

## سلاح‌های لیزری

### شناخت، تشخیص، درمان و پیشگیری آسیب‌های ناشی از آنها

سیدمحمد مهدی مدرس مصلی M. D.، غلامرضا پورحیدری Ph.D. و امیرحسین نجفی M.D.

آدرس مکاتبه: دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) - مداوای مصدومین هسته‌ای - تابشی - پژوهشکده طب رزمی - تهران - ایران

#### خلاصه

آسیب‌های حاصل از لیزر در جبهه‌های جنگ، یک تهدید حقیقی و قابل توجه است. در حال حاضر، در جنگ‌های مدرن از لیزر جهت تعیین مسافت، هدف‌گیری، هدف‌یابی و تخریب هدف استفاده می‌شود. نیروهای نظامی مجهز به افزارهایی هستند که ممکن است به صورت اتفاقی منجر به کورشدن دایمی افراد گردند. همچنین ممکن است، لیزر به‌عنوان سلاح‌های ضد نفر مورد استفاده قرار گیرد؛ چرا که با کاهش قدرت بینایی سربازان موجب اختلال در کارایی آنان می‌گردد. لیزر واژه مخفی برای تشدید نور به‌وسیله گسیل تحریک‌شده پرتو می‌باشد. لیزر ابزاری است که پرتو نوری شدید، باریک و تک‌رنگ ایجاد می‌کند. شاخص‌های کلیدی لیزر عبارتند از: طول موج، چگالی توان و واگرایی پرتو. اثرات ناشی از پرتو لیزر به‌مقدار دوز مواجهه بستگی دارد. هر چه دوز مواجهه بیشتر باشد، اثرات حاصله شدیدتر خواهد بود. مواجهه با لیزر ممکن است آثار ناگوار متعددی به‌دنبال داشته باشد. این آثار عبارتند از: مشکلات شدید بینایی، سوختگی‌های جلدی و واکنش‌های روان‌شناختی. آسیب‌های جلدی رخ می‌دهد که انرژی لیزر به‌وسیله بافت‌های مختلف جذب شود. آسیب‌پذیرترین عضو بدن چشم می‌باشد. گرچه سایر اعضا و بافت‌ها همچون پوست نیز دچار آسیب می‌شوند. درمان آسیب‌های ناشی از لیزر شامل: درمان آسیب‌های چشمی، سوختگی‌های جلدی و واکنش‌های روان‌شناختی است. پیشگیری از آسیب‌های ناشی از لیزر نیز از طریق استفاده از پوشش‌های مناسب و عینک‌های محافظ امکان‌پذیر خواهد بود. هدف از این مقاله، معرفی جنبه‌های مختلف پزشکی لیزر است.

**واژه‌های کلیدی:** آسیب‌های ناشی از لیزر، تشخیص، مداوا، پیشگیری، آسیب‌های چشمی

#### مقدمه

طولانی است که لیزر با خواص متفاوت در خدمت فن‌آوری جنگ‌افزارسازی قرار گرفته است، یا به‌عنوان قسمتی از یک سلاح پیچیده و یا یک سلاح ضدنفر در آمده است. آسیب‌های حاصل از لیزر در جبهه‌های جنگ یک تهدید حقیقی و قابل توجه است. انواع مختلف لیزر با قدرت‌ها و طول موج‌های گوناگون توسط بیشتر نیروهای نظامی دنیا به‌کار گرفته می‌شوند [۱]. در آسیب‌های ناشی از لیزرهای با توان پایین، کاهش حدت بینایی مهم‌ترین

همان‌طور که در تمام رسته‌ها، فن‌آوری به‌سرعت در حال ارتقاء و پیشرفت است، در زمینه نظامی و جنگ‌افزارسازی نیز هر روز با تجهیزات جدید و سلاح‌های مدرن‌تر و مؤثرتر مواجه هستیم یک روز سلاح‌های اورانیومی به‌عنوان مؤثرترین سلاح ضد زره و استحکامات به خدمت گرفته می‌شوند و روز دیگر بمب‌های هوشمند و بمب‌های الکترومغناطیسی به میدان می‌آیند. سالیان

دو ژول را در دو ثانیه گسیل می‌دارد. برخی از انواع لیزر، به‌ویژه مسافت‌یاب‌ها و هدف‌یاب‌های لیزری، انرژی را در مدت زمان بسیار کوتاهی گسیل می‌دارند (یک میلیارد ثانیه) و بنابراین توان‌های بالایی دارند. چگالی توان به‌صورت توان در واحد سطح (وات بر سانتی‌متر مربع) ۳ تعریف می‌شود که یکی از شاخص‌های اساسی در تعیین آثار لیزر بر اجسام و نیز اعضای بدن مثلاً چشم است [۳].

### واگرایی لیزر

واگرایی لیزر عبارتست از میزان دورشدن پرتوهای لیزر در طول مسافت که به‌صورت یک زاویه بیان شده و واحد آن میلی‌رادیان است. به‌عنوان مثال اگر قطر پرتو در فاصله یک کیلومتر، یک متر افزایش یابد واگرایی آن یک میلی‌رادیان است.

### طبقه‌بندی لیزر

به‌طور کلی لیزرهای نظامی براساس قدرت در ایجاد آسیب‌های بیولوژی در چشم یا پوست طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱).

### تهدید ناشی از لیزر

#### الف) استفاده احتمالی

پیشرفت سریع علم لیزر منجر به استفاده روزافزون از افزارهای لیزری در نیروهای نظامی شده است. در حال حاضر، در جنگ‌های مدرن از لیزر جهت تعیین مسافت، هدف‌گیری، هدف‌یابی و تخریب هدف استفاده می‌شود. نیروهای نظامی مجهز به افزارهایی هستند که ممکن است به‌صورت اتفاقی منجر به کورشدن دائمی افراد گردند. همچنین ممکن است از لیزر به‌عنوان جنگ‌افزار سلاح‌های ضد نفر استفاده شود. چرا که با کاهش قدرت بینایی سربازان، موجب اختلال در کارایی نظامی آنان می‌گردد [۱].

#### ب) اثرات لیزر بر قدرت بینایی

لیزرها ممکن است موجب اختلال موقت یا دائم در یک یا هر دو چشم شوند. لیزر در سطوح پایین انرژی، به‌صورت موقت کارایی بینایی را به‌هنگام انجام وظایف حساس نظامی همچون

علامت است ولی لیزرهای قوی‌تر ممکن است سوختگی پوست نیز ایجاد نمایند. بنابراین نیروهایی که در رسته بهداری و خدمات درمانی انجام وظیفه می‌نمایند باید نسبت به انواع آسیب‌ها و مکانیسم ایجاد آنها آگاهی کامل داشته باشند و چگونگی برخورد و درمان مصدومین را بیاموزند تا پشتوانه‌ای قابل اتکا برای رزمندگان به شمار آیند.

### اطلاعات فنی لیزر

کلمه لیزر به معنی تشدید نور به‌وسیله گسیل تحریک‌شده پرتو می‌باشد.

لیزر در واقع پرتو نوری شدید، باریک و تک رنگ است. شاخص‌های کلیدی لیزر عبارتند از: طول موج، چگالی توان و واگرایی پرتو. اثرات ناشی از پرتو لیزر به دوز مواجهه بستگی دارد؛ هر چه دوز مواجهه بیشتر باشد، اثرات حاصله شدیدتر است. لیزر انرژی تابشی را به چند صورت گسیل می‌کند:

- ۱- موج پیوسته (CW) مثل لامپ الکتریکی معمولی
- ۲- تک‌ضربانی (pulse) با مدت کوتاه مثل فلاش عکاسی
- ۳- تکرار ضربان‌های کوتاه (ضربانی مکرر)

### طول موج لیزر

به‌طور کلی پرتو حاصل از لیزر می‌تواند در محدوده فرابنفش، مرئی، مادون قرمز نزدیک مادون قرمز دور قرار گیرد. طول موج پرتو به نوع لیزر بستگی دارد؛ به‌عنوان مثال، پرتو حاصل از لیزر دی اکسید کربن در محدوده مادون قرمز دور (طول موج ۱۰/۶ میکرومتر) قرار دارد. در حالی که پرتو لیزر یاقوت در محدوده نور مرئی (قرمز) است. طول موج لیزر یکی از شاخص‌های مهم در تعیین آثار لیزر بر اجسام یا اعضای بدن مانند چشم است.

### توان لیزر و چگالی توان

توان گسیل‌شده از لیزر به‌صورت واحدهای انرژی در واحد زمان و تحت عنوان توان تشعشعی بیان می‌شود. واحد توان، وات (ژول بر ثانیه) می‌باشد. لیزر یک وات، یک ژول انرژی را در یک ثانیه، یا

1- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation  
2- Continuous wave  
3- Watts/cm<sup>2</sup>

جدول ۱: شمای طبقه بندی لیزر

طبقه	انرژی	خطرات
طبقه ۱	به طول موج بستگی دارد. مثلاً: لیزر پیوسته HeNe (۶۳۳ nm) کمتر از ۰/۰۰۶۸ mW	فاقد آسیب زایی بیولوژیک
طبقه ۲	به طول موج بستگی دارد. مثلاً: لیزرهای پیوسته نور مرئی (کمتر از ۱ m W)	حفاظت چشم به طور طبیعی با رفلکس بستن چشم‌ها تامین می‌شود. خطرات آن همانند خطر نگاه کردن به پروژکتور یا خورشید است.
طبقه ۳	لیزرهای پیوسته یا ضربانی مکرر: نباید از ۰/۵W برای ۰/۲۵S بیشتر شود. لیزرهای ضربانی، نباید از ۱۲۵ G / ۰/۲۵S در مدت بیشتر شود.	نگاه مستقیم به پرتو خطرناک است. بازتاب منتشر پرتو معمولاً خطری ندارد.
طبقه ۴	توان متوسط بیشتر از ۰/۵ W لیزرهای ضربانی: بیشتر از ۰/۱۲۵J در مدت ۰/۲۵S	نگاه مستقیم به پرتو خطرناک است. بازتاب منتشر ممکن است خطرناک باشد. ممکن است ایجاد آتش سوزی کند. ممکن است تشعشع پلاسما ایجاد کند.

## ۲- اثرات دایمی

تغییراتی که در بافت‌های چشمی به وجود می‌آید ممکن است به صورت‌های زیر باشد:

- آسیب‌های موضعی (نقطه‌ای) با محدوده مشخص در شبکیه
- آسیب‌های شبکیه توأم با خون‌ریزی به داخل زجاجیه
- سوختگی‌های شدید قرنیه

## اثرات پزشکی و علایم آسیب‌های ناشی از لیزر

آسیب زمانی رخ می‌دهد که انرژی لیزر به وسیله بافت‌های مختلف جذب شود. آسیب‌پذیرترین عضو بدن، چشم است (شکل ۱)، ولی اعضای دیگر همچون پوست نیز ممکن است دچار آسیب شوند. طول موج اشعه لیزر مشخص می‌نماید که انرژی در کدام بافت‌ها جذب می‌شود (شکل ۲). چگالی توان لیزر، میزان آسیب را تعیین می‌کند.

مواجهه یا حتی شک به مواجهه با لیزر ممکن است آثار ناگوار متعددی داشته باشد. این آثار عبارت از: مشکلات شدید بینایی، سوختگی‌های جلدی و واکنش‌های روان‌شناختی می‌باشند. همچنین پوست نسبت آسیب لیزر حساس است.

نشانه‌گیری یا پرواز با هواپیماهای جنگی را کاهش می‌دهد. در سطوح بالاتر انرژی، ممکن است لیزر موجب از بین رفتن دراز مدت بینایی شود و عملکردهای حساس نظامی همچون نقشه‌خوانی یا راندگی را غیرممکن سازد. علاوه بر این، سربازانی که تنها دچار آسیب‌های خفیف شده‌اند و یا حتی هیچ آسیبی ندیده‌اند نیز ممکن است با مشکلات روان‌شناختی جدی و در نتیجه ناکارآمدی در اجرای وظایف روبرو شوند. چنین واکنش‌های آسیب‌شناختی ممکن است در سایر سربازان واحدهایی که در آنها آسیب‌های لیزری گزارش شده است، نیز ایجاد شوند. این آسیب‌ها خلق و خو، نظم‌پذیری نیروها و توانایی کلی آنها جهت انجام مأموریت‌های محوله را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۴].

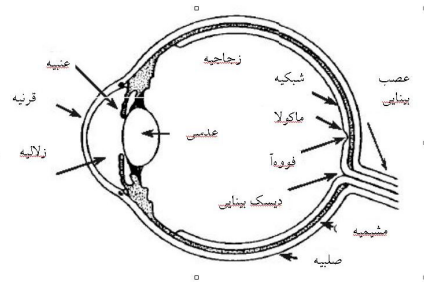
## ۱- اثرات موقتی

سوختگی پوست و قرنیه نشان‌دهنده احتمال به کارگیری لیزر مادون قرمز یا فرابنفش است. خون‌ریزی قابل توجه در شبکیه نشان می‌دهد که از پالس لیزر در محدوده مرئی یا مادون قرمز نزدیک طیف نور استفاده شده است. سوختگی‌های شبکیه به تنهایی و بدون خون‌ریزی قابل توجه احتمالاً مطرح‌کننده استفاده از لیزر مرئی به صورت پیوسته (continuous wave) است. لیزر مرئی در سطوح پایین‌تر مواجهه، ممکن است عملکرد بینایی را مادامی که منبع لیزر قابل رؤیت است، مختل کند. هنگامی که مواجهه با لیزر پایان می‌یابد، بینایی بدون ایجاد تغییرات قابل مشاهده در ساختار چشم به سمت طبیعی برمی‌گردد.

پایین مانند آن چه که در مسافت یابی مورد استفاده قرار می گیرد، ممکن است در فواصل نزدیک، تنها خطر کمی برای پوست ایجاد کنند ولی همین لیزرها حتی در فواصل دور خطرات قابل توجهی را برای چشم به وجود می آورند. در صورت استفاده از وسایل اپتیکی همچون دوربین های چشمی، میزان تجمع نور و در نتیجه چگالی پرتو باز هم افزایش می یابد که این امر ممکن است موجب افزایش محدوده ایجاد صدمات چشمی گردد [۲].

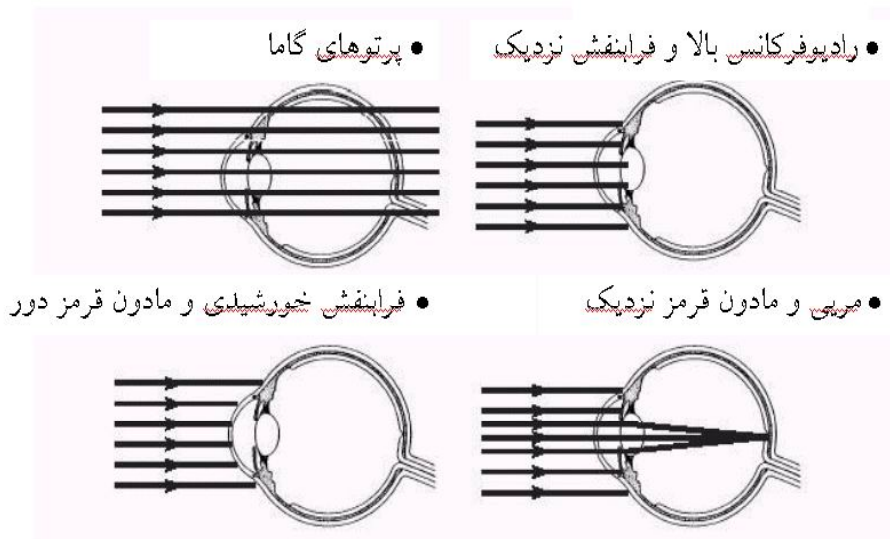
### آثار روان شناختی

جنبه های گوناگون تهدید لیزر، موجب ایجاد استرس بیشتری نسبت به سایر سلاح ها می شود. آسیب های ناشی از لیزر ممکن است به طور خاص استرس زا باشند. بینایی یکی از مهمترین راه های برقراری ارتباط با دنیای پیرامون است و از دست دادن بینایی و یا حتی احتمال آن ممکن است بسیار هراس انگیز باشد. پرتوهای لیزر می توانند با سرعت نور حرکت کنند. بیشتر انواع لیزر تنها در صورتی آسیب شدید ایجاد می کنند که فرد به منبع لیزر نگاه کند.



شکل ۱- ساختمان چشم

با این وجود، آستانه آسیب پذیری آن بسیار بالاتر از چشم می باشد. واکنش های روان شناختی ممکن است شدید باشند ولی آموزش می تواند به میزان قابل توجهی از شدت این واکنش ها بکاهد. چشم ها نسبت به آسیب لیزر بسیار حساس هستند. چون پرتو لیزر را متمرکز می کنند و موجب افزایش چگالی پرتو در سطح شبکیه می شوند. در مواجهه با لیزر مرئی یا مادون قرمز نزدیک، چگالی پرتو در سطح شبکیه ممکن است ۱۰۰,۰۰۰ برابر بیشتر از چگالی در سطح قرنیه یا پوست اطراف چشم باشد که علت این امر عملکرد تصویرسازی چشم است. گسیل لیزر اغلب واگرایی بسیار کمی دارد. به عبارت دیگر با افزایش فاصله، قطر پرتو تنها اندکی افزایش می یابد. بنابراین، اگر چه ممکن است، لیزرهای با توان



شکل ۲- طول موج اشعه لیزر مشخص می سازد که کدام ساختار انرژی را جذب می کند.

- پاسخ به استرس ناشی از یک سلاح جدید، مدرن و بی‌سر و صدا
- آموزش و آگاهی در مورد سلاح‌های لیزری
- دریافت خدمات درمانی به‌دنبال آسیب ناشی از لیزر

با دانستن این موضوع، به احتمال زیاد سربازان در انجام دیده‌بانی و هدف‌گیری دقیق کوتاهی می‌کنند. این حالت وقتی محتمل‌تر می‌شود که هم‌زمان وی در حین انجام چنین وظایفی دچار آسیب شده باشند. واکنش سربازان آسیب‌دیده و هم‌زمان آنها به عوامل زیربستگی دارد:

جدول ۲: علایم و نشانه‌ها، تشخیص و درمان آسیب‌های ناشی از لیزر

درمان و مداوا	تشخیص و سبب‌شناسی احتمالی (لیزر)	نشانه‌ها (یافته‌های معاینه)	علایم (گزارش بیمار)
<b>پوست و آسیب‌های قدامی چشم</b>			
نیازمند معاینه پزشک / پزشکیار* می‌باشد. به طریقه مناسب نیروها را منتقل کنید.	سوختگی شدید قرنیه یا پوست. (لیزر مادون قرمز، دوز بالا)	زخم قرنیه یا از بین رفتن بافت قرنیه، پارگی کره چشم، سوختگی پوست	افت شدید بینایی، درد شدید چشم، احساس سوزش پوست/صورت
<b>آسیب‌های شبکیه</b>			
نیاز به درمان ندارد. بازگشت به وظایف.	کوری موقتی ناشی از نور شدید. (لیزر با دوز پایین)	معاینه خارجی: طبیعی معاینه داخلی: طبیعی	افت موقتی بینایی. احساس نورهای درخشنده، بدون درد
نیاز به درمان ندارد بازگشت به وظایف در صورت توانایی عملکردی منتقل کنید.	سوختگی کوچک در شبکیه غیر از فووه بدون خونریزی یا با خونریزی ناچیز (لیزر مرئی یا مادون قرمز نزدیک، دوز پایین تا متوسطه)	معاینه خارجی: طبیعی معاینه داخلی: آسیب‌های شبکیه غیر از فووه	بدون اختلال دید یا نوع خفیف آن. لکه سیاه در گستره بینایی
نیازمند معاینه پزشک / پزشکیار می‌باشد.	سوختگی حول و حوش فووه، و یا خونریزی (لیزر مرئی یا مادون قرمز نزدیک، دوز متوسط)	معاینه خارجی: طبیعی معاینه داخلی: آسیب‌های فووه	دید مختل، لکه سیاه بزرگ در مرکز دید یا نزدیک به آن
نیازمند معاینه پزشک / پزشکیار می‌باشد.*	سوختگی فووه همراه با خونریزی ویتره یا زیر شبکیه (لیزر مرئی یا مادون قرمز نزدیک، دوز بالا)	معاینه خارجی: طبیعی معاینه داخلی: آسیب‌های فووه که ممکن است توسط خونریزی ویتره شود	اختلال شدید بینایی. لکه سیاه بزرگ در مرکز دید یا نزدیک به آن. اجسام شناور بزرگ در چشم. ممکن است خون ببیند.

\* اسپیرین خوراکی یا مسکن‌های داخل عضلانی ممکن است مطابق نیاز استفاده شوند. بی‌حس‌کننده‌های موضعی مثل تتراکائین هیچگاه تحویز نمی‌شوند، ولی ممکن است جهت راحتی معاینه، یک بار استفاده شوند. استفاده مکرر از بی‌حس‌کننده‌های موضعی می‌تواند به آسیب بیشتر قرنیه بانجامد.  
\*\* در موارد سؤال برانگیز می‌توان با اپتومتریست مشاوره نمود.

سایر انواع سوختگی حرارتی درمان می‌شود. در صورتی که چشم سوراخ نشده باشد، پماد آنتی‌بیوتیک بر روی آن قرار دهید و آن را پانسمان کنید. به‌علاوه بیمار باید آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف و مسکن‌های دارای اثرات سیستمیک دریافت نماید. احتمال آن که چشم به تنهایی آسیب دیده باشد، بسیار کم است، در صورتی که پلک‌ها، پوست صورت و سایر قسمت‌های بدن نیز آسیب‌دیده باشند این آسیب‌ها نیز باید درمان شوند.

### آسیب‌های شبکیه

در حال حاضر برای آسیب‌های شبکیه ناشی از لیزر، به جز انجام

## آسیب‌های ناشی از لیزر و درمان آنها

### استرس

درمان طبی واکنش‌های استرس در بیمارانی که دچار آسیب واقعی یا احتمالی ناشی از لیزر شده‌اند، همانند برخورد با استرس حاصل از سایر صدمات است. به بیمار اطمینان دهید که علایم وی با استراحت، تغذیه و بهداشت مناسب بهبود می‌یابد و انتظار می‌رود که به‌زودی به منطقه باز گردد.

### سوختگی

سوختگی‌های قرنیه و پوست ناشی از لیزر مادون قرمز دور همانند

علامت دیگر ممکن است درد باشد. در صورتی که سربازان اظهار نمایند که جرقه‌های درخشان نور را دیده‌اند یا دچار ناراحتی چشم و کاهش بینایی هستند و یا بدون علت مشخصی احساس حرارت می‌کنند، کارکنان پزشکی باید به مواجهه با لیزر مشکوک شوند. صدمات مشخصی همچون سوختگی قرنیه، آسیب و خون‌ریزی شبکیه، و سوختگی‌های پوستی به تشخیص قطعی کمک می‌کنند. آتش‌سوزی‌های خود به‌خودی و آسیب وسایل اپتیکی، شواهد دیگری از مورد به‌کارگیری سلاح‌های لیزری است.

### بررسی آسیب‌های احتمالی ناشی از لیزر

برای بررسی آسیب‌های احتمالی ناشی از لیزر باید معاینه فیزیکی دقیق به‌عمل آید. نیروی امدادگر باید به سرعت تعیین کند که آیا سرباز مورد معاینه می‌تواند به عملیات باز گردد یا باید جهت بررسی و یا درمان کامل‌تر به ایستگاه‌های امداد صحرایی منتقل شود (شکل ۳).

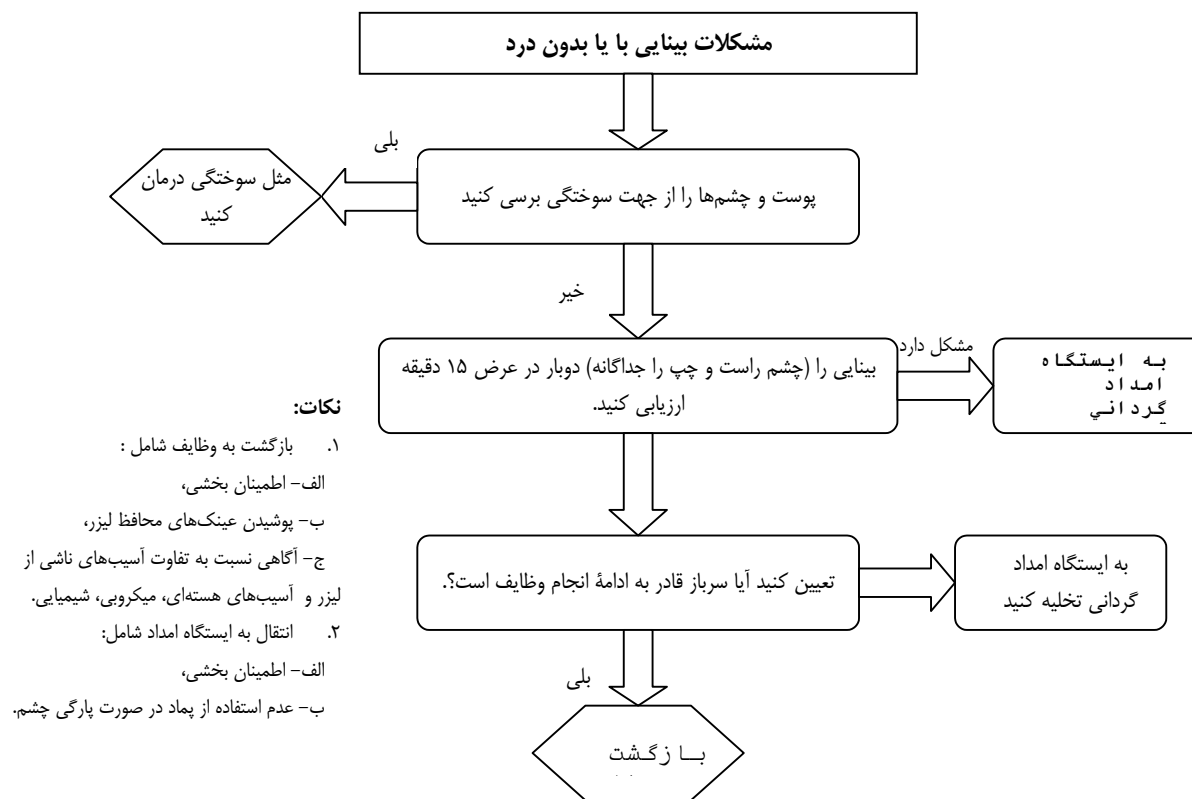
جراحی (ویترکتومی) در خون‌ریزی‌های شدید، درمان قطعی وجود ندارد. در صورت وجود احتمالی آسیب شبکیه باید بیمار توسط یک چشم‌پزشک معاینه شود. ویترکتومی شامل خارج کردن جسم و پتره (زجاجیه) و خون لخته شده در چشم است و تنها در شرایط بیمارستانی و توسط یک چشم‌پزشک متبحر باید انجام شود. در سوختگی‌های شبکیه نیازی به پانسمان چشم وجود ندارد. با انجام پانسمان و پوشاندن چشم، باقیمانده بینایی نیز از بیمار گرفته می‌شود و ناتوانی وی افزایش می‌یابد که خود مشکل بیمار را در نظر وی بیش از پیش بزرگ جلوه می‌دهد.

### آسیب‌های قرنیه

در مورد سوختگی‌های قرنیه، تنها باید چشم آسیب‌دیده را پس از گذاشتن پماد آنتی‌بیوتیک چشمی پانسمان نمود. در جدول ۲ خلاصه‌ای از علایم، نشانه‌ها، تشخیص و درمان آسیب‌های ناشی از لیزر آورده شده است [۱].

### امدادرسانی - علایم هشداردهنده

کاهش حدت بینایی علامت اصلی آسیب ناشی از لیزر است.

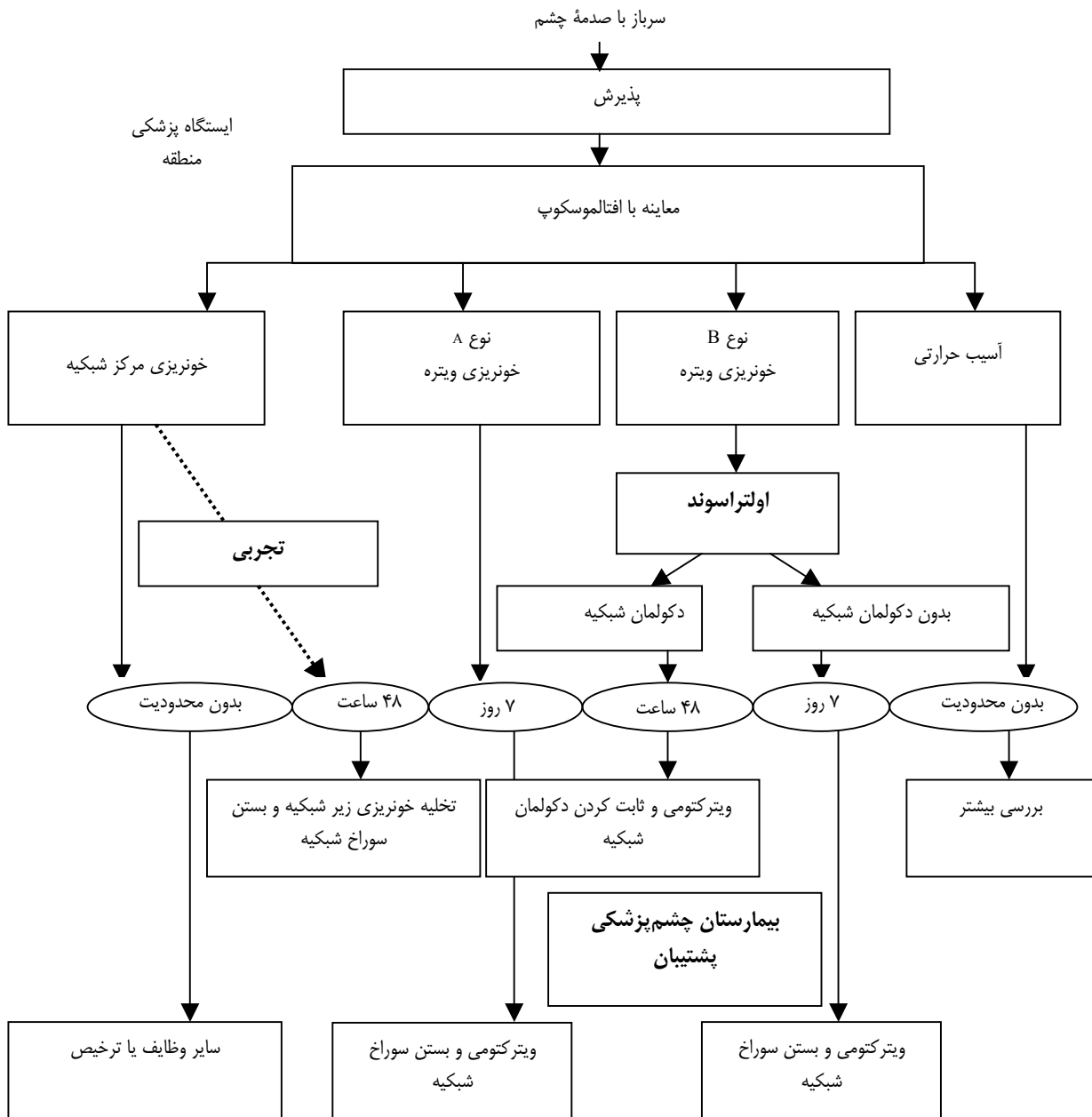


شکل ۳- الگوریتم ارزیابی آسیب ناشی از لیزر

جدول ۳: غرباگیری بینایی با آزمون ایدمن

نتیجه آزمون شبکه‌ آمسلمر			حدت بینایی
طبیعی	نقص جزئی	نقص عمده	
انتقال مصدوم	انتقال مصدوم	انتقال مصدوم	۲۰/۷۰ یا بدتر در یک یا هر دو چشم
بازگشت به وظایف	*	انتقال مصدوم	۲۰/۵۰ یا بهتر در هر دو چشم

\* اگر سرباز بیان می کند که قادر به انجام وظیفه است : بازگشت به وظایف  
 اگر سرباز اظهار می دارد که بینایی اش جهت انجام وظیفه کافی نمی باشد: انتقال مصدوم



شکل ۴- نحوه امداد رسانی پزشکی به سرباز با آسیب چشمی در الگوی صلیب سرخ

## غربالگری بینایی با آزمون ایدمن

آزمون غربالگری بینایی ایدمن، روشی ساده برای بررسی عملکرد بینایی توسط نیروهای امدادگر است (جدول ۳). آزمون شامل بررسی حدت بینایی در دید نزدیک، همانند چارت E یا اسنلن برای دید نزدیک و شبکهٔ آملر برای آزمون میدان بینایی (شکل ۴) می‌باشد

## انتقال مصدومین

عوامل مؤثر در تعیین این مسئله که آیا مصدوم می‌تواند صحنه نبرد را ترک کند یا خیر، عبارتند از: امکان خارج کردن نیروها از صحنه نبرد، شدت جنگ، نیازهای فنی و خود بیمار. ارزیابی عملکرد بینایی همراه با سایر یافته‌ها همچون خون‌ریزی، جهت تعیین وضعیت عملکردی نیروها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیروهای امدادی - مراقبتی باید نیاز به ارزیابی نیروها توسط یک پزشک یا پزشکیار (که شامل معاینهٔ با افتالموسکوپ می‌شود) را در نظر داشته باشند. بر اساس این اطلاعات می‌توان ضرورت خارج کردن بیماران از محل را تعیین کرد. انتقال مصدومین با آمبولانس صورت می‌گیرد و نیازی به انتقال هوایی بیماران وجود ندارد. شرایط موجود، سیاست را مشخص می‌کند. سازمان صلیب سرخ الگویی را در جهت چگونگی کمک‌رسانی به مصدومین با آسیب‌های چشمی ناشی از لیزر ارائه کرده است (شکل ۵). نوع A آسیب چشمی ضایعهٔ خارج فووه‌آ را مطرح می‌کند در حالی که نوع B به یک ضایعهٔ فووه‌آ اشاره دارد.

## پیشگیری از صدمات لیزر

عینک‌های محافظ لیزر از آسیب‌های چشمی ناشی از پرتوهای لیزر گسیل شده از منابع کم انرژی مانند (مسافت یاب‌ها و هدف یاب‌ها) جلوگیری می‌کنند. بعضی از این عینک‌ها از عبور طول موج‌های خاصی (شامل طول موج یک لیزر خاص) جلوگیری می‌کنند، در حالی که نور مرئی را از خود عبور می‌دهند. رنگ شیشه این

عینک‌ها ممکن است بینایی و کارکرد نظامی را در شرایط کم نور محیطی (شب، فلق، شفق) مختل کند. همچنین ممکن است پرتوهای لیزری با طول موج‌های دیگر از این عینک‌ها عبور کنند و بنابراین، با وجود استفاده از این عینک‌ها احتمال وجود آسیب‌های چشمی ناشی از لیزر را نمی‌توان رد کرد. باید دقت کرد که با توجه به نوع لیزر به کار رفته، عینک محافظ مناسب در اختیار نیروها قرار گیرد.

سربازان باید آگاهی‌های لازم را جهت حفاظت خود در برابر لیزر کسب کنند. لیزرهای کم انرژی مادون قرمز ممکن است موجب آسیب چشم و یا سوختگی پوست شوند. عدسی‌های شیشه‌ای یا پلاستیکی معمولی برای محافظت از چشم‌ها در برابر پرتوهای لیزر مادون قرمز دور، مانند لیزر CO<sub>2</sub> به کار می‌روند. مواجهه با لیزر مستلزم نگاه کردن به آن است؛ بنابراین اختفا، پوشش، یا خودداری از نگاه کردن به منبع شناخته شده یا احتمالی لیزر در پیشگیری از آسیب بسیار مؤثر است. شناخت لیزر تا حدی به کسب اطلاعات فنی در مورد آن، نیازمند است. با رایج شدن سلاح‌های لیزری در جنگ‌های مدرن، ممکن است سربازان به وجود آن به‌عنوان یک سلاح جنگی عادت کنند. از طرفی با افزایش آسیب‌های ناشی از لیزر، ترس سربازان از چنین آسیب‌هایی افزایش می‌یابد. به‌طور خلاصه اقدامات حفاظتی در برابر لیزر عبارتند از:

الف) استفاده از پوشش (اختفا)

ب) استفاده از عینک‌های محافظ، فیلترها، عینک‌های طبی یا آفتابی معمولی (که تنها محافظت ناچیزی به‌عمل می‌آورد) و پوشاندن تمام قسمت‌هایی که در معرض پرتو هستند.

## تقدیر و تشکر

از سرکار خانم افسانه خندابی که در ویرایش این مقاله مشارکت داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

## منابع

- 1- McKee CB, et al May (2000). The Medical NBC Battlebook. SACHPPM Tech Guide 244, chapter 6, P: 1-26
- 2- FM 8-50: Department of us Army (1990) Prevention and Medical Management of Laser Injuries. Introduction, P: 10-22

- 3- FM 71-2- department of us Army The Tank and mechanized intantry Battalion Task force (1998) Appendix D. Directed Energy Weapons, P: 10-12
- 4- Davide p. Deeter (2000). Textbook of Military Medicine, Part III, Volume 2, Chapter 15, Nonionizing Radiation, P: 27-159.