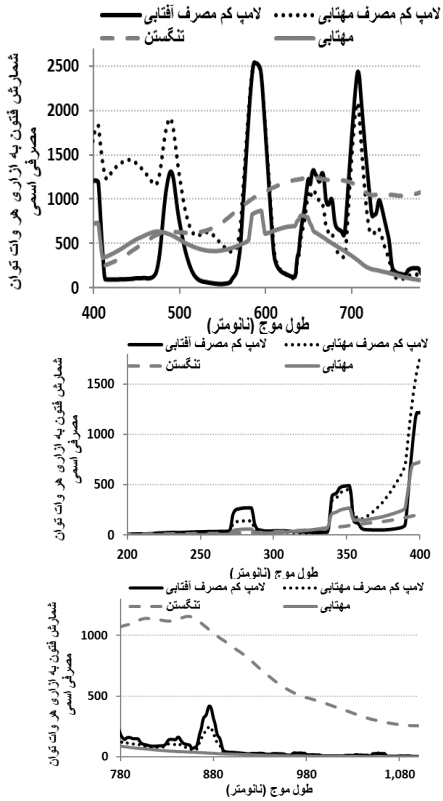
با استفاده از نرم افزار EXCELL طیف‌ها در محدوده IR-UV-VISIBLE به طور جداگانه بررسی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

شد. ثبت و انتگرال‌گیری از طیف نشری لامپ‌ها در محدوده‌های موردنظر توسط نرم‌افزار AvaSoft7 انجام گرفت. میانگین اعداد به‌دست آمده با توجه به آفتابی یا مهتابی بودن لامپ‌ها محاسبه شد و با استفاده از نرم افزار SPSS معنادار بودن تفاوت در لامپ‌های آفتابی و مهتابی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها

بیناب ثبت شده از لامپ‌ها در سه محدوده جداگانه نور مرئی، فرابنفش و فروسرخ به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. از آن‌جا که توان مصرفی اسمی و در نتیجه شدت نور لامپ‌ها در سه محدوده متفاوت بود، در نمودار 1 میانگین طیف‌های نشری از لامپ‌های مورد مطالعه با بیناب لامپ مهتابی و تنگستن به ازای هر وات توان مصرفی اسمی در محدوده‌های مختلف نوری مورد مقایسه قرار گرفته است.



نمودارشماره 1: مقایسه میانگین شمارش فتون‌های نشری از لامپ‌های مورد مطالعه با بیناب لامپ‌های مهتابی و تنگستن به ازای هر وات توان مصرفی اسمی در: الف- ناحیه مرئی ب- ناحیه فرابنفش ج- ناحیه فروسرخ.

با توجه به پیچیدگی‌های طیف لامپ‌ها و برای بررسی بیشتر، راندمان روشنایی لامپ‌ها محاسبه شد. به صورتی که در مرحله اول انتگرال هر طیف (سطح زیر منحنی) تعیین و درصد هریک از محدوده‌های نوری که شامل نور مرئی، فروسرخ و فرابنفش بود در سه محدوده جداگانه A,B,C برای هر لامپ محاسبه شد. این داده‌ها در جدول 2 آمده است.

جدول شماره 2: میانگین ± انحراف معیار به‌دست امده آمده از تعیین درصد سطح زیر منحنی بیناب ثبت شده از لامپ های مورد مطالعه در نواحی مختلف.

	کد لامپ	UV(A)	UV(B)	UV(C)	VL	IR
لامپ های کم مصرف مهتابی	M18	1/0	0/1	0/2	98/6	0/4
	M17	0/9	0/1	0/2	98/4	0/5
	M15	0/8	0/1	0/1	98/5	0/6
	M14	1/1	0/1	0/2	98/2	0/5
	M13	0/6	0/1	0/1	98/8	0/5
	M12	1/2	0/1	0/2	98/1	0/5
	M11	1/0	0/1	0/1	98/4	0/5
	M8	0/7	0/1	0/2	98/7	0/5
	M7	1/1	0/1	0/1	98/2	0/6
	M6	1/4	0/1	0/1	97/6	0/8
	M5	0/5	0/1	0/2	95/7	3/8
	M4	0/9	0/1	0/2	97/1	1/9
	M3	1/0	0/1	0/1	98/2	0/6
	M2	1/2	0/1	0/2	98/1	0/5
	M1	1/0	0/1	0/1	97/8	1/1
لامپ های کم مصرف آفتابی	A20	2/3	0/1	0/2	97/0	0/6
	A17	2/5	0/2	0/2	96/7	0/7
	A15	2/5	0/1	0/2	96/8	0/6
	A14	2/2	0/1	0/2	96/1	1/6
	A13	2/5	0/1	0/2	96/6	0/7
	A12	2/7	0/1	0/2	96/6	0/6
	A11	2/6	0/1	0/2	96/5	0/7
	A10	2/9	0/1	0/2	95/9	0/9
	A9	2/3	0/1	0/2	96/7	0/7
	A8	2/5	0/2	0/2	96/4	0/8
	A7	2/6	0/2	0/2	96/4	0/7
	A5	2/6	0/2	0/2	96/4	0/7
	A4	2/2	0/1	0/1	95/8	2/0
	A3	2/4	0/2	0/2	96/7	0/7
	A2	2/7	0/1	0/2	96/4	0/6
	A1	2/5	0/1	0/2	95/0	2/4
میانگین ±انحراف معیار	کم مصرف مهتابی	1/96±0/24	0/10±0	0/15±0/05	98/03±0/78	0/89±0/89
	کم مصرف آفتابی	2/50±0/19	0/13±0/05	0/19±0/03	96/38±0/49	0/94± 0/55
	مهتابی	1/62±0/08	0/14±0/01	0/28±0/02	97/45±4/87	0/51±0/03
	تنگستن	0/54±0/03	0/08±0/01	0/21±0/01	86/28±4/31	12/9±0/65

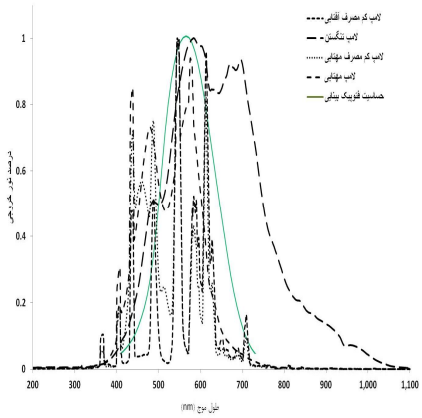
با توجه به جدول 2 مشاهده می‌شود که بیش‌ترین درصد خروجی در محدوده UVA مربوط به لامپ با کد A10 و کم‌ترین میزان مربوط به لامپ با کد M5 می‌باشد. در محدوده UVB,C با توجه به مشابه بودن اعداد نمی‌توان اظهار نظر کرد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

در محدوده نور مرئی سه لامپ M8, M18, M13 بیش‌ترین میزان و A1 کم‌ترین میزان نور را داشتند. در محدوده فروسرخ نیز از لامپ با کد M5 بیش‌ترین و M18کم‌ترین درصد میزان تابش فروسرخ ثبت گردید.

هم‌چنین میزان تابش نور فرابنفش در لامپ‌های کم‌مصرف آفتابی بیش از این میزان در سایر لامپ‌هاست درحالی‌که در محدوده نور مرئی میزان تابش در لامپ‌های کم‌مصرف بیش از لامپ تنگستن و مهتابی بوده است. هم‌چنین میزان تابش نور فروسرخ در لامپ‌های تنگستن به شدت بیش از سایر لامپ‌هاست که ناشی از شیوه متفاوت تولید نور در این لامپ‌هاست.

با توجه به حساسیت چشم انسان در نواحی مختلف طیفی، موضوع مورد توجه دیگر، مقایسه طیف لامپ‌ها با نمودار فتوپیک بینایی است (نمودار 2).



نمودارشماره 2: مقایسه طیف لامپ‌ها با نمودار حساسیت فتوپیک بینایی انسان.

بدین منظور درصد خروجی در ناحیه 510 تا 617 نانومتر که محدوده FWHM در نمودار حساسیت فتوپیک بینایی می‌باشد، در لامپ‌های مختلف محاسبه شد (جدول 3).

جدول شماره 3: میانگین شمارش فتونی و درصد سطح زیر منحنی نور خروجی در محدوده حساسیت بینایی

	لامپ کم مصرف آفتابی	لامپ کم مصرف مهتابی	لامپ تنگستنی	لامپ مهتابی
میانگین سطح زیر منحنی طیف نور در کل بیناب	7532578	9909811	24580467	8466349
میانگین سطح زیر منحنی نور در محدوده 617-510 نانومتر	4239690	4038498	7897875	4221936
درصد خروجی نور در محدوده 617-510 نانومتر	56/3	40/8	32/1	47/8

شدت نور در محدوده‌های مختلف داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شدت نور هر لامپ با استفاده از رادیومتر در سه محدوده مذکور بررسی و در جدول 4 قرار داده شده است.

جدول شماره 4: میانگین شدت نور ثبت شده (W/m^2) از لامپ‌های کم‌مصرف به تفکیک آفتابی و مهتابی در محدوده‌های مرئی و فروسرخ در فاصله یک متری و در محدوده تابش فرابنفشA در دو زاویه صفر و 90 درجه در فاصله 20 سانتی متری از لامپ.

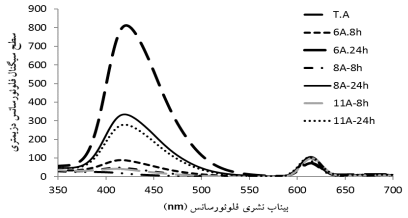
	میانگین شدت نور (W/m^2)			
	مرئی	فروسرخ	UVA-0	UVA-90
لامپ های کم مصرف آفتابی	9/55	0/04	0/13	0/23
لامپ های کم مصرف مهتابی	10/04	0/04	0/02	0/04

شدت نور در محدوده UVB,C حتی در فاصله 20 سانتی متری نیز بسیار کم و قابل صرف نظر کردن بود. داده های حاصل از رادیومتری نیز به تفکیک آفتابی و مهتابی بودن لامپ‌های کم مصرف میانگین گیری شد. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج این روش نیز مویدی بر نتایج حاصل از انتگرال گیری طیف لامپ‌هاست، به طوری که میانگین شدت تابش فرابنفش در لامپ‌های آفتابی در هر حالت اندازه‌گیری بیش از لامپ‌های مهتابی بوده است.

در بخش بعدی مطالعه، توانایی شیمیایی تابش فرابنفش در تولید رادیکال‌های آزاد در سه لامپ که بیش‌ترین تابش فرابنفش را داشتند، با استفاده از دزیمتری شیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

حاصل از آزمون دزیمتری ترفتالیک اسید در نمودار 3 آمده است.



نمودارشماره 3: سطح سیگنال حاصل از رادیکال‌های هیدروکسیل تولید شده در اثر تابش سه لامپ کم‌مصرف در دزیمترهای ترفتالیک اسید پس از 8 و 24 ساعت تابش.

بحث

با توجه به کاربرد روز افزون استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف در اماکن عمومی، تجاری، اداری و... و احتمال مواجهه بیش از حد افراد با این ابزار، نیاز به بررسی بیش‌تر اثرات احتمالی پرتوهای تابش شده از این لامپ‌ها بر افراد جامعه امری ضروری به‌نظر می‌رسد. بر این اساس در مطالعه پیش رو به بررسی دقیق طیف لامپ‌های کم‌مصرف و مقایسه آن‌ها با لامپ‌های تنگستن و مهتابی پرداخته شده است. با توجه به پیچیده بودن داده‌ها و انجام آزمون‌های مختلف، ابتدا به بحث در محدوده‌های جداگانه پرداخته و در نهایت کلیه مباحث جمع‌بندی خواهد شد.

نکته مهم و قابل تامل در محدوده نور مرئی، بهداشت بینایی است. با توجه به اینکه شبکیه چشم انسان در محدوده 550 نانومتر بیش‌ترین حساسیت را به نور نشان داده است، توصیه می‌شود نور تامین کننده نیاز بینایی انسان در این محدوده بیش‌ترین شدت را داشته باشد. در مطالعه حاضر مشاهده شد که بیش‌ترین درصد خروجی در محدوده حساس بینایی مربوط به لامپ کم مصرف آفتابی است و پس از آن مربوط به لامپ‌های مهتابی می‌باشد (جدول3 و نمودار 2). در مقایسه لامپ‌های تنگستن با وجود اینکه فلوی نور در این محدوده بیش از سایر لامپ‌ها بوده است، اما به‌دلیل بالابودن کل خروجی لامپ در سایر محدوده‌ها درصد کم‌تری از نور در محدوده حساسیت فتوپیک بینایی قرار دارد. بنابر این می‌توان گفت استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف آفتابی به جای لامپ‌های تنگستن از نظر بهداشت بینایی قابل توجیه است و حتی جایگزینی آن‌ها به ویژه با لامپ‌های کم‌مصرف آفتابی توصیه می‌شود. بدین ترتیب با توجه به آنکه برخی از مطالعات دیگر نیز بروز هر گونه مشکل بینایی از جمله جراحت و آسیب‌های حرارتی در شبکیه را در محدوده تابش نور مرئی رد می‌کنند، می‌توان به بی‌خطر بودن لامپ‌های کم‌مصرف اذعان نمود(15).

محدوده فروسرخ لامپ‌ها، علاوه بر اثرات سوء بر سلامت ساختارهای مختلف چشم انسان، تولید حرارت نموده و باعث افزایش دمای محیط و افزایش انرژی تلف شده می‌شود. نتایج با توجه به جدول شماره 4 نشان داد در کلیه لامپ‌ها به جز لامپ تنگستنی، شدت نور در این محدوده کمتر از یک درصد خروجی لامپ را شامل می‌شود. درحالی‌که این میزان در لامپ‌های تنگستن حدود 13 درصد خروجی لامپ است. بنابر این می‌توان گفت از نظر کاهش اتلاف انرژی به‌صورت گرما، لامپ‌های کم‌مصرف در پائین‌ترین مرتبه قرار دارند و میزان نسبتا کمی از انرژی به‌صورت گرما هدر می‌رود. این موضوع به تفاوت در نحوه تولید نور در این دو نوع لامپ مرتبط است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جایگزینی لامپ‌های کم‌مصرف به‌جای لامپ تنگستن از طریق کاهش انرژی اتلاف شده به شکل گرما، علاوه بر کاهش اثرات منفی بر چشم انسان، در کاهش اثرات ناشی از گرم شدن زمین اثرگذارخواهد بود.

با توجه به اثرات سوء تابش فرابنفش بر سلامت انسان و محیطی که در آن زندگی می‌کند، به‌ویژه در افرادی که در اثر بیماری یا استفاده از دارویی خاص نسبت به نور حساسیت بیش‌تری پیدا کرده‌اند، تلاش

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

برای محافظت افراد از در معرض قرار گرفتن این تابش امری ضروری به نظر می‌رسد. با این وجود در برخی موارد به دلیل منافعی که در اثر استفاده از این نوع پرتوها متوجه جامعه بشری می‌شود کاربرد آن غیر قابل اجتناب است. در این شرایط رعایت اصولی که به آسیب کم‌تر فرد در اثر استفاده از آن منتهی می‌شود ضروری است.

در مطالعه حاضر مشخص شد که مقداری تابش فرابنفش در نور خروجی از این لامپ‌ها وجود دارد که در مطالعات دیگری نیز که قبلا در ایران و سایر کشورها انجام گرفته به این مهم اشاره شده است(17، 16، 5، 1). میزان این تابش به شدت ، نوع (آفتابی یا مهتابی بودن) و کارخانه سازنده لامپ وابسته است. به‌طوری‌که شدت تابش فرابنفش در لامپ‌های آفتابی به‌طور کلی حدود 2 برابر بیش‌تر از نوع مهتابی و در هر دو بسیار بیش‌تر از تابش فرابنفش در لامپ تنگستن بود. از طرف دیگر میزان تابش، به زاویه لامپ وابسته است. به طوری که در زوایای 90 درجه یعنی در کنار لامپ، شدت تابش بیش‌تر از روبروی لامپ بود. این درحالی‌است که در مطالعه مشابهی که صفری و همکاران انجام دادند تفاوت شدت تابش در زاویای مختلف را گزارش نکردند(5). با این وجود میزان بیش‌تر تابش در کنار لامپ می‌تواند به علت نقص در پوشش فسفر لامپ و نشت تابش فرابنفش باشد که در مطالعه‌ای که Khazovaو همکارانش انجام دادند گزارش شد(18).

البته باید مجددا تاکید کرد که شدت نور در این محدوده در حالت استاندارد در فاصله یک متری و برای 8 ساعت مواجهه با این نور در تمام لامپ‌ها صفر گزارش شد که بسیار کمتر از حد مجاز مواجهه است. با این حال در فواصل نزدیک و برای افراد حساس به این نوع تابش و در زمان های مواجهه طولانی بهتر است جانب احتیاط رعایت شود. چراکه با استفاده از نتایج آزمون ترفتالیک اسید مشاهده نمودیم که تابش این لامپ‌ها قادر به تولید رادیکال آزاد بوده که خود جزئی از عوامل استرس اکسیداتیو به شمار می‌روند و می‌توانند در سلول‌های مختلف آثار زیستی گاها مخربی بر جای بگذارند(19).

با توجه به بررسی طیف لامپ‌های کم‌مصرف و ویژگی‌های مثبت استفاده از آنها در محدوده نور مرئی و فروسرخ و نیز تأکید بر این نکته که مقادیر مشاهده شده در خصوص تابش فرابنفش در فاصله 20 سانتی متری اندازه‌گیری شده و در فواصل بیش‌تر تابش در این محدوده در حد صفر بوده است، جایگزینی لامپ‌های تنگستنی با لامپ‌های کم‌مصرف توصیه می‌شود. با این وجودتوصیه می‌شود این لامپ‌ها، به ویژه نام‌های تجاری که در این طرح میزان تابش فرابنفش بیش‌تری داشته‌اند، به‌عنوان چراغ مطالعه و موارد مصرفی که فاصله کمی با مصرف‌کننده دارند مورد استفاده قرار نگرفته و حتی‌الامکان حین استفاده از این لامپ‌ها از پوشش‌هایی جهت جلوگیری از مواجهه مستقیم با پرتوهای فرابنفش بهره‌گیری شود(20).

در پایان می‌توان نتیجه گرفت با توجه به بیناب‌های نشری ثبت شده از لامپ‌های مختلف کم‌مصرف موجود در بازار ایران، به‌نظر می‌رسد جایگزینی این لامپ‌ها از نظر بهداشت بینایی و تبدیل بیشتر انرژی به نور مرئی و نیز کمتر بودن اتلاف انرزی از طریق تولید تابش‌های فروسرخ در مقابل لامپ‌های تنگستنی مفید باشد. با این وجود تنها نگرانی در خصوص تابش فرابنفش در این لامپ‌ها است که یا در اثر نقص پوشش فسفر و یا نشت از لامپ بوجود می‌آید. با توجه به شدت این تابش‌های مضر در لامپ‌های مختلف، توصیه می‌گردد از مواجهه طولانی مدت و دریافت نور در فواصل نزدیک لامپ جلوگیری نموده و از محافظ‌هایی جهت جذب پرتوهای فرابنفش استفاده شود. هم‌چنین کنترل و نظارت بر مشخصات لامپ‌های کم‌مصرف که وارد بازار مصرف می‌شوند، توصیه می‌گردد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

سپاسگزاری

نویسندگان لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که این مطالعه را در قالب طرح تحقیقاتی شماره 931393 مورد حمایت مالی قرار داده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را به‌عمل آورند.

References

1. Sharma P, Jaiswal VK, Kandpal HC. Ultraviolet radiation emitted by compact fluorescent lamps. Mapan. 2009;24(3):183-191.
2. Javorniczky J, Gies P, Lock J, editors. The Introduction of Compact Fluorescent Lights (CFLs) and the impact of UVR emissions on photosensitive people. Proceedings of the Workshop UV Radiation and its Effects: an update. ueenstown, NZ, 7–9 April 2010: 29–30.
3. Parsons D. The environmental impact of compact fluorescent lamps and incandescent lamps for Australian conditions. The Environmental Engineer. 2006;7(2):8-14.
4. Mironava T, Hadjiargyrou M, Simon M, Rafailovich MH. The effects of UV emission from compact fluorescent light exposure on human dermal fibroblasts and keratinocytes in vitro. Photochem Photobiol.. 2012;88(6):1497-1506.
5. Safari S, Kazemi M ,Yousefi HA, Dehghan H, Mahaki B. Evaluation of ultra violet emissions radiated from compact fluorescent lamps of Iranian current brands. Health Scope. 2013;2(3):130-135.(Persian).
6. Li S, Tan SC, Lee CK, Tse CK. A survey, classification, and critical review of light-emitting diode drivers. IEEE T Power Electr.31(2):1503-1516.
7. Klein RS, Werth VP, Dowdy JC, Sayre RM. Analysis of compact fluorescent lights for use by patients with photosensitive conditions. Photochem Photobiol. 2009;85(4):1004-1010.
8. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Gatz 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.
9. Jadidi Kh, Mirkheshti N, Ghasami F, Alavi SA, Talebi Sh, Hadizadeh F, et al. The role of reactive oxygen species in the late ocular complications of mustard gas. Military Medicine. 2005; 7(1): 9-14.
10. ARPANSA. Radiation Protection Standard for Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation. Radiation Protection Series. 2006 ; 12.
11. Safari S, Kazemi M, Dehghan H, Yousefi HA, Mahaki B. Evaluation of ultra violet emissions radiated from compact fluorescent lamps of Iranian current brands. Zahedan Univ Med Sci. 2013;2(3):130-135.
12. Sazgarnia A, Shanei A, Shanei MM. Monitoring of transient cavitation induced by ultrasound and intense pulsed light in presence of gold nanoparticles. Ultrason Sonochem. 2014;21(1):268-274.
13. Ebrahiminia A, Mokhtari-Dizaji M, Toliyat T .Correlation between iodide dosimetry and terephthalic acid dosimetry to evaluate the reactive radical production due

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]

to the acoustic cavitation activity. Ultrason Sonochem. 2013;20(1):366-372.

14. Soh N. Recent advances in fluorescent probes for the detection of reactive oxygen species. Anal Bioanal Chem. 2006;386(3):532-543.

15. Arezi B. Effects of CFLs on human and environment. Iran`s Energy efficiency Organization- Energy Research Institute. 2008.

16. Diffey BL. Sources and measurement of ultraviolet radiation. Methods. 2002;28(1):4-13.

17. Whillock MJ, McKinlay AF, Kemmler J, Forsgren PG. Ultraviolet radiation emissions from miniature (compact) fluorescent lamps. Lighting Res Technol. 1990;22(2): 57–79.

18. Khazova M, O'Hagan JB. Optical radiation emissions from compact fluorescent lamps. Radiat Prot Dosimetry. 2008;131(4):521-525.

19. Halliwell B, Gutteridge JMC. Free radicals in biology and medicine.4thed .Oxford: Clarendon Press.2006.

20. Safari Sh, Dehghan H, Kazemi M, Yousefi H, Mahki B. Determination of a safe distance of CFLs with UV Radiation. J Ilam Univ Med Sci. 2014; 22(6): 66-74.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-01]