Bagheri M. *Depiction of Health*. 2023; 14(3): 288-293.
doi: 10.34172/doh.2023.22
https://doh.tbzmed.ac.ir

Increasing Eye Injuries Following Exposure to Laser Beams, the Silent Epidemic

Masood Bagheri[1*]

[1] Clinical Research Development Center, Imam Khomeini, Mohammad Kermanshahi and Farabi Hospitals, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

ARTICLE INFO

Article Type:
Commentary

Article History:
Received: 27 Jul 2023
Accepted: 13 Aug 2023
ePublished: 2 Sep 2023

Keywords:
Laser,
Eye,
Retina

While light is a visible and narrow range of the electromagnetic spectrum that is responsible for vision, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (laser) is a monochromatic and polarized beam with a specific frequency and minimum divergence from this spectrum.[1] Since the invention of the laser in 1960, its use has become widespread in everyday life. Moreover, during the notable advances in technology in the past decades, laser devices have been used in a wide variety of applications, from educational fields to medical, military, and cosmetic purposes, and sometimes even mistakenly used by children as toys.[2] Laser pointers are known as low-energy devices that emit focal non-ionizing beams that are widely used in lecture halls for educational-commercial presentations and even sometimes in passages and ceremonies for advertising and elegance purposes.[1] These markers exist in different types based on the wavelength of the light beam, and consequently the color of the emitted light, which is usually red (650-670 nm) or green (532 nm).[2]

Laser pointers are coded by output light power and wavelength. In the latest updates, the International Electrotechnical Commission has classified laser devices into four categories based on maximum output power, where handheld laser pointers are usually classified as 2M or sometimes 3R (Table 1).[3] According to this classification, 2M types are considered safe due to their low output power and highly divergent light beam, along with the protective effect of the blink reflex, which reduces the exposure time of the laser light with the internal structures of the eye. However, possible eye damage in class 3R is controversial, especially during accidental exposure or accompanied with the use of optical tools such as magnifying glasses, binoculars or telescopes,[4] and long-term viewing and deliberate direct observation.[5] So, there is the possibility of severe eye damage in both classes, which has been reported in previous studies.[2, 6]

The most common ocular structure involved in laser injuries is retina due to the following two reasons: 1) it is optically transparent and 2) the refractive power of the eye focuses the radiation on the retina. It should be noted that the energy of radiation rays on the retina is more than 105 times in the cornea,[7] which can reach a million times in the presence of the previously mentioned optical tools.[8] Eye damage by laser devices depends on

Bagheri M. Increasing Eye Injuries Following Exposure to Laser Beams, the Silent Epidemic. Depiction of Health. 2023; 14(3): 288-293. doi: 10.34172/doh.2023.22. (Persian)

* Corresponding author; Masood Bagheri, E-mail: Bagheri.m1368@gmail.com

© 2023 This work is published by Depiction of Health as an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

the wavelength, exposure time, characteristic of eye refraction, and laser-ocular tissue interaction. In general, laser-ocular tissue interaction has three mechanisms as follows:[7]

1) Thermal (photothermal): the laser energy absorbed by the pigments causes an increase in the local temperature and coagulation of tissue proteins, and finally cell death and scar formation;

2) Mechanical: laser energy is quickly absorbed in a very short period, and this sudden increase in temperature causes the liquid to evaporate, followed by the creation of a mechanical wave; and

3) chemical (photochemical): tissue chemical reactions caused by laser energy without a substantial increase in temperature.

In this context, thermal damage is considered the most important mechanism in laser damage, which mainly occurs in short-wavelength lasers (i.e., green laser). In these injuries, retinal pigments act as mediators in the laser phototoxicity.[4]

So far, many reports have mentioned a wide range of damaging effects of lasers on the retina, including retinal holes,[9] retinal hemorrhage,[2] choroidal neovascularization (CNV),[10, 11] photoreceptors damage,[6] etc. Nowadays, retinal damage caused by laser pointers is a matter of concern due to such factors as easy availability, cheap price, and widespread use (recreational and advertising use), as well as the lifelong visual disability that often affects children and young people, as active people in the community. In general, although there is no consensus regarding the effects of laser pointers, especially in class 2M, many countries have strict rules regarding public use, even as toys and advertising equipment.

To our knowledge, no legal restrictions have been issued for the use of handheld laser devices and all advertising types in Iran. During the six years of my professional activity as an ophthalmologist (from 2014 to 2020), I encountered only two cases of eye damage following laser exposure, both of which were published as case reports.[2, 6] However, many cases of ocular injuries (at least one case per week) were referred to the ophthalmic center of Kermanshah, Iran between 2021 and 2023, which were usually due to the use of handheld lasers as toys and sometimes contact with colored laser beams in the public places. Previous studies warned about the eye damage caused by these pointers.[5, 12, 13] Nonetheless, there is not enough evidence-based information on this issue in Iran. Previously, the author of this article published two case reports in international journals; one patient suffered retinal hemorrhage following contact with a green laser pointer, and the other patient suffered a macular hole following contact with advertising laser beams on the street.[2, 6] In conclusion, I recommend increasing public awareness about the harmful effects of using laser pointers in different ways, including the use of social media. Also, some policies should be designed to ban the use of these tools at the community level, especially in toy stores.

Table 1. Laser pointers with output light power and wavelength coded according to the latest updates of the International Electrotechnical Commission

Class	Output Power	Potential Ocular Injuries	Example
1	Low output power (<0.4 mW)	No possibility of retinal damage even after hours of exposure	Laser printers, CD and DVD players
1M	Low output power (<0.4 mW)	Highly divergent beam; only small part can enter eye. Potentially dangerous if viewed with an optical instrument*	
2	<1 mW	Wavelength 400–700 nm. Safe by blinking reflex if accidently shone at eye; may be dangerous by repeated deliberate exposure or viewed with an optical instrument*	Barcode scanners
2M	<1 mW	Highly divergent beam with wavelength 400–700 nm. Potentially dangerous if viewed with an optical instrument*	Lasers with visible light including most of the laser pointers

Class	Output Power	Potential Ocular Injuries	Example
3R	1-5 mW	The possible damages are controversial (may be dangerous if exceeds maximum permissible exposure for accidental viewing). Risk of injury increases when viewed with optical instruments*	Laser pointers for presentation and recreational use; some alignment products
3B	5-500 mW	Capable to cause permanent retinal injury with short duration of exposures (1/100 sec) if viewed directly or via reflection	Used in research and physiotherapy treatments, as well as many industrial, military and medical lasers
4	>500 mW	All the lasers in this category can cause severe and permanent damage to eye or skin even by a short exposure as well as fire hazard	Used for laser displays, surgery and cutting metals

* Optical instrument, including magnifiers, binoculars, or telescopes.

مسعود باقری. *مجله تصویر سلامت*. ۱۴۰۲؛ ۱۴(۳): ۲۸۸- ۲۹۳.
doi: 10.34172/doh.2023.22
https://doh.tbzmed.ac.ir

آسیب‌های چشمی فزاینده به دنبال تماس با پرتوهای لیزری، اپیدمی خاموش

مسعود باقری[۱*]

[۱] مرکز توسعه تحقیقات بالینی امام خمینی، دکتر محمد کرمانشاهی و فارابی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
یادداشت

سابقه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۵
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۲
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

کلیدواژه‌ها:
لیزر،
چشم،
شبکیه

نور یک محدوده قابل مشاهده و باریک از طیف الکترومغناطیسی است که مسئول بینایی می‌باشد، در حالی‌که لیزر (LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) یک پرتو تک رنگ و پلاریزه با فرکانسی مشخص و حداقل واگرایی از این طیف می‌باشد.[۱] از زمان اختراع لیزر در سال ۱۹۶۰، کاربرد آن در زندگی روزمره فراگیر شده و طی پیشرفت‌های چشمگیر فناوری در دهه‌های گذشته، دستگاه‌های لیزر در کاربردهای بسیار متنوعی، از زمینه‌های آموزشی گرفته تا اهداف پزشکی، نظامی و آرایشی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و حتی گاهاً به اشتباه توسط کودکان به عنوان اسباب‌بازی استفاده می‌شوند.[۲] نشانگرهای لیزری به عنوان دستگاه‌های کم‌انرژی شناخته می‌شوند که پرتوهای غیریونیزان کانونی ساطع می‌کنند که به طور گسترده در سالن‌های سخنرانی برای ارائه‌های آموزشی- تجاری و حتی بعضاً در معابر و مراسمات با اهداف تبلیغاتی و زیبایی استفاده می‌شوند.[۱] این نشانگرها در انواع مختلف بر اساس طول موج پرتو نوری (و به تبع آن رنگ نور ساطع شده) وجود دارند که معمولاً لیزر قرمز (با طول موج ۶۵۰-۶۷۰ نانومتر) یا سبز (با طول موج ۵۳۲ نانومتر) هستند.[۲]

نشانگرهای لیزری با قدرت نور خروجی و طول موج کدگذاری می‌شوند. در آخرین به‌روزرسانی‌ها، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکی دستگاه‌های لیزر را براساس حداکثر توان خروجی به ٤ دسته طبقه‌بندی کرده است، که در آن نشانگرهای لیزری دستی معمولاً در کلاس 2M یا گاهی اوقات 3R قرار می‌گیرند (جدول ۱).[۳] طبق این طبقه‌بندی، انواع 2M به دلیل توان خروجی کم و پرتوی نوری بسیار واگرا در کنار اثر محافظتی رفلکس چشمک زدن (که زمان تماس نور لیزری با ساختارهای داخلی چشم را کاهش می‌دهد)، ایمن در نظر گرفته می‌شوند، اما آسیب‌های احتمالی چشمی در کلاس 3R بحث‌برانگیز است. به ویژه در هنگام مشاهده تصادفی و یا حین استفاده از ابزارهای نوری مانند ذره‌بین، دوربین دوچشمی یا تلسکوپ[٤] و مشاهده مستقیم مدت‌دار و تعمدی اتفاق بیافتد.[۵] اگرچه [بر اساس تجارب نویسنده] احتمال آسیب‌های چشمی قابل توجه در هر دو طبقه وجود دارد و این موضوع در بیماران نویسنده گزارش گردیده است.[۶،۲]

شایع‌ترین ساختار چشمی که در آسیب‌های ناشی از لیزر درگیر می‌شود، شبکیه است و دیگر ساختارها به ندرت تحت تاثیر قرار می‌گیرند؛ به دو دلیل، اول اینکه از نظر نوری شفاف هستند و دوم به دلیل قدرت انکساری چشم که تابش را بر روی شبکیه متمرکز می‌کند. لازم به ذکر است انرژی پرتوهای تابشی بر شبکیه به بیش از ۱۰۵ برابر در قرنیه است[۷] که در حضور ابزارهای نوری که قبلاً اشاره شد می‌تواند به یک میلیون برابر هم برسد.[۸] آسیب چشمی توسط دستگاه‌های لیزر بستگی به طول موج، مدت زمان قرار گرفتن در معرض اشعه، ویژگی انکساری چشم، و برهمکنش لیزر- بافت چشمی دارد. به طور کلی اثرات لیزر بر بافت‌های چشمی شامل ۳ مکانیسم است که به طور خلاصه در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد:[۷]

* پدیدآور رابط: مسعود باقری، آدرس ایمیل: Bagheri.m1368@gmail.com

حقوق برای مؤلف(ان) محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد در تصویر سلامت تحت مجوز کریتیو کامنز CC-BY-NC (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده غیر تجاری تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

۱) حرارتی (فوتوترمال): انرژی لیزر جذب شده توسط رنگ‌دانه‌ها سبب افزایش دمای موضعی و انعقاد پروتیین‌های بافتی و در نهایت مرگ سلولی و ایجاد زخم می‌شود.

۲) مکانیکی: انرژی لیزر به سرعت در مدت زمانی بسیار کوتاه جذب می‌شود و این افزایش ناگهانی دما سبب تبخیر مایع و به دنبال آن ایجاد موج مکانیکی می‌شود.

۳) شیمیایی (فتوشیمیایی): واکنش‌های شیمیایی بافتی ناشی از انرژی لیزر بدون افزایش قابل توجه دما.

در این زمینه آسیب‌های حرارتی مهم‌ترین مکانیسم در صدمات لیزری محسوب می‌گردد که عمدتاً در لیزرهای با طول موج کوتاه (یعنی لیزر سبز) اتفاق می‌افتد. در این آسیب‌ها رنگ دانه‌های شبکیه به عنوان واسطه‌گر در سمیت نوری لیزرها عمل می‌کنند.[۴]

جدول ۱. نشانگرهای لیزری با قدرت نور خروجی و طول موج کدگذاری شده بر اساس آخرین به‌روزرسانی‌های کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکی

طبقه‌بندی لیزر	قدرت خروجی	توان آسیب چشمی	نمونه
1	قدرت خروجی پایین (<۰/۴ میلی ولت)	صفر (بدون امکان آسیب شبکیه حتی پس از ساعت‌ها در معرض قرار گرفتن)	پرینترهای لیزری، پخش کننده‌های CD و DVD.
1M	قدرت خروجی پایین (<۰/۴ میلی ولت)	به جهت پرتو بسیار واگرا، فقط بخش کوچکی می‌تواند وارد چشم شود. ولی در صورتی که با ابزار نوری* مشاهده شود، بالقوه خطرناک است.	
2	<۱ میلی ولت	طول موج ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر اگر به طور تصادفی به چشم بتابد، با توجه به رفلکس پلک زدن چشمی ایمن است، اما در صورت قرار گرفتن در معرض عمدی مکرر یا مشاهده با ابزار نوری* ممکن است خطرناک باشد.	اسکنر بارکد.
2M	<۱ میلی ولت	پرتو بسیار واگرا با طول موج ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر. اگر با ابزار نوری مشاهده شود، بالقوه خطرناک است.	لیزرهای با نور مرئی از جمله بیشتر نشانگرهای لیزری در این گروه قرار می‌گیرند.
3R	۱-۵ میلی ولت	آسیب‌های احتمالی بحث‌برانگیز هستند (در صورتی که مشاهده تصادفی بیش از حداکثر مقادیر مجاز باشد، ممکن است خطرناک باشد). هنگامی که با ابزارهای نوری مشاهده می‌شود، خطر آسیب افزایش می‌یابد.	نشانگرهای لیزری برای ارائه‌های آموزشی و استفاده تفریحی، برخی از محصولات تراز.
3B	۵-۵۰۰ میلی ولت	در صورت مشاهده مستقیم یا از طریق انعکاس، می‌تواند باعث آسیب دائمی شبکیه حتی با وجود مدت زمان کوتاه تماس (۱/۱۰۰ ثانیه) شود.	لیزرهای این دسته در درمان‌های تحقیقاتی و فیزیوتراپی، و همچنین اکثر لیزرهای صنعتی، نظامی و پزشکی استفاده می‌شود.
4	>۵۰۰ میلی ولت	تمام لیزرهای این دسته می‌توانند آسیب شدید و دائمی به چشم یا پوست حتی با تماس کوتاه مدت وارد کنند. لیزرهای این دسته می‌توانند سبب سوختگی و حتی آتش‌سوزی شوند.	برای نمایشگرهای لیزری، جراحی و برش فلزات استفاده می‌شود.

* ابزار نوری شامل: ذره‌بین، دوربین دوچشمی یا تلسکوپ.

تاکنون گزارشات، طیف وسیعی از اثرات مخرب لیزر بر شبکیه را ذکر نموده‌اند که شامل سوراخ‌های شبکیه،[۹] خونریزی شبکیه،[۲] ایجاد نئوواسکولریزاسیون کوروییید،[۱۰،۱۱] آسیب فوتورسپتورهای بینایی[۶] و غیره می‌باشند. امروزه آسیب‌های شبکیه ناشی از لیزرها به دلیل استفاده گسترده، در دسترس بودن وسیع، قیمت ارزان نشانگرهای لیزری و متعاقب آن استفاده تفریحی و تبلیغاتی از یک سو و ناتوانی مادام‌العمر بینایی که غالبا کودکان و افراد جوان (به طور کلی قشر فعال جامعه) را درگیر می‌کند از سوی دیگر، موضوعی نگران کننده است. درکل هر چند در رابطه با عوارض لیزری بالاخص در طبقه 2M (که نشانگرهای لیزری در آن جای می‌گیرند) توافق نظر وجود ندارد ولی بسیاری از کشورها در رابطه با استفاده عمومی حتی به عنوان اسباب‌بازی و تجهیزات تبلیغاتی قوانین سخت‌گیرانه‌ای دارند.

تا جایی که دانش ما نشان می‌دهد هیچ محدودیت قانونی برای استفاده از دستگاه‌های لیزر دستی و انواع

نشانگرهای تبلیغاتی در کشور ایران تا به امروز صادر نشده است. نویسنده در طی ٦ سال خدمت خود به عنوان متخصص شبکیه در سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۹ تنها با دو مورد آسیب چشمی به دنبال تماس با نور لیزر مواجه شده است که هر دو مورد طی مقالات گزارش موردی انتشار یافته‌اند.[۲،٦] با این وجود در دو سال اخیر (بازه زمانی سال‌های ۱٤۰۰ تا ۱٤۰۲) با موارد متعدد آسیب‌های چشمی (حداقل یک مورد در هر هفته) در شهر کرمانشاه مواجه شده است که غالباً به دنبال استفاده از لیزرهای دستی به عنوان اسباب‌بازی و بعضاً تماس با پرتوهای لیزرهای رنگی در معابر عمومی رخ داده است. پیش‌تر هشدارهایی از فقدان امنیت و آسیب‌های چشمی این نشانگرها در مقالات منتشر شده است.[۵،۱۲،۱۳] اما در ایران به اندازه کافی در این مورد اطلاع‌رسانی مبتنی بر شواهد به عمل نیامده است. پیش‌تر دو مورد گزارش موردی از نویسنده این مقاله در مجلات معتبر جهانی انتشار یافته است که یکی به دنبال تماس با نشانگر لیزری سبز دچار خونریزی شبکیه و دیگری به دنبال تماس با پرتوهای لیزری تبلیغاتی در خیابان دچار سوراخ شبکیه شده‌اند.[۲،٦] در جمع‌بندی توصیه می‌شود آگاهی عمومی در مورد آسیب‌های مخرب استفاده از نشانگرهای لیزری به شیوه‌های مختلف و از طریق رسانه‌های مختلف جمعی و اجتماعی افزایش یابد. همچنین تمهیدات و سیاست‌گذاری‌های لازم جهت ممنوعیت استفاده از این ابزارها در سطح جامعه به خصوص اسباب‌بازی‌فروشی‌ها و لوازم‌التحریرها به عمل آید.

References

1. Kannatey-Asibu Jr E. Principles of Laser Materials Processing: Developments and Applications. John Wiley & Sons, 2023.
2. Bagheri M, Najafi A, Alizadeh-Ghavidel L. Laser pointer ocular injury, a case report. *Vis J Emerg Med.* 2021; 24: 101069.
3. International Electrotechnical Commission. Safety of laser products-Part 1: Equipment classification and requirements. IEC 60825-1. 2007.
4. Wong EW, Lai AC, Lam RF, Lai FH. Laser-induced ocular injury: a narrative review. *Hong Kong J Ophthalmol.* 2020; 24(2): 51- 59. doi: 10.12809/hkjo-v24n2-278
5. Ajudua S, Mello MJ. Shedding some light on laser pointer eye injuries. *Pediatr Emerg Care.* 2007; 23(9): 669-672. doi: 10.1097/PEC.0b013e31814b2dc4
6. Farajpour R, Ahour M, Farajpour S, Bagheri M, Asadollahi M. A case of retinal damage caused by green laser pointer. *Adv Ophthalmol Vis Syst.* 2015; 2(5): 00063. doi: 10.15406/aovs.2015.02.00063
7. Whitmer DL, Stuck BE. Directed energy (laser) induced retinal injury: current status of safety, triage, and treatment research. *US Army Med Dep J.* 2009: 51-56.
8. Barkana Y, Belkin M. Laser eye injuries. *Surv Ophthalmol.* 2000; 44(6):459-478. doi: 10.1016/s0039-6257(00)00112-0
9. Petrou P, Patwary S, Banerjee PJ, Kirkby GR. Bilateral macular hole from a handheld laser pointer. *Lancet.* 2014; 383(9930): 1780. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60757-1
10. Amoroso F, Souied EH, Ansary MF, Astroz P, Mouallem-Bézière A, Pedinielli A, et al. Optical coherence tomography angiography findings of choroidal neovascularization secondary to laser injury: A case report. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2020; 19:100767.
11. Conci LD, Alves DL, Frossard JC, Harchbart KK, Pinheiro AG. Choroidal neovascularization following laser pointer-induced macular injury: case report and overview. *Rev Bras Oftalmol.* 2020; 79: 199-202. doi: 10.5935/0034-7280.20200042
12. Lee GD, Lally D. Laser pointer retinal injures. *Retina Today.* 2015; 10.
13. Ngan K, Moore S. Foveal laser pointer injury: are laser pointers safe enough for public possession? *N Z Med J.* 2020; 133(1513): 119-121.