



سازمان انرژی اتمی ایران

مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور
دفتر امور حفاظت در برابر اشعه کشور

ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس III B یا IV

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387

شماره بازنگری: صفر

تاریخ اجرا: آذر ۱۳۸۷

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۰	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- هدف.....	۱
۲- دامنه کاربرد.....	۱
۳- تعاریف.....	۱
۴- مسئولیت‌ها.....	۳
۵- طبقه‌بندی لیزرها.....	۴
۶- حدود پرتوگیری.....	۴
۷- وظایف و مسئولیت‌ها در مراکز کار با لیزرهای کلاس IIIB و IV.....	۵
۸- اندازه‌گیری پرتوهای نوری لیزر و مقایسه نتایج حاصل با حدود پرتوگیری.....	۶
۹- نصب علائم هشدار و خطر.....	۷
۱۰- مقررات استقرار و نصب و کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIIB و IV.....	۸
۱۱- بازدید کنترلی از مراکز کار با لیزرهای صنعتی.....	۱۰
۱۲- مراقبت‌های پزشکی.....	۱۲
۱۳- سوانح.....	۱۲
۱۴- مستندات مرتبط.....	۱۴
۱۵- سوابق.....	۱۴
۱۶- تاریخچه.....	۱۵
پیوست ۱.....	۱۶
پیوست ۲.....	۱۷
پیوست ۳.....	۱۸
پیوست ۴.....	۲۰

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۱	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV

۱- هدف

این مدرک به منظور آگاهی از ضوابط کار با پرتوهای لیزر براساس قانون حفاظت در برابر اشعه ایران مصوب سال ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی و آیین نامه اجرایی آن مصوب سال ۱۳۶۹ هیات وزیران، اصلاحیه آیین نامه مصوب هیات وزیران مورخ ۱۳۸۶/۰۷/۱۵ و استاندارد ملی ایران "پرتوهای غیریونساز - حدود پرتوگیری" با کد ملی ۸۵۶۷، تهیه و تنظیم شده است.

۲- دامنه کاربرد

ضوابط تدوین شده در این مدرک باید در کلیه مراکز کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB و IV اجرا شود. رعایت این ضوابط در مراکز کاربرد لیزرهای کلاس I, II و IIIA اختیاری است.

۳- تعاریف

۱-۳ پرتو فرابنفش (ماوراء بنفش):

پرتو الکترومغناطیسی با طول موج‌های ۱۸۰ الی ۴۰۰ نانومتر می‌باشد.

۲-۳ پرتو فروسرخ (مادون قرمز):

پرتو الکترومغناطیسی با طول موج‌های ۷۸۰ نانومتر الی یک میلی‌متر می‌باشد.

۳-۳ پرتوکار لیزر:

مستخدم یا شخصی که با آموزش، آگاهی و تجربه‌ای کافی صلاحیت کار با لیزرهای کلاس IIB یا IV را ضمن حفاظت از خود در برابر پرتوهای آن دارد. این افراد در ناحیه‌ی تحت کنترل کار می‌کنند. پرتوکار لیزر باید گواهینامه معتبر شرکت در دوره آموزش حفاظت در برابر اشعه در مراکز کار با لیزرهای صنعتی را داشته باشد.

۴-۳ پرتوگیری:

عمل یا شرایط قراردادن یا قرارگرفتن در معرض تابش پرتو است. پرتوگیری را می‌توان به صورت پرتوگیری عادی یا بالقوه و یا به صورت پرتوگیری شغلی، پزشکی و مردم طبقه‌بندی نمود.

۵-۳ پرتوگیری شغلی:

پرتوگیری کارکنان به هنگام کار است.

۶-۳ پرتوگیری مردم:

پرتوگیری افراد جامعه ناشی از فعالیت‌های پرتوی و منابع مجاز است. پرتوگیری مردم شامل پرتوگیری شغلی و پزشکی نمی‌باشد.

۷-۳ پرتو لیزری:

به تمام پرتوهای الکترومغناطیسی که توسط یک سیستم لیزری در محدوده طول موج‌های ۱۸۰ نانومتر تا یک میلی‌متر تابش شود اطلاق می‌گردد.

صفحه: ۲ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۸-۳ پرتو مرئی:

پرتو الکترومغناطیسی که توسط چشم انسان قابل رویت باشد و طول موج آن بین ۴۰۰ و ۷۸۰ نانومتر می‌باشد.

۹-۳ پروانه اشتغال:

مجوزی است که بر مبنای ارزیابی ایمنی با رعایت مقررات و شرایط ویژه توسط واحد قانونی به متقاضی پروانه اشتغال اعطا می‌گردد.

۱۰-۳ تاییدیه:

در این مدرک، اجازه‌نامه‌کتبی که توسط شخص مسئول برای فعالیت‌های مجاز مرتبط با لیزر در مرکز تحت مسئولیت به افراد داده می‌شود.

۱۱-۳ چگالی (شدت) پرتو:

در یک نقطه نسبت توان تابیده شده به جزیی از یک سطح به مساحت آن جزء است و یکای آن در دستگاه بین المللی یکاها وات بر مترمربع است .

۱۲-۳ چگالی (شدت) موثر پرتو:

کمیتی است که با در نظر گرفتن حساسیت بدن به طول موج‌های مختلف توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود و یکای آن در دستگاه بین المللی یکاها وات بر مترمربع است :

$$E_{\text{eff}} = \sum E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot \Delta_{\lambda}$$

که در آن:

E_{λ} ، شدت پرتو در طول موج λ بر حسب وات بر متر مربع بر نانومتر؛

S_{λ} ، ضریب نسبی تاثیر پرتو در طول موج‌های مختلف بر بدن انسان (این ضریب واحد ندارد) و

Δ_{λ} ، فاصله دو طول موج متوالی که E_{λ} در آن دو طول موج اندازه‌گیری می‌شود و واحد آن نانومتر است.

۱۳-۳ حد:

مقداری از یک کمیت است که در شرایط و یا فعالیت‌های مشخص به کار رفته‌است و نباید از آن بیشتر شود.

۱۴-۳ رویداد:

هرگونه تغییر در عملکرد دستگاه یا شرایط محیط کار که منجر به افزایش میزان پرتوهای موجود در محیط اطراف لیزر به مقادیر بیش‌تر از شرایط عادی کار با لیزر گردد.

۱۵-۳ سانحه:

هرگونه رویداد یا خطا در کاربرد دستگاه لیزر که با روی دادن آن پرتوگیری حاضری در محل وقوع، از حدود پرتوگیری (مطابق بند ۶ این مدرک) بیش‌تر شود.

۱۶-۳ سیستم لیزری:

مجموعه ای از اجزا و قسمت‌های الکتریکی، مکانیکی و اپتیکی که تشکیل یک یا چند لیزر می‌دهند.

۱۷-۳ شخص مسئول:

شخص حقیقی است که واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی و نظارت بر کلیه امور مربوط به کار با اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.

۱۸-۳ طول موج:

مسافتی که موج در مدت یک دوره‌ی تناوب پیشروی می‌کند.

صفحه: ۳ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۱۹-۳ علامت هشدار یا خطر:

هر علامتی که روشن بودن سیستم لیزر را نشان می‌دهد نظیر یک نمایشگر نوری یا چراغ چشمک‌زن یا یک تابلو هشدار یا خطر.

۲۰-۳ فرکانس:

تعداد نوسانات موج الکترومغناطیسی متناوب در هر ثانیه است. یکای فرکانس هر تتر (Hz) است.

۲۱-۳ قانون و مقررات:

منظور قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب سال ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی، آیین نامه اجرایی آن مصوب سال ۱۳۶۹ هیات وزیران، اصلاحیه آیین نامه مصوب هیات وزیران مورخ ۱۳۸۶/۰۷/۱۵، استاندارد پرتوهای غیریونساز - حدود پرتوگیری با کد ملی ۸۵۶۷ و این مدرک می‌باشد.

۲۲-۳ کلید قطع خودکار:

یک قطعه یا یک مجموعه قطعه که در صورت فعال شدن آن، ارسال پرتو لیزر از منبع قطع می‌شود.

۲۳-۳ لیزر:

کلمه لیزر به معنی «تقویت نور از طریق تابش القایی پرتو» می‌باشد. در عمل لیزر وسیله‌ای است که یک باریکه نوری جهت‌دار، همگرا و شدید از طریق تابش القایی پرتو تولید می‌کند.

۲۴-۳ لیزر پالسی:

لیزری که انرژی را به صورت تک پالس یا چند پالس در مدت زمان کمتر یا مساوی ۰/۲۵ ثانیه ارسال می‌کند.

۲۵-۳ لیزر موج پیوسته:

لیزر با پرتو خروجی پیوسته در مدت زمانی بزرگتر از ۰/۲۵ ثانیه می‌باشد.

۲۶-۳ مردم:

تمام افرادی که با لیزر کار نمی‌کنند و یا علی‌رغم کار در مراکز کار با لیزر در ناحیه تحت کنترل کار نمی‌کنند.

۲۷-۳ مسئول فیزیک بهداشت:

شخص حقیقی است که واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی مسئولیت حفاظت در برابر اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.

۲۸-۳ ناحیه تحت کنترل:

ناحیه‌ای است که در صورت قرارگرفتن هر فرد در آن، باید کنترل صورت‌گیرد به نحوی که حفاظت لازم در برابر پرتوهای لیزرهای کلاس IIB و IV مراعات شود.

۲۹-۳ واحد قانونی:

براساس قانون حفاظت در برابر اشعه، واحد قانونی موظف به اجرای مقررات، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوطه می‌باشد. این مسئولیت‌ها از طرف سازمان انرژی اتمی ایران، به مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور به عنوان واحد قانونی تفویض شده است.

۴- مسئولیت‌ها

مسئولیت اجرای این ضوابط به عهده دارنده پروانه اشتغال در مراکز کار با لیزر است.

صفحه: ۴ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۵- طبقه‌بندی لیزرها

لیزرها براساس احتمال آسیب‌رسانی آن‌ها، طبقه‌بندی می‌شوند. لیزرهایی که طبقه یا کلاس آن‌ها بالاتر است، خطرناک‌ترند. لیزرها به پنج دسته کلی از نظر میزان خطرات تقسیم‌بندی می‌شوند.

لیزر کلاس I:

لیزرهایی هستند که در شرایط عادی کار نمی‌توانند به چشم آسیب برسانند. این لیزرها معمولاً لیزرهای بسته هستند و پرتو از آن‌ها به محیط ارسال نمی‌شود. قابل ذکر است که ممکن است درون یک لیزر کلاس I، لیزر خطرناک‌تری وجود داشته باشد که توانایی آسیب‌رسانی دارد. لذا با تغییر ساختمان فیزیکی لیزر، کلاس آن ممکن است تغییر کند.

لیزر کلاس II:

پرتو خروجی این لیزرها نور مرئی است و توان نور خروجی کمتر یا مساوی یک میلی‌وات است. این لیزرها به چشم آسیب نمی‌رسانند مگر آن‌ها که کسی عمداً به آن‌ها خیره شود. درغیراین‌صورت عکس‌العمل طبیعی چشم به نور مرئی و پلک‌زدن، چشم را در برابر نور لحظه‌ای آن‌ها حفاظت می‌کند.

کلاس IIIA:

لیزرهایی که توان نور خروجی آن‌ها بین یک و ۵ میلی‌وات است. این لیزرها معمولاً آسیب جدی به چشم نمی‌رسانند، مگر آن‌ها که نور آن‌ها با وسایل متمرکزکننده نور مانند دوربین دیده‌شود.

کلاس IIIB:

لیزرهای پیوسته‌ای که توان پرتو خروجی آن‌ها بین ۵ و ۵۰۰ میلی‌وات است یا لیزرهای پالسی که انرژی آن‌ها در مدت ۰/۲۵ ثانیه کمتر از ۰/۱۲۵ ژول است. لیزرهای کلاس IIIB برای چشم خطرناک هستند و نگاه کردن به پرتو مستقیم آن‌ها یا انعکاسات آینه‌ای پرتوهای آن‌ها می‌تواند به چشم آسیب جدی وارد کند.

کلاس IV:

لیزرهای پیوسته‌ای که توان نور خروجی آن‌ها بیشتر از ۵۰۰ میلی‌وات باشد و یا لیزرهای پالسی که انرژی تابشی آن‌ها در مدت ۰/۲۵ ثانیه از ۰/۱۲۵ ژول بیشتر باشد. این لیزرها بسیار خطرناکند. پرتو مستقیم آن‌ها یا انعکاسات آینه‌ای و حتی انعکاسات پراکنده پرتوی آن‌ها برای چشم خطر جدی محسوب می‌شود. پرتوهای این لیزرها می‌توانند به پوست نیز آسیب برسانند و یا سبب وقوع آتش‌سوزی شوند.

۶- حدود پرتوگیری

تاسیسات و تجهیزات لیزری در مراکز کار با لیزر باید به‌گونه‌ای استقرار یابند که حدود زیر برای پرتوگیری شغلی و پرتوگیری مردم رعایت شود.

۱-۶ حدود پرتوگیری شغلی:

حدود پرتوگیری شغلی برای پرتوکاران لیزر مطابق موارد زیر باید رعایت شود:

- در صورت برخورد پرتوی مستقیم لیزر به پوست یا چشم حدود پرتوگیری براساس مرجع ۵ تعیین و رعایت شود.
- در صورت قرار گرفتن پرتوکار لیزر در معرض پرتوهای پراکنده یا انعکاسات لیزر، حدود پرتوهای نوری براساس استاندارد ملی ایران با عنوان "پرتوهای غیریونساز- حدود پرتوگیری" با کد ملی ۸۵۶۷ باید رعایت شود.
- در صورت کار با لیزر گازکربنیک (CO₂) که پرتو مادون قرمز با طول موج ۱۰۶۰۰ نانومتر گسیل می‌کند، حد پرتو مساوی ۱۰۰۰ وات برمترمربع باید رعایت شود.

صفحه: ۵ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۲-۶ حدود پرتوگیری مردم:

مردم هرگز نباید در مسیر باریکه‌ی لیزر قرار گیرند. این افراد خارج از ناحیه تحت کنترل و در ناحیه آزاد قرار می‌گیرند و لازم است حدود پرتوهای نوری براساس استاندارد ملی ایران با عنوان "پرتوهای غیریونساز-حدود پرتوگیری" با کد ملی ۸۵۶۷ رعایت شود. در صورت وجود پرتوهای پراکنده یا انعکاسی لیزر گاز کربنیک (CO_2) لازم است چگالی پرتو در تمام نقاط ناحیه آزاد کمتر از ۱۰۰۰ وات بر متر مربع باشد.

۷- وظایف و مسئولیت‌ها در مراکز کار با لیزرهای کلاس IIB و IV

در مراکز کار با لیزرهای صنعتی باید مسئولیت‌ها و وظایف هر یک از کارکنان مشخص و مدون باشد. اهم وظایف دارنده‌ی پروانه، شخص مسئول، مسئول فیزیک بهداشت و کارکنان با لیزر به شرح زیر است.

۱-۷ وظایف و مسئولیت‌های دارنده‌ی پروانه:

- ۱-۱-۷ استفاده از لیزرها و تجهیزات لیزری استاندارد که از مجاری قانونی وارد کشور شده باشد و مجوزهای لازم هنگام ورود از امور حفاظت در برابر اشعه اخذ شده باشد (برای اطلاع از مشخصات لیزر استاندارد به قسمت ۱-۱۰ مراجعه شود)،
- ۲-۱-۷ اجرای قانون و مقررات و ضوابط این مدرک،
- ۳-۱-۷ تامین تجهیزات، امکانات و شرایط لازم جهت اجرای قانون و مقررات و برنامه‌ریزی آموزش پرتوکاران قبل از آغاز کار با پرتو و آزمایشات پزشکی پرتوکاران طبق ضوابط این مدرک،
- ۴-۱-۷ برنامه‌ریزی جهت اقدامات لازم در صورت وقوع سانحه، ثبت سوانح به وقوع پیوسته، تهیه گزارش سانحه، ارسال آن به واحد قانونی و پیش‌بینی اقدام لازم جهت جلوگیری از تکرار سانحه،
- ۵-۱-۷ با در نظر گرفتن وسعت مرکز و تعداد دستگاه‌های مستقر در آن، دارنده پروانه می‌تواند برخی از وظایف اجرایی خود را به افراد دیگری به عنوان "مسئول کار با دستگاه یا شخص مسئول" و "مسئول فیزیک بهداشت" واگذار نماید.

۲-۷ وظایف و مسئولیت‌های مسئول فیزیک بهداشت:

- ۱-۲-۷ بازدید کنترلی از کلیه قسمت‌های تحت نظارت خود، جهت حصول اطمینان از:
 - مشخص بودن کلاس هر لیزر،
 - مشخص بودن ناحیه تحت کنترل در ارتباط با لیزرهای کلاس IIB و IV و اجرای مقررات مربوطه،
 - موجود بودن دستورالعمل روش اجرایی کار با هر دستگاه و کاربرد آن توسط کاربران لیزر،
 - موجود بودن دستورالعمل روش اجرایی تنظیم یا سرویس یا تعمیر هر لیزر،
 - کفایت تجهیزات حفاظتی (عینک محافظ، پوشش پوست، پرده‌های محافظ و ...). در صورت عدم کفایت و یا عدم صحت این تجهیزات، اقدام نسبت به اصلاح یا تأمین آن‌ها (برای اطلاع از ویژگی‌های تجهیزات حفاظتی به پیوست ۴ مراجعه شود)،
 - کفایت علائم هشدار لازم روی دستگاه‌ها و در محیط (به بند ۹ مراجعه شود) و مراعات هشدارها توسط کارکنان،
 - انجام سرویس و تعمیرات توسط افراد مسئول تعیین‌شده برای این موارد و عدم انجام آن‌ها توسط اپراتورها و افراد دیگر و
 - بهره‌مند بودن کلیه کارکنان با لیزر از آموزش لازم و به کار بستن نکات آموزش داده شده؛

صفحه: ۶ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

- ۲-۲-۷ همکاری در تعیین و کنترل خطرات لیزرهای قسمت‌های تحت نظارت؛
- ۳-۲-۷ تدوین و به روز کردن راهنماهای کار با لیزر و نکات ایمنی که باید مراعات شود؛
- ۴-۲-۷ نگهداری آمار همه لیزرهای مورد استفاده، و اپراتورهای آن‌ها؛
- ۵-۲-۷ برنامه ریزی آموزش کلیه افرادی که با لیزر کار می‌کنند و نظارت بر اجرای آن؛
- ۶-۲-۷ شرکت در تدوین اقدامات مربوط به سوانح لیزری، ثبت سوانح و تهیه گزارش سانحه بلافاصله پس از بروز سانحه و ارسال یک نسخه از آن به واحد قانونی و
- ۷-۲-۷ برنامه‌ریزی مراقبت‌های پزشکی کارکنان لیزر و نظارت بر اجرای آن.

۳-۷ وظایف و مسئولیت‌های شخص مسئول:

- ۱-۳-۷ اطمینان از نصب و استقرار و کاربرد تجهیزات لیزری با رعایت مقررات بند ۱۰؛
- ۲-۳-۷ تعیین برنامه‌ی کاری اپراتورهای هر لیزر و نظارت بر کار با لیزر توسط آنان؛
- ۳-۳-۷ صدور تاییدیه برای پرتوکاران هر لیزر در مرکز تحت مسئولیت؛
- ۴-۳-۷ به‌اجرا گذاشتن توصیه‌های حفاظتی تعیین‌شده در راهنمای کار با لیزر و نظارت بر اجرای آن‌ها؛
- ۵-۳-۷ تنظیم دستورالعمل استاندارد کار با لیزر تحت نظارت؛
- ۶-۳-۷ آموزش روش صحیح کار با لیزر تحت نظارت به اپراتورهای آن لیزر؛
- ۷-۳-۷ حصول اطمینان از وجود برچسب مشخصات لیزر و مشخص‌بودن کلاس لیزر؛
- ۸-۳-۷ نصب علائم هشدار مناسب در نقاط تعیین‌شده؛
- ۹-۳-۷ تعیین ناحیه تحت کنترل.

۴-۷ وظایف و مسئولیت‌های کارکنان با لیزر:

- ۱-۴-۷ مراعات دستورالعمل‌های کار با لیزر؛
- ۲-۴-۷ اطلاع دادن فوری وقوع سانحه به شخص مسئول و مسئول فیزیک بهداشت؛
- ۳-۴-۷ رعایت مقررات حفاظت در برابر اشعه براساس دستورالعمل‌های موجود در محل کار؛
- ۴-۴-۷ به‌کاربردن صحیح تجهیزات حفاظت شخصی براساس اعلام مسئول فیزیک بهداشت.

۸- اندازه‌گیری پرتوهای نوری لیزر و مقایسه نتایج حاصل با حدود پرتوگیری

هدف از اندازه‌گیری پرتوهای اطراف یک لیزر، حصول اطمینان از رعایت حدود پرتوگیری است. همچنین تعیین مرزهای منطقه تحت کنترل با اندازه‌گیری این پرتوها انجام می‌شود. در اندازه‌گیری پرتوهای نوری لیزر موارد زیر باید رعایت شود:

- ۱-۸ اندازه‌گیری پرتوهای لیزر باید توسط مسئول فیزیک بهداشت صورت گیرد. در صورتی که مسئول فیزیک بهداشت تجهیزات اندازه‌گیری لازم را در اختیار ندارد، اندازه‌گیری می‌تواند توسط شرکت‌هایی که پروانه اشتغال به کار با لیزرهای صنعتی جهت کنترل کیفی تجهیزات لیزری یا ارایه‌ی خدمات دریافت کرده‌اند، و پروانه‌ی آن‌ها معتبر است انجام شود.
- ۲-۸ پس از نصب لیزرهای کلاس IIB و IV جدید و قبل از شروع روال عادی کار آن‌ها اندازه‌گیری پرتوهای نوری لیزر باید انجام شود و نتیجه با حدود مقایسه شود.
- ۳-۸ پس از تعمیر، افزایش در توان تشعشع و یا تغییر شرایط کار لیزرها یا حفاظ‌های موجود که ممکن است سبب شود شرایط پرتو خروجی لیزر تغییر کند، باید اندازه‌گیری انجام شود.

صفحه: ۷ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

- ۴-۸ در مواقعی که حفاظ لیزر آسیب دیده است یا به طور موقت برداشته شده است، اندازه‌گیری باید صورت گیرد.
- ۵-۸ اندازه‌گیری پرتوهای نوری در اطراف لیزرهای کلاس IIB و IV که مسیر باریکه از هر طرف مسدود نیست، باید به صورت دوره‌ای حداقل هر ماه یکبار تکرار شود.
- ۶-۸ دستگاه(های) اندازه‌گیری مورد استفاده باید برای اندازه‌گیری مورد نظر مناسب باشد یعنی قادر به اندازه‌گیری در طول موج نور لیزر باشد و نیز دستگاه‌های اندازه‌گیری باید کالیبره باشند و گواهی معتبر کالیبراسیون آن‌ها موجود باشد.
- ۷-۸ در هر اندازه‌گیری، مشخصات کامل لیزر و پرتو آن (از قبیل طول موج، توان، انرژی هر پالس، مدت هر پالس، شدت مؤثر پرتو، محل اندازه‌گیری و ...) در هر محل کاری جهت انطباق کامل با حدود باید ثبت شود.
- ۸-۸ داشتن تجهیزات اندازه‌گیری پرتو برای مراکزی که با لیزرهای بسته کار می‌کنند الزامی نیست.
- ۹-۸ مراکزی که در آن‌ها به هر دلیل لیزرهای باز (باریکه به طور کامل مسدود نشده است) مورد استفاده قرار می‌گیرد، لازم است تجهیزات لازم جهت اندازه‌گیری شدت مؤثر پرتوهای نوری انعکاسی یا پراکنده را در اختیار داشته باشند.
- ۱۰-۸ مراکز تولید لیزر، تعمیر یا کنترل کیفی آن، لازم است علاوه بر تجهیزات لازم جهت اندازه‌گیری شدت مؤثر پرتوهای نوری انعکاسی یا پراکنده، تجهیزات اندازه‌گیری توان پرتوی خروجی لیزر را نیز در اختیار داشته باشند تا قادر به کنترل کلاس لیزر باشند.
- ۱۱-۸ پس از اندازه‌گیری پرتوهای نوری لیزر لازم است نتایج حاصل با حدود پرتو براساس بند ۶ مقایسه شود و در صورتی که برخی از نتایج یا همه‌ی آن‌ها بالاتر از حد باشند، نسبت به حفاظ‌گذاری مناسب و یا تعیین تجهیزات حفاظت شخصی لازم اقدام شود.

۹- نصب علائم هشدار و خطر

علائم هشدار یا خطر باید روی دستگاه‌های لیزر و نیز در مرزها و داخل نواحی تحت کنترل نصب شود. اطلاعات لازم در مورد علائم هشدار و خطر در پیوست ۲ آمده است.

۱-۹ نصب علائم هشدار و خطر در نواحی مختلف:

- علامت "هشدار" باید در ورودی تمام ناحیه‌های تحت کنترل نصب شود، عبارت "خطر پرتوگیری- ورود افراد متفرقه ممنوع" نیز باید در زیر علامت فوق قرار گیرد.
- علامت "خطر" باید داخل ناحیه‌ی تحت کنترل نصب شود و زیر آن تجهیزات حفاظتی لازم جهت استفاده در این ناحیه ذکر گردد.
- علائم نصب شده باید کاملاً واضح و در معرض دید باشند.

۲-۹ نصب علائم هشدار یا خطر روی دستگاه‌ها:

- برای نصب علائم هشدار یا خطر روی دستگاه‌ها موارد زیر باید رعایت شود:
- علامت "هشدار" باید روی همه‌ی لیزرهای کلاس IIB و IV که مسیر باریکه‌ی آن‌ها کاملاً مسدود است، چسبانده شود.
 - علامت "خطر" باید روی همه‌ی لیزرهای کلاس IIB و IV که مسیر باریکه‌ی آن‌ها کاملاً مسدود نیست، چسبانده شود.

صفحه: ۸ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۱۰- مقررات استقرار و نصب و کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB و IV

۱-۱۰ مقررات کلی

در مراکز کار با لیزرهای صنعتی لازم است موارد زیر رعایت شود:

- ۱-۱۰-۱ کلیه مراکزی که اقدام به تولید، تعمیر، کنترل کیفی، نصب یا کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV می‌نمایند لازم است براساس ضوابط دریافت پروانه اشتغال با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV، نسبت به اخذ پروانه اشتغال به کار با لیزر از واحد قانونی اقدام نمایند.
- ۱-۱۰-۲ کلاس لیزرهایی که از سال ۱۹۷۶ به بعد تولید شده‌اند باید مشخص باشد و توسط سازنده روی برچسب مشخصات لیزر ثبت شده باشد. در مورد لیزرهایی که قبل از تاریخ فوق تولید شده‌اند، کلاس لیزر باید در محل کاربرد براساس ویژگی‌های بند ۵ تعیین و روی برچسب مشخصات ثبت شود.
- ۱-۱۰-۳ لیزرهای مورد استفاده باید استاندارد باشند. یک لیزر استاندارد باید حداقل دارای شرایط زیر باشد:

- برچسب مشخص کننده کلاس لیزر، طول موج نور آن و توان پرتو خروجی؛
- کتاب راهنما که روش صحیح کار با لیزر در آن آمده باشد؛
- قفل ایمنی (به خصوص برای لیزرهای کلاس IIB و IV) به نحوی که بتوان در شرایط عدم استفاده از لیزر آن را قفل کرد و سوئیچ را خارج نمود تا افراد غیرمسئول قادر به روشن کردن لیزر نباشند؛
- نمایشگر مشخص کننده روشن یا خاموش بودن لیزر؛
- کلید قطع خودکار، تا در صورت باز شدن حفاظ لیزر و احتمال پرتوگیری افراد، تابش پرتو لیزری به طور خودکار قطع شود؛
- علامت روی محل خروج نور لیزر، تا معلوم باشد که مسیر خروجی پرتو لیزری چیست و علامت هشدار مناسب.

۱-۱۰-۴ برنامه مراقبت‌های پزشکی لازم است براساس بند ۱۲ تنظیم و برای کلیه پرتوکاران اجرا شود.

۲-۱۰ مقررات استقرار و نصب:

هنگام نصب و استقرار تجهیزات لیزری کلاس IIB و IV باید روش‌های مختلف کنترل پرتوهای لیزری جهت جلوگیری از پرتوگیری بالاتر از حد کارکنان و سایر افراد با اشعه‌ی لیزر و نیز پیش‌گیری از آسیب دیدن افراد در اثر خطرات غیرنوری لیزر به کار رود. روش‌های کنترلی به سه نوع تقسیم می‌شوند و عبارتند از:

- کنترل‌های مهندسی،
- کنترل‌های اجرایی و
- وسایل حفاظت شخصی.

استفاده از کنترل‌های مهندسی در محدودسازی پرتوگیری افراد نسبت به دو روش دیگر در اولویت قرار دارد. در صورتی که اعمال کنترل‌های مهندسی برای کاهش پرتوگیری افراد به زیر حد کفایت نکند، باید از کنترل‌های اجرایی استفاده شود و در آخرین مرحله و در صورت ضرورت لازم است از وسایل حفاظت شخصی مانند عینک محافظ استفاده شود.

صفحه: ۹ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۱-۲-۱۰ کنترل‌های مهندسی

حفاظ بیرونی لیزر (Laser Housing): لیزرها حتی‌الامکان باید دارای پوشش خارجی باشند که به‌عنوان حفاظ عمل می‌کند و مانع خارج شدن پرتو لیزر به محیط می‌شود. حفاظ بیرونی لیزرهای کلاس IIB و IV باید دارای کلید قطع خودکار باشد، به‌نحوی که با باز شدن حفاظ تابش پرتو لیزر به‌صورت خودکار قطع شود. در صورتی که باز کردن حفاظ بیرونی لیزر یا برداشتن آن ضرورت یابد، برای کاهش پرتوگیری لازم است روش‌های اجرایی به کار رود.

کنترل مسیر باریکه لیزر: هنگام استقرار لیزر مسیر باریکه لیزر باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که: در ارتفاع محل قرارگرفتن چشم افراد در حالت ایستاده یا نشسته قرار نگیرد؛

- حتی‌الامکان محل استقرار لیزر ثابت باشد، به‌نحوی که در حین تنظیم لیزر یا کار با آن مسیر باریکه تغییر نکند؛
- به سمت درها یا پنجره‌ها تابانده نشود؛
- اطراف پرتو حتی‌الامکان با حفاظ‌های نسوز مناسب پوشانده و بسته شود؛
- در پایان مسیر مفید پرتو، با مانع جاذب از ادامه‌ی مسیر پرتو ممانعت شود و
- در صورت برخورد به سطوح احتمالی با استفاده از پوشش‌های جذب‌کننده پرتو از انعکاس پرتو ممانعت شود.

۲-۲-۱۰ کنترل‌های اجرایی

در صورتی که لیزرهای کلاس IIB و IV بدون حفاظ بیرونی روشن شوند، لازم است ناحیه‌ی تحت کنترل مشخص شود. در ناحیه‌ی تحت کنترل، احتمال قرارگرفتن افراد در معرض پرتوهای نوری بالاتر از حدود تعیین‌شده در بخش ۶ وجود دارد. در اغلب موارد دیوارها، سقف و کف اتاقی که لیزر در آن قرار دارد مرزهای این ناحیه محسوب می‌شوند.

اقداماتی که در ناحیه تحت کنترل برای لیزرهای کلاس IIB باید رعایت شود عبارتند از:

- مسیر تردد به ناحیه تحت کنترل حتی‌الامکان یگانه باشد تا کاملاً قابل کنترل باشد.
- در مرزهای ناحیه تحت کنترل و داخل آن علائم هشدار و خطر مناسب نصب شود؛
- ورود به این ناحیه برای همگان مجاز نباشد و تنها برای افراد دارای تاییدیه مجاز باشد؛
- از خروج پرتوی مستقیم یا انعکاس یافته لیزر به خارج از این ناحیه جلوگیری شود؛
- سطوح منعکس‌کننده در نزدیکی مسیر باریکه لیزر نباشد؛
- فقط افراد آموزش‌دیده و دارای تاییدیه با لیزر کار کنند؛
- یک نفر به‌عنوان مسئول فیزیک بهداشت بر مراعات مقررات ورود به ناحیه و کار در آن نظارت داشته‌باشد و
- همه‌ی پنجره‌ها با پوشش مناسب پوشانده شود، به‌نحوی که بیرون از آن‌ها حدود پرتو رعایت شود.

اقداماتی که در ناحیه تحت کنترل برای لیزرهای کلاس IV باید رعایت شود عبارتند از

- همه‌ی موارد مربوط به ناحیه‌ی تحت کنترل لیزر کلاس IIB و

صفحه: ۱۰ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس III B یا IV
	بازنگری: صفر	

- در ورودی باید دارای کلید قطع خودکار باشد تا در صورت باز شدن آن، تابش لیزر قطع شود. در غیر این صورت باید از بیرون در ورودی، وارد شدن به ناحیه تحت کنترل باشد به نحوی که فقط افراد دارای تاییدیه بتوانند با داشتن تجهیزات حفاظتی کافی وارد شوند.
- افراد متفرقه‌ای که ضرورتاً وارد این ناحیه می‌شوند (برای بازدید، نظافت و ...) باید با همراهی پرتوکار دارای تاییدیه وارد ناحیه شوند. ضمناً لازم است قبل از ورود به ناحیه اطلاعات کافی در مورد ریسک‌های موجود در ناحیه به این افراد داده شود.
- برای کار با هر نوع لیزر باید دستورالعمل وجود داشته باشد. این دستورالعمل باید در دسترس شخص مسئول و مسئول فیزیک بهداشت باشد و نیز در محل کار موجود باشد و مورد استفاده کارکنان با هر لیزر قرار گیرد. این دستورالعمل باید شامل موارد زیر باشد:
 - مشخصات لیزر؛
 - روش‌های کنترلی و حفاظتی؛
 - وسایل حفاظت شخصی مورد نیاز (برای اطلاع از مشخصات عینک محافظ به پیوست ۴ مراجعه شود)؛
 - مقررات روشن و خاموش کردن لیزر؛
 - روش انجام کار با لیزر؛
 - اقدامات لازم هنگام بروز سانحه؛
 - روش حفظ و نگهداری لیزر و
 - خطرات متفرقه کار با لیزر.

۱۰-۲-۳ وسایل حفاظت شخصی

افراد جهت ورود به ناحیه تحت کنترل باید از تجهیزات حفاظتی تعیین شده (عینک مخصوص و احتمالاً پوشش پوست) استفاده کنند. (اطلاعات بیشتر در مورد تجهیزات حفاظتی در پیوست ۴ آمده است).

۱۰-۲-۴ کنترل خطرات متفرقه‌ی لیزر

در مراکز کار با لیزرهای صنعتی کلاس III B و IV علاوه بر پرتوهای نوری و خطرات آنها خطرات دیگری نیز وجود دارد. اقدامات ممکن برای کاهش تعدادی از این خطرات در پیوست ۳ آمده است.

۱۱- بازدید کنترلی از مراکز کار با لیزرهای صنعتی

پس از نصب و استقرار لیزرهای صنعتی کلاس III B و IV لازم است مسئول فیزیک بهداشت طبق یک برنامه‌ی مدون از قسمت‌های تحت کنترل بازدید کند و نتایج به دست آمده را ثبت نماید.

۱۱-۱ مقررات بازدید کنترلی

در بازدیدهای کنترلی رعایت موارد زیر الزامی است.

۱۱-۱-۱ در بازدیدهای کنترلی که از مراکز کار با لیزرهای صنعتی کلاس III B و IV که مسیر باریکه‌ی لیزر از همه طرف مسدود شده است، انجام می‌شود، معمولاً اندازه‌گیری پرتوهای نوری موجود در محیط ضرورت ندارد؛

صفحه: ۱۱ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۲-۱-۱۱ در بازدیدهای کنترلی که از مراکز کار با لیزرهای صنعتی کلاس IV انجام می‌شود، در صورت بازبودن مسیر باریکه‌ی لیزر و وجود پرتوهای پراکنده یا انعکاسی در محیط، لازم است پرتوهای نوری موجود در محل استقرار کارکنان یا محل‌های تردد آنان اندازه‌گیری شود.

۳-۱-۱۱ تحت هرشرایطی چنانچه احتمال خروج پرتوهای نوری لیزر به خارج از ناحیه‌ی تحت کنترل (ناحیه‌ی آزاد) وجود دارد، لازم است اندازه‌گیری پرتوهای نوری در نقاطی که احتمال دارد افراد در آن‌ها قرار گیرند، انجام شود.

۴-۱-۱۱ در بازدید کنترلی از محل استقرار دستگاه یا مجموعه مولد پرتوهای لیزری باید

- صحت عملکرد تمام کلیدهای قطع خودکار تست شود و کنترل شود که در حال کار باشند؛
- نصب صحیح و خوانا بودن علائم هشدار و یا خطر و برچسب‌ها کنترل شود و
- در مراکز کاربرد لیزرهایی که با ولتاژ بیش‌تر از ۱۵ کیلوولت کار می‌کنند، وجود پرتوی ایکس در نزدیکی دستگاه بررسی شود. توضیحات بیشتر در این مورد در پیوست ۱ آمده است.
- در مراکز کاربرد لیزرهایی که در سیستم داخلی آن‌ها منابع رادیویی وجود دارد، تابش پرتوی رادیویی در نزدیکی دستگاه بررسی شود. توضیحات بیشتر در این مورد در پیوست ۳ آمده است.
- صحت و کفایت انجام اقدامات و کنترل‌های اجرایی مطابق بند ۲-۲-۱۰ بررسی شود.
- صحت و کفایت اقدامات به عمل‌آمده جهت کنترل خطرات متفرقه‌ی لیزر (پیوست ۳) بررسی شود.

۲-۱۱ ثبت نتایج و ارایه توصیه‌ها

در هر اندازه‌گیری یا بازدید کنترلی اطلاعات و نتایج زیر باید ثبت و نگهداری شود:

- نام بازدیدکننده، تاریخ اندازه‌گیری، نام و سازمان متبوع شخصی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد (اگر این شخص همان مسئول فیزیک بهداشت نباشد)، مدل و شماره سریال و تاریخ کالیبراسیون دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری؛
 - تعداد و نوع و مشخصات دستگاه‌های پرتوساز در ناحیه مورد بررسی، محل‌های اندازه‌گیری نسبت به لیزرهای موجود در محل و مقادیر اندازه‌گیری‌شده؛
 - سایر اطلاعاتی که می‌تواند مفید باشد مانند نقشه محل استقرار تاسیسات، عکس، بروشور دستگاه‌ها و ...
- پس از بررسی نتایج حاصل از بازدید کنترلی لازم است اقدامات زیر صورت گیرد:
- تعیین موارد نقص؛
 - ارایه‌ی توصیه‌های ایمنی شامل تغییرات لازم در مرزهای ناحیه‌های تحت کنترل، یا تغییرات لازم در حفاظ‌گذاری، تغییر محل استقرار دستگاه‌ها، اصلاح روش کار با دستگاه توسط شخص مسئول کار با دستگاه براساس نتایج اندازه‌گیری و
 - در صورت نیاز به اقدامات اصلاحی، لازم است زمان بازدید کنترلی یا ارزیابی مجدد برای بررسی اعمال و تاثیر اقدامات فوق تعیین شود.

صفحه: ۱۲ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۱۲ - مراقبت‌های پزشکی

منظور از مراقبت‌های پزشکی آزمایشات و معاینات خاصی است که باید از افرادی که با لیزر کار می‌کنند به عمل آید.

۱-۱۲ چشم

- معاینه چشم برای افرادی که با لیزرهای کلاس IIB یا IV کار می‌کنند، باید در شرایط زیر انجام شود:
- هنگام استخدام و در شروع کار با لیزر، برای حصول اطمینان از این که شخص مجاز به کار با لیزر است. ضمناً شرایط سلامت عمومی شخص باید کنترل شود تا اطمینان حاصل شود که شخص مبتلا به بیماری خاصی که احتمال تأثیر گذاشتن بر چشم را دارد، نباشد.
 - هنگام خاتمه دوره کار با لیزر؛
 - در صورت بروز سانحه و پرتوگیری یا هر زمانی که احتمال می‌رود شخص پرتوگیری کرده‌است و
 - در صورت آسیب دیدن جدی چشم.

۲-۱۲ پوست

در مورد پوست، فقط در صورت بروز سانحه و پرتوگیری، لازم است به متخصص پوست مراجعه شود و ضایعات احتمالی بررسی و درمان گردد.

۱۳ - سوانح

در صورت بروز سانحه یا رویداد به هر شکل در مراکز کار با لیزر، اعم از سوانحی که منجر به پرتوگیری افراد می‌شود و یا رویدادهایی که بدون پرتوگیری حاد روی می‌دهد، لازم است وقوع آن بلافاصله به مسئول فیزیک بهداشت اطلاع داده شود. مسئول فیزیک بهداشت باید بلافاصله نسبت به اعزام افراد آسیب‌دیده به پزشک و تهیه گزارش سانحه اقدام نماید.

۱-۱۳ اعزام افراد آسیب دیده به پزشک

- چنانچه پوست و چشم پرتو دیده هر دو آسیب دیده باشند، لازم است اقدامات زیر انجام شود:
- عدم استفاده از پمادهای سوختگی و غیره برای شخص پرتو دیده قبل از مراجعه به پزشک؛
 - در صورت امکان استفاده از کمپرس آب سرد (یخ) بدون تماس با پوست یا چشم برای کاهش درد شدید ناشی از پرتوگیری؛
 - قرار دادن مراجعه شخص به چشم پزشک در اولویت، از آنجایی که آسیب‌های چشمی معمولاً دردناک‌تر و جدی‌تر از آسیب‌های پوستی است و
 - برای بررسی آسیب‌های احتمالی مراجعه به متخصص طب کار.

۲-۱۳ تهیه گزارش سانحه

مسئول فیزیک بهداشت لازم است نسبت به تهیه گزارش سانحه اقدام نماید. یک نسخه از گزارش سانحه باید در بایگانی نگهداری شود. مسئول فیزیک بهداشت باید یک نسخه از گزارش را که به تایید شخص مسئول رسیده است، بلافاصله به واحد قانونی ارسال نماید.

گزارش سانحه باید شامل موارد زیر باشد:

- تاریخ و زمان و مکان وقوع سانحه؛
- مشخصات دستگاهی که سانحه در ارتباط با آن روی داده است؛
- اسامی و مشخصات افرادی که در محل حضور داشته‌اند؛
- نحوه وقوع سانحه؛

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۱۳	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

- اسامی و مشخصات افرادی که پرتوگیری کرده‌اند و شرایط پرتوگیری آنان؛
- اقداماتی که پس از وقوع سانحه صورت گرفته است و
- مدارک پزشکی افراد آسیب دیده (افرادی که احتمالاً پرتوگیری کرده‌اند).

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۱۴	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

۱۴- مستندات مرتبط

- ۱- قانون حفاظت در برابر اشعه و آیین نامه اجرایی آن و اصلاحیه آیین نامه مصوب هیات وزیران مورخ ۱۳۸۶/۰۷/۱۵
- ۲- استاندارد ملی ایران " پرتوهای غیریونساز - حدود پرتوگیری " کد ملی ۸۵۶۷
- ۳- ضوابط دریافت پروانه اشتغال در مراکز کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB و IV، آخرین ویرایش
- ۴- ضوابط کار با پرتوهای رادیویی و مایکروویو، آخرین ویرایش
- 5- Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 1000 μm , ICNIRP, "1996
- 6- Laser Safety Training Guide, [http://web.rinceton.edu/sites/eth/laser guide](http://web.rinceton.edu/sites/eth/laser%20guide), 2008

۱۵- سوابق

مورد ندارد.

صفحه: ۱۵ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

۱۶- تاریخچه

ردیف	تغییر از ویرایش ... به ویرایش ...	شرح تغییرات (صفحه/پاراگراف/تغییر)	تاریخ اجرا

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۱۶	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

پیوست ۱- پرتو ایکس

عموماً همه لیزرهای با توان بالا که با ولتاژ بالا (بیشتر از ۱۵ کیلو ولت) کار می‌کنند قابلیت تولید اشعه ایکس را دارند. چنانچه براساس اطلاعات ارائه شده توسط سازنده دستگاه و یا با هر روش دیگری مشخص شود که دستگاهی اشعه ایکس تولید می‌کند، رعایت موارد زیر ضروری است:

- بازرسی لازم جهت حصول اطمینان از کارآیی حفاظ ایکس دستگاه‌های لیزر انجام شود؛
- در شرایطی که حفاظ ایکس نصب شده است، پرتوی ایکس اطراف دستگاه اندازه‌گیری شود و نتایج حاصل با حدود ذکر شده در استانداردهای مربوطه مقایسه شود. انجام این اندازه‌گیری و ارزیابی نتیجه باید توسط شخصی که گواهینامه‌ی دوره‌ی مقدماتی حفاظت در برابر اشعه را دارد صورت گیرد؛
- دستگاه‌هایی که برای اندازه‌گیری پرتوهای یونساز در مجاورت لیزر به کار می‌رود نباید نسبت به پرتوهای الکترومغناطیسی در فرکانس‌های رادیویی و مایکروویو حساس باشد زیرا این نوع پرتوها نیز در مجاورت برخی از لیزرها موجود هستند و این پرتوها نباید تأثیری برقرائت آن‌ها داشته باشد. روش بازرسی در ارتباط با پرتوی ایکس و ثبت نتایج و ارزیابی آن‌ها باید در مرکز نگهداری شود.

صفحه: ۱۷	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
کل صفحات: ۲۰	بازنگری: صفر	

پیوست ۲- انواع علائم هشدار و خطر

در مراکز کار با لیزر، بسته به کلاس لیزر مورد استفاده، از علامت هشدار یا علامت خطر یا هر دو استفاده می‌شود. اندازه علائم باید با شرایط استفاده آن متناسب باشد به گونه‌ای که به راحتی قابل رویت باشد. ویژگی‌های این علائم‌ها به شرح زیر است:

- علامت "هشدار" و علامت "خطر" مطابق شکل ۱ است.
- در مستطیل زیر علامت هشدار یا خطر باید برای لیزر IIB عبارت "سر راه باریکه‌ی لیزر قرار نگیرید" و برای لیزر کلاس IV عبارت "از برخورد باریکه‌ی لیزر یا انعکاسات آن به پوست و چشم ممانعت شود" نوشته شود. عبارت‌های دیگر، بسته به شرایط، می‌تواند به عبارت‌های فوق اضافه شود. همچنین لازم است مشخصات لیزر شامل کلاس، طول موج و توان لیزر یا انرژی پالس آن در علامت خطر یا هشدار به‌طور واضح نوشته شود.

علامت خطر برای دستگاه‌ها و نواحی با ریسک خطر بالاتر به کار می‌رود.



عبارت راهنما



سایر عبارت‌های راهنما

شکل ۱- علائم هشدار و خطر

صفحه: ۱۸ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
	بازنگری: صفر	

پیوست ۳ - خطرات متفرقه لیزر

در بسیاری از مراکز کار با لیزرهای صنعتی ممکن است پرتوکاران لیزر علاوه بر خطرات پرتوگیری با پرتوهای مستقیم یا انعکاسی یا پراکنده لیزر با خطرات دیگری نیز مواجه شوند. محتمل ترین این خطرات در ادامه آمده است و راه کارهای کاهش آن‌ها ارایه شده است.

الف - خطرات الکتریکی

- قبل از تماس با مواضع ولتاژ بالا، از قطع برق سیستم اطمینان حاصل شود؛
- قبل از کار در مجاورت خازن‌ها از تخلیه‌ی بار آن‌ها اطمینان حاصل شود و
- شخص هنگام کار با لیزرهای باز حلقه، ساعت یا دیگر وسایل فلزی به همراه نداشته باشد.

ب - آلاینده‌های شیمیایی در هوا

در اثر برهم کنش پرتوهای لیزرهای کلاس IIB و IV با مواد ممکن است مواد سمی وارد هوا شود. مقدار، نوع و ترکیب شیمیایی این مواد به مانعی که نور به آن برخورد می‌کند و نیز نوع و شدت پرتوی لیزر بستگی دارد. موادی مانند پلاستیک‌ها، کامپوزیت‌ها، فلزات و نسوج زنده می‌توانند مواد سرطان‌زا یا سمی و آلاینده‌ی هوا تولید کنند. در اطراف فلاش لامپ‌ها و لیزرهای پرتوان با نور فرابنفش ممکن است گاز سمی ازون تولید شود. مواد اپتیکی خاص که برای فیلترهای مادون قرمز و عدسی‌ها به کار می‌رود نیز ممکن است مواد آلاینده‌ی هوا تولید کنند. برای جلوگیری از افزایش غلظت این گازها در هوا باید اقدامات زیر صورت گیرد:

- از تهویه‌ی مناسب استفاده شود و
- حتی‌الامکان محل برخورد پرتو به مواد از سایر نواحی تفکیک شود (مثلا توسط هود).

ت - خطر آتش سوزی و انفجار

پرتوهای مستقیم لیزرهای کلاس IV می‌توانند سبب انفجار محلول‌های قابل اشتعال، گازها و مواد منجره شوند. همچنین احتمال انفجار لامپ‌های قوس الکتریکی، لامپ‌های فیلمانی، بانک خازن، در صورت عملکرد اشتباه وجود دارد. برای کاهش خطر آتش سوزی و انفجار باید:

- مسیر پرتوهای لیزر حتی‌الامکان مسدود شود؛
- مواد غیر ضروری در مجاورت لیزر قرار نگیرد؛
- مواد قابل اشتعال یا انفجار در مجاورت لیزر قرار نگیرد و دوراز لیزر ذخیره و نگهداری شود؛
- لامپ‌های قوس الکتریکی پرفشار و لامپ‌های فیلمانی در محفظه‌هایی مقاوم نسبت به انفجار قرار گیرند تا در صورت وقوع انفجار در لامپ سانحه روی ندهد؛
- در اطراف هدف‌هایی که لازم است پرتو دهی شوند و نیز تجهیزات نوری که احتمال ترکیدن آن‌ها وجود دارد، حفاظ‌های مناسب تعبیه شود و
- بانک‌های خازنی دارای محدودکننده‌ی جریان و محافظ مخصوص باشند.

ث - رنگ‌ها و محلول‌های لیزر (Laser dyes and Solvents)

رنگ‌های لیزری ترکیبات آلی دارای خواص فلورسانس هستند که در یک محلول حل می‌شوند تا محیط لیزری را ایجاد کنند. برخی از محیط‌های لیزری بسیار سمی یا سرطان‌زا هستند. اغلب محلول‌های مناسب برای این منظور به راحتی شعله‌ور می‌شوند و سمی هستند و تنفس یا جذب آن‌ها در پوست می‌تواند خطرناک باشد. هنگام کار با این مواد موارد زیر باید رعایت شود:

- به نکات ایمنی مرتبط با هرگونه ماده با توجه به اطلاعات مربوط به مواد سمی توجه شود؛

صفحه: ۱۹ کل صفحات: ۲۰	شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387 بازنگری: صفر	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
--------------------------	--	--

- در محل کار با این مواد هود نصب شود؛
- در اطراف میز کار، پوشش کاملی که گازها از آن عبور نکنند نصب شود و
- هنگام کار، روپوش آزمایشگاه، عینک مخصوص کار با مواد سمی و شیمیایی و دستکش مناسب پوشیده شود.

ج- سر و صدا

هنگام کار با برخی لیزرها مانند اگزایمرلیزرها، نویز و سر و صدا زیاد است و لازم است از گوش محافظت شود. به عنوان یک کنترل سرانگشتی و ساده چنانچه امکان شنیدن صحبت محاوره‌ای معمولی از فاصله‌ی تقریباً یک متر ممکن نباشد، لازم است از محافظ گوش استفاده شود.

ح- پرتوهای یونساز

در مجاورت برخی از لیزرهای پرتوان که در ساختار داخلی آن‌ها ولتاژهای بالا (بیشتر از ۱۵ کیلوولت) به کار گرفته شده است ممکن است پرتوهای یونساز (پرتو ایکس) موجود باشد. در این شرایط لازم است مسئول فیزیک بهداشت نسبت به اندازه‌گیری پرتو یونساز اقدام نماید و در صورت ضرورت، اقدامات حفاظتی لازم براساس ضوابط مربوطه را اعمال نماید.

خ- پرتوهای رادیویی و مایکروویو

در مجاورت لیزرهایی که در آن‌ها منابع پرتوهای رادیویی به عنوان منبع تحریک‌کننده به کار گرفته شده است ممکن است پرتوهای رادیویی موجود باشد. در این شرایط لازم است مسئول فیزیک بهداشت با انجام بازدید کنترلی و اندازه‌گیری پرتوهای رادیویی اطراف دستگاه در شرایطی که حفاظ پرتوهای رادیویی نصب شده است و مقایسه نتایج حاصل با حدود ذکر شده در استانداردهای مربوطه از کارایی حفاظ پرتوهای رادیویی دستگاه‌های لیزر اطمینان حاصل نماید. برای اندازه‌گیری پرتوهای رادیویی لیزر و مقایسه نتایج حاصل با حدود این پرتوها باید ضوابط مربوطه که در "ضوابط کار با پرتوهای رادیویی و مایکروویو" آمده است رعایت شود و روش بازرسی در ارتباط با پرتوهای فوق و ثبت نتایج و ارزیابی آنها باید در مرکز نگهداری شود.

شماره شناسه: INRA-RP-RE-110-00/24-0-Aza.1387	صفحه: ۲۰	ضوابط کار با لیزرهای صنعتی کلاس IIB یا IV
بازنگری:	کل صفحات: ۲۰	

پیوست ۴ - مشخصات عینک و سایر محافظ‌های لیزر

میزان تضعیف نور توسط عینک‌های محافظ مخصوص لیزر توسط ضریب تضعیف عینک (OD) تعیین می‌شود. فرمول زیر برای تعیین OD به کار می‌رود.

$$OD = \log_{10} \frac{\text{چگالی یا چگالی موثر پرتو فرودی به چشم}}{\text{چگالی یا چگالی موثر پرتو خروجی}}$$

حداقل ضریب تضعیف عینک کار با لیزر از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$OD_{\text{Min}} = \log_{10} \frac{\text{چگالی یا چگالی موثر پرتو فرودی به چشم}}{\text{حد چگالی یا چگالی موثر پرتو}}$$

در شرایطی که لازم است هنگام کار با لیزر یا قرار گرفتن در محیطی که لیزر وجود دارد از عینک محافظ استفاده شود، هنگام گزینش عینک، باید عوامل زیر نیز در نظر گرفته شود:

- تضعیف نور توسط عینک در همان طول موج لیزر مورد استفاده صورت گیرد؛
 - OD عینک به گونه‌ای باشد که شدت نور پشت عینک و در محل چشم کمتر از حدود تعیین شده در بخش ۶ این مدرک باشد؛
 - نور مرئی عبوری به منظور امکان‌پذیری دید راحت در محیط به چشم برسد؛
 - تأثیر عینک بر دیدن رنگ‌ها سبب ایجاد اشکال در فعالیت نشود؛
 - میدان دید شخص هنگام استفاده از عینک کافی باشد؛
 - اثرات شیمیایی ایجاد شده بر ماده جاذب عینک سبب ایجاد اشکال دائمی در عینک نشود؛
 - استفاده از عینک‌های طبی زیر عینک محافظ مقدور باشد؛
 - استفاده از عینک راحت باشد و به خوبی روی صورت تنظیم شود به گونه‌ای که از رسیدن نور از هر طرف به چشم ممانعت شود و
 - مقاومت کافی و مناسب در برابر پرتوهای لیزری و عوامل مکانیکی داشته باشد.
- ضمناً عینک محافظ باید دارای برچسب مشخصات باشد. روی این برچسب باید طول موجی که عینک در آن طول موج کارایی دارد و نیز OD ثبت شود.
- در مورد سایر محافظ‌ها نظیر پرده‌های محافظ یا لباس یا دستکش محافظ نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:
- بعد از محافظ میزان پرتوهای نوری به زیر حد مطابق بخش ۶ کاهش یابد؛
 - ویژگی‌های ماده محافظ پس از برخورد نور لیزر به آن تغییر نکند؛
 - در صورت کار با لیزرهای مادون قرمز دچار آتش‌سوزی نشود؛
 - حتی‌الامکان منعکس کننده نور نباشد بلکه جاذب نور باشد.