INSO
20308-2
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲-۲۰۳۰۸
چاپ اول
۱۳۹۴

محافظت چشم و صورت- عینک های آفتابی و محافظ چشم مرتبط قسمت۲:فیلترهایی برای مشاهده مستقیم خورشید

Eye and face protection — Sunglasses and related eyewear — Part 2:Filters for direct observation of the sun

ICS:13.340.20

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« محافظت چشم و صورت- عینک های آفتابی و محافظ چشم مرتبط-

قسمت۲: فیلترهایی برای مشاهده مستقیم خورشید »

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
محمدزاده، حسین (دکتری فیزیک)	عضو هیئت علمی گروه فیزیک دانشگاه محقق
دبیر:	
حسنی، طاهره (کارشناسی فیزیک)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابراهیمی ویند، مریم (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل
احمدی، فریبا (اپتومتریست)	مدرس دانشگاه علوم پزشکی اردبیل
احمدی، پریسا (کارشناسی ارشد آموزش زبان انگلیسی)	مدرس دانشگاه پیام نور اردبیل
حکمت جو، سیروس (مهندسی تولیدات گیاهی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل
زارعی، بابک (کارشناسی ارشد شیمی آلی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل
شرافتخواه آذری، شهین (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل
فرهومند، افسون (کارشناسی ارشد فیزیک اتمی)	کارشناس
معزی، سلیم (کارشناسی مدیریت دولتی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان اردبیل

ویراستار:

بدری آذرین، یعقوب — عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز
(دکتری مدیریت و برنامه‌ریزی تربیت بدنی)

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
۱- هدف و دامنه	۱
۲- مراجع الزامی	۱
۳- اصطلاحات و تعاریف	۲
۴- الزامات و روش‌های آزمون مربوطه	۲
۴-۱ عبور	۲
۴-۱-۱ کلیات	۲
۴-۱-۲ یکنواختی مقدار عبور	۳
۴-۲ کیفیت مواد و سطوح	۳
۴-۲-۱ الزامات	۳
۴-۲-۲ روش آزمون	۳
۴-۳ قاب	۳
۴-۳-۱ کلیات	۳
۴-۳-۲ ابعاد	۳
۴-۳-۳ کیفیت مواد	۴
۵- نشانه‌گذاری	۴
۶- پیوست الف (آگاهی دهنده): استفاده از فیلترها برای مشاهده مستقیم خورشید	۵
۷- پیوست ب (آگاهی دهنده): ایمنی‌چشم در خورشید گرفتگی: راهنمای‌کاربران	۸
۸- کتابنامه	۱۴

پیش‌گفتار

استاندارد « محافظت چشم و صورت- عینک های آفتابی و محافظ چشم مرتبط - قسمت۲: فیلترهایی برای مشاهده مستقیم خورشید » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در پانصد و سی و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۴/۱۲/۱۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 12312-2:2015, Eye and face protection — Sunglasses
and related eyewear — Part 2: Filters for direct observation of the sun

محافظت چشم و صورت- عینک های آفتابی و محافظ چشم مرتبط
قسمت۲: فیلترهایی برای مشاهده مستقیم خورشید

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات مورد نیاز برای تمام فیلترهای فاقد کانون (پلانو)[1] است که برای مشاهده مستقیم خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرند، (مانند مشاهده پدیده خورشیدگرفتگی).

اطلاعات مربوط به استفاده از فیلترهایی برای مشاهده مستقیم خورشید در پیوست الف و ب آمده است.

- این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد:

أ- عینک‌های بدون کانون (توان صفر)، عینک‌های آفتابی و گیره ای که به طور معمول مردم برای محافظت در برابر تابش خورشیدی استفاده می‌کنند؛

ب- محافظت چشم در مقابل منابع نور مصنوعی (مانند مواردی‌که برای برنزه کردن استفاده می‌کنند)؛

ت- عینک‌های ورزشی(مانند عینک‌های اسکی و یا انواع دیگر عینک)؛

ث- عینک‌های آفتابی تجویزی برای تضعیف تشعشع خورشید؛

ج- عدسی های عینک آفتابی طبی.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱- عینک های بدون نمره

1- Plano

2-1 ISO 12311:2013, Personal protective equipment- Test methods for sun glasses and related eyewear.

2-2 ISO 4007, Personal protective equipment- Eye and face protection

۳ اصطلاحات و تعاریف

برای این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف داده شده در استاندارد ISO 4007 به کار می‌رود.

۴ الزامات و روش های آزمون مربوطه

۴-۱ عبور

۴-۱-۱ کلیات

الزامات عبور فیلترها برای مشاهده مستقیم خورشید در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر عبور در نقطه مرکز چارچوب شده[1] فیلتر برای تابش عمودی اندازه‌گیری یا محاسبه شود همانطورکه در زیربندهای 7.1.1,7.1.2,7.3.2,7.3.3, و7.5 استاندارد ISO12311:2013 آمده است.

جدول۱- الزامات عبور فیلترها برای مشاهده مستقیم خورشید

بیشینه مقدار عبور نور (τ_v)	۰/۰۰۳۲٪
کمینه مقدار عبور نور(τ_v)	۰/۰۰۰۰۶۱٪
بیشینه مقدار عبور پرتو فرا بنفشB خورشید (τ_{SUVB})	τ_v
بیشینه مقدار عبور پرتو فرا بنفشA خورشید (τ_{SUVA})	τ_v
بیشینه مقدار عبور پرتو فروسرخ خورشیدی(τ_{SIR})	۳ ٪

عدم قطعیت اندازه‌گیری های عبور نباید بیشتراز ۲۵٪ مقدار اندازه‌گیری شده باشد.

بهتر است اندازه‌گیری مقدار طیف عبوری فیلتر با چگالی نوری بالا با استفاده از دستگاه طیف سنج دو پرتویی و کاهش دهنده های پرتو مقایسه انجام شود.

بهتر است کاهش دهنده های پرتو مقایسه توسط یک مانع فیزیکی مانند یک توری، معادل با یک سطح جذب مشخص در سرتاسر تمام پهنای موجِ مورد اندازه‌گیری انجام شود.

1- Boxed centre

۴-۱-۲ یکنواختی مقدار عبور نور

اختلاف نسبی مقدار عبور نور بین هر دو نقطه از فیلتر نباید بیش‌تر از ٪۱۰ باشد(نسبت به مقدار بزرگتر). این الزام باید در داخل دایره‌ای به قطر۴۰ mm پیرامون نقطه مرکز چارچوب شده یا در ناحیه‌ای که از لبه فیلتر ۵ mm فاصله دارد، هر کدام که بزرگتر است اعمال شود.

۴-۲ کیفیت مواد و سطوح

۴-۲-۱ الزامات

فیلترها به غیر از محدوده ۵ mm از لبه، باید از هرگونه نقص، مانند: حباب‌های هوا، نقص‌های نامشخص، لکه‌های تیره، فرورفتگی، علامت‌های قالب‌ریزی شده، جوش، دانه دانه شدن، نقص پرداخت و حرکت موجی که احتمال ضعف بینایی را در استفاده از آن به وجود می‌آورد، عاری باشد. مواد فیلتر لایه نشانی شده با فلز در هر منطقه‌ی دایره‌ایِ مورد بررسی به قطر ۵mm نباید بیش از یک سوراخ بزرگتر از ۲۰۰ µm پیرامون نقطه مرکز داشته باشد.

۴-۲-۲ روش آزمون

بوسیله یک منبع نور سفید شدید(مانندنور پروژکتور یا میز نور) به یک طرف فیلتر نور تابانیده می‌شود و در طرف مقابل از طریق یک ذره‌بین با بزرگ نمایی پایین بررسی می شود. مشاهده نقص‌های سوراخ سوزنی[1] قابل رویت در فیلترهای لایه نشانی شده باید بوسیله یک میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ×۲۵ تا ×۴۰ مورد بررسی قرار گیرد.

یادآوری- از ذره بینی با بزرگنمایی ×۴ تا ×۱۰ نیز می‌توان استفاده کرد.

۴-۳ نگهدارنده فیلتر

۴-۳-۱ کلیات

فیلترها ممکن است با قاب و یا بدون قاب ساخته شده باشند. اگر قاب دارند، قاب فیلترها باید مقاوم باشد و ایمنی در آنها رعایت شود به طوری که با دست زدن عادی و یا در اثر وزش باد نباید از فیلتر جدا شود، قاب‌ها ممکن است به شکل دستی و یا به شکل عینک هایی که بر روی صورت در جلوی هر عدسی تصحیح کننده (اصلاحی) که به وسیله کاربر استفاده می شود قرار بگیرد.

1- Pinhole defects

۴-۳-۲ ابعاد

فیلتر یا مجموعه فیلترها و قاب باید اندازه‌ی مناسبی برای پوشش هر دو چشم استفاده کننده به طور همزمان داشته باشد و در هیچ موردی نباید ابعاد کلی کمتر از ۱۱۵ mm در عرض و ۳۵ mm در ارتفاع در صفحه ای موازی با صفحه صورت باشد. ممکن است قاب عینک برای انطباق با تاج بینی[1] به شکل مثلث برش داده شود که در هر حالت نباید ارتفاع راس مثلث بیش از ۱۵mmو پهنای قاعده ۳۵mm باشد و ممکن است برای هر چشم فیلترهای جداگانه‌ای فراهم شود به شرطی که ابعاد کلی رعایت شوند.

۴-۳-۳ کیفیت مواد

فیلتر و قاب باید از زبری، برآمدگی، لبه‌های تیز یا هر عیب احتمالی دیگرکه موجب آسیب در حین استفاده می‌شود، عاری باشد. قسمت‌هایی از فیلتر یا قاب که در تماس با پوست است باید از مواد شناخته شده‌ای ساخته شود تا هنگام تماس با پوست سبب بروز حساسیت پوستی نشود.

۵ نشانه‌گذاری

فیلتر و یا بسته بندی آن باید اطلاعات زیر را به زبان کشوری که محصول برای فروش در آن ارائه می‌شود، داشته باشد:

ح- نام و آدرس سازنده محصول

خ- دستورالعمل استفاده برای نگاه کردن خورشید یا خورشیدگرفتگی

د- هشدار درباره اینکه نگاه کردن مستقیم خورشید بدون فیلتر مناسب می‌تواند منجر به آسیب دائمی چشم شود.

به طور مثال- برای اینکه هیچ پرتو مستقیمی از خورشید به چشم نرسد استفاده از محافظ‌های مناسب که به طور خاص برای نگاه کردن به خورشید طراحی شده، ضروری است. اگر اقدامات احتیاطی مناسب انجام نشود نگاه مستقیم به خورشید خطرناک است.

ذ- هشدار درباره اینکه فیلترهای آسیب دیده و یا جدا شده از قاب باید دور انداخته شوند.

ر- دستورالعمل برای حفظ و نگه‌داری و تمیز کردن چنانکه مقتضی است

ز- درج تاریخ انقضاء و مدت زمان استفاده چنانکه مقتضی است

1- Crest of the nose

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

استفاده از فیلتر ها برای مشاهده مستقیم خورشید

برای مشاهده مستقیم خورشید توصیه می شود تنها از فیلترهای محافظتی ویژه که برای این امر طراحی شده‌اند استفاده گردد. فیلترهای محافظ جوشکاری برای محافظت از چشم در برابر اشعه فرا بنفش، نور مرئی و نور فرو سرخ طراحی شده‌اند، در حالیکه برای مشاهده مستقیم خورشید، تنها نیاز به محافظت در برابر نور مرئی است. فیلترهای محافظ جوشکاری مشخص شده در استاندارد ISO16321 با اعداد مقیاس ۱۲ تا ۱۵ نیز به همان اندازه برای استفاده با چشم غیر مسلح مناسب هستند با این حال بهتر است آنها در ترکیب با تلسکوپ (معمولا در جلوی شیئی) برای مشاهده خورشید استفاده نشوند.

انتخاب عدد مقیاس در فیلترهای جوشکاری بستگی به اولویت شخصی در راحتی (بر اساس شرایط جوی و حساسیت فرد در مقابل نور زیاد) دارد. فیلترها با رده بندی w۱۲ می‌توانند برای محافظت از چشم مناسب باشند، اما تصویر خورشید می‌تواند نور آزار دهنده‌ای داشته باشد. برخی از ناظران ممکن است دریابند که تصویر خورشید از طریق فیلتر w۱۴ تار است.

جدول ۱- الف، مشخصات عبور فیلترهای جوشکاری و فیلترهای خورشیدی را مقایسه می‌کند. در محدوده طیفی نور مرئی مقادیر عبور همان مقادیری است که برای عبور نور در استاندارد بین‌المللی ISO12311:2013 علامت‌گذاری شده و با τ_v مشخص شده است.

جدول۱- الف : مقایسه مشخصات عبور فیلترهای جوشکاری و فیلترهای خورشیدی

رده‌بندی فیلتر	گستره طیف اشعه فرابنفش		گستره طیف مرئی		گستره طیف فروسرخ
	۲۸۰nm تا ۳۱۵ nm	۳۱۵nm تا ۳۸۰ nm	حداقل	حداکثر	حداکثر۷۸۰nm تا ۱۴۰۰ nm
برای مشاهده مستقیم خورشید	τ_v	τ_v	۰/۰۰۰۰۶۱	۰/۰۰۳۲	۳
جوشکاریw۱۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۳۲	۱۲
جوشکاریw۱۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۰۱۲	۸
جوشکاریw۱۴	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۴۴	۶
جوشکاریw۱۵	۰/۰۰۰۰۶۱	۰/۰۰۰۰۶۱	۰/۰۰۰۰۶۱	۰/۰۰۰۶۱	۴

یادآوری- عبور پرتو فرا بنفش فیلتر جوشکاری، حداکثر سطح عبور طیفی اندازه گیری شده در طول موج های ۳۱۳ nm و ۳۶۵ nm می‌باشد. مقدار عبور اشعه فروسرخ متوسط مقدار عبور نور در پهنای موج مشخص شده می‌باشد.

محافظ‌های چشم برای مشاهده مستقیم خورشید بهتر است به گونه‌ای استفاده شود تا هیچ پرتو مستقیمی از خورشید غیر از آنچه از میان فیلتر عبور می کند به چشم نرسد.

در طول خورشید گرفتگی، محافظ های چشم، هنگامیکه بخشی از دیسک خورشید توسط ماه پوشانده نمی‌شود باید مورد استفاده قرار گیرند(به عبارت دیگر در طول خورشیدگرفتگی جزئی). تنها زمان ایمن برای مشاهده خورشید بدون محافظهای چشم زمانی است که ماه به طور کامل خورشید را می‌پوشاند و خورشید در کسوف کامل است.

محاسبه ایمنی شبکیه چشم

محاسبه و تجزیه و تحلیل دقیق خطرات ناشی از مشاهده مستقیم خورشید بر شبکیه چشم نشان می‌دهد که آسیب سوختگی شبکیه چشم به طور معمول امکان‌پذیر نیست مگراینکه مردمک چشم کاملاً گشاد شده باشد یا دیسک خورشید از طریق تلسکوپ مشاهده شود. افزایش دما درتصویر شبکیه ای تابیده شده برای ایجاد سوختگی شبکیه‌ای چشم غیر مسلح کافی نیست، حتی با قطر مردمک ۳mm(که برای روشنایی روز تا حدی زیاد است) معمولاً افزایش دما کمتر از$4^{\circ}C$ خواهد بود.

در مقابل، خطر جدی فتوشیمیایی (خطر نورآبی) خورشید نه در مشاهده لحظه ای اما از خیره شدن طولانی مدت (به عنوان مثال در طول خورشید گرفتگی جزئی) برای چند دقیقه وجود دارد. تابش دریافتی زمین از خورشید زمانی که خورشید در بالاترین نقطه آسمان قرار دارد درحدود$1{,}3\times 10^{7}\ w.m^{-2}.sr^{-1}$، است و وزن دهی طیفی طیف خورشیدی با تابع خطر نور آبی$B(\lambda)$ مقادیر تابندگی موثر نور آبی را در محدوده $4\times 10^{5}w.m^{-2}.sr^{-1}$ تا $1{,}8\times 10^{6}\ w.m^{-2}.sr^{-1}$ بسته به زوایای ارتفاع خورشیدی بیشتر از10° بالای افق فراهم می‌کند.

حداکثر مدت زمان خیره شدن به تابندگی های نور آبی طبق استاندارد انجمن دولتی کارشناسان بهداشت صنعتی آمریکا(ACGIH)[1] بین ۰٫۶s برای بالاترین نقطه خورشید تا ۲٫۵s برای زمانیکه خورشید10° درجه بالای افق است(در شرایط بسیار صاف آسمان) متغیر است. البته صدمات جدی فقط هنگامی رخ می‌دهد که مدت زمان قرار گرفتن در معرض تشعشات طولانی‌تر باشد. چراکه محدودیت های قرارگیری در معرض تشعشات با در نظر گرفتن ضریب ایمنی بالا و فرض اندازه نسبتاً بزرگ مردمک (۳ mm) ایجاد شده است، در حالیکه در چنین شرایطی مردمک چشم عمدتاً اندازه ای برابر با ۱٫۵ mm تا ۲mm دارد.

1- American Conference of Governmental Industrial Hygienists

با این وجود برای محاسبه ضریب تضعیف[1] به ارائه یک مثال می‌پردازیم: مدت زمان خیره ماندن را ۱۰۰۰s(~۱۷min) در نظر می‌گیریم. شخصی نیاز به یک ضریب تضعیف با مشخصات ۱۶۷۰= (۰٫۶s)/(۱۰۰۰s) دارد که متناظر با فیلتر خنثایی است که عبور آن ٪ ۰٫۰۶ می‌باشد. با این حال در عمل نشان می‌دهد که خیره شدن به خورشید با فیلتری که مقدار عبور نور آن ٪ ۰٫۰۶ باشد بسیار دشوار خواهد بود. اکثر ناظران درخشندگی $\sim ۱۰\ \mathrm{kcd.m^{-2}}$ را به عنوان مقدار بالاتر درخشندگی که براحتی دیده می شود، تشخیص می دهند از آنجایی که درخشندگی خورشید زمانی که در بالاترین نقطه آسمان قرار دارد $۱٫۶ \times ۱۰^{۹}\ \mathrm{cd.m^{-2}}$ است، حداقل ضریب تضعیف ۱۶۰۰۰۰ (یعنی در ظهر خورشیدی ٪ ۰٫۰۰۰۶ > عبور بصری) برای مشاهده آسان مورد نیاز است. از این رو مقدار عبور فیلترها در این بخش این استاندارد به مراتب پایین تر از میزانی است که از آسیب شبکیه‌ی چشم جلوگیری کند (ماکولاپاتی خورشیدی)[2]. از آنجایی که درخشندگی دیسک خورشیدی با زاویه اوج خورشیدی کاهش می‌یابد مقدار عبور نور راحت می‌تواند بالاتر از ٪ ۰٫۰۰۰۴۴ باشد. در نهایت به هنگام غروب، دیسک خورشیدی در افق برای مشاهده‌ی بدون محافظ امن است چرا که در چنین شرایطی نور آبی که به چشم ما می‌رسد به طور کامل پراکنده شده است.

1- Minimum attenuation factor

۲- نتیجه‌ی آسیب فوتوشیمیایی به شبکیه در اثر طیف مرئی نور به ویژه نور آبی

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

ایمنی چشم در خورشیدگرفتگی: راهنمای استفاده‌کنندگان

یک خورشیدگرفتگی احتمالاً دیدنی‌ترین رویداد نجومی است که بسیاری از مردم در زندگی خود آن را تجربه می‌کنند. تعداد زیادی از علاقه‌مندان به خورشیدگرفتگی و هزاران نفر از ستاره‌شناسان (غیرحرفه‌ای و حرفه‌ای) وجود دارد که علاقه‌مند به خورشید گرفتگی هستند و به نقاط دیگر در سراسر جهان سفر می‌کنند و به مشاهده و عکسبرداری از آن می‌پردازند.

یک خورشید گرفتگی فرصتی منحصر به فرد را برای دانشجویان برای دیدن یک پدیده طبیعی فراهم می‌کند تا با اصول اصلی ریاضیات و علوم که در دوران ابتدایی و متوسطه تدریس می‌شود آشنا شوند. در واقع بسیاری از دانشمندان از (جمله ستاره شناسان) با دیدن نتایج خورشیدگرفتگی کامل برای تحصیل علم الهام گرفته‌اند، معلمان می‌توانند از پدیده خورشیدگرفتگی استفاده کنند و نشان دهندکه با استفاده از قوانین حاکم بر حرکت، محاسبات مدارها وقوع پدیده خورشیدگرفتگی را می‌توان پیش‌بینی کرد. استفاده از اتاق تاریک و تلسکوپ یا دوربین دو چشمی برای مشاهده خورشیدگرفتگی منجر به درک عمیق اپتیکی این دستگاه‌ها می‌شود، افزایش و کاهش سطح نور محیط در طول خورشیدگرفتگی اصول رادیومتری و نورسنجی را توضیح می‌دهد و گروه‌های زیست شناسی می‌توانند رفتارهای مربوطه گیاهان و حیوانات را در طول خورشیدگرفتگی مشاهده کنند. همچنین فرصتی است برای کودکان در دوران مدرسه که در پژوهش‌های علمی شرکت کنند. مشاهدات انجام گرفته درمکان‌های مختلف در طول مسیر خورشیدگرفتگی دانش ما را در باره‌ی حرکت مداری زمین و خورشید بهبود می‌بخشد و طرح و عکس از تاج خورشیدی می‌تواند برای ساختن یک تصویر سه بعدی از جو گسترده‌ی خورشید در طول خورشیدگرفتگی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، مشاهده خورشید می‌تواند خطرناک باشد اگر اقدامات احتیاطی مناسب اتخاذ نشده باشد. تابش پرتوهای خورشیدی که به زمین می‌رسند پرتو فرابنفش با طول موجی حدود ۲۹۰ nm تا امواج رادیویی با طول موجی در محدوده متر را در بر می‌گیرد. بافت‌های چشم بخش ویژه‌ای از تابش بین ۳۸۰nm تا ۴۰۰nm را به شبکیه حساس به نور در پشت چشم می‌رسانند. مواجهه با پرتو فرابنفش موجب تسریع پیری لایه‌های بیرونی چشم و بروز آب مروارید می‌شود، نگاه کردن نامناسب به خورشید هنگام خورشید گرفتگی موجب کوری ناشی از خورشیدگرفتگی یا سوختگی شبکیه می‌شود.
مواجههٔ شبکیه با نور مرئی شدید باعث آسیب به سلول‌های حساس به نور (سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی) شبکیه می شود، نور باعث یک سری واکنش‌های شیمیایی پیچیده در داخل سلول‌ها می‌شود که به توانایی آنها در پاسخ دادن به یک محرک بینایی آسیب می‌رساند، در نتیجه با توجه به شدت آسیب، باعث از دست دادن بینایی بطور موقت یا دائم می‌شود. هنگامی‌که شخصی بدون محافظ مناسب مدتی طولانی به خورشید

نگاه می‌کند این آسیب فتوشیمیایی به شبکیه، ممکن است به همراه آسیب حرارتی که تصور می شود از جذب نور توسط اپیتلیوم رنگدانه‌ای شبکیه ایجاد می شود باشد، در نتیجه اثر حرارت موضعی ایجاد شده می‌تواند گیرنده‌های نوری را از بین ببرد و باعث ایجاد یک نقطه‌ی کور کوچک شود. آسیب به بینایی بسیار جدی است زیرا آسیب‌های شبکیه‌ای ایجاد شده توسط نور بدون هیچ احساس دردی رخ می‌دهد(چون شبکیه فاقد گیرنده های درد است) و اثرات این آسیب حداقل تا چند ساعت بعد از آسیب آشکار نمی‌شود. مشاهده خورشید از طریق دوربین دوچشمی، تلسکوپ و یا سایر دستگاه‌های نوری بدون فیلتر حفاظتی مناسب به دلیل سطح بالای تابش در تصویر بزرگنمایی خورشید بر روی شبکیه، منجر به آسیب شبکیه حرارتی آنی می‌شود.

تنها زمانی که می‌توان با آرامش خاطر مستقیماً و با چشم غیر مسلح به خورشید نگاه کرد موقع خورشیدگرفتگی کامل است یعنی وقتی که ماه کاملا دیسک خورشید را می‌پوشاند البته نگاه کردن مستقیم به خورشید گرفتگی‌های جزیی یا حلقوی یا بخشی از مراحل یک خورشید گرفتگی کامل، بدون وسایل محافظ و شیوه‌های مناسب هیچ‌گاه ایمن نیست. حتی زمانی که ٪۹۹ از سطح خورشید(فوتوسفر) در طی خورشید گرفتگی پوشیده شود، هلال باقی‌مانده خورشید به اندازه کافی شدید است که منجر به سوختگی شبکیه شود، حتی اگر میزان روشنایی قابل مقایسه با زمان گرگ و میش باشد. عدم استفاده از روش‌های مناسب رصد می‌تواند منجر به آسیب دائمی چشم و از دست دادن جدی بینایی شود. این امر می تواند عوارض جانبی مهمی در انتخاب‌های شغلی و پتانسیل درآمدزایی داشته باشد، به دلیل آن که نشان داده شده است که اکثر افرادی که متحمل آسیب‌های چشمی مربوط به خورشیدگرفتگی می‌شوندکودکان و افراد جوان هستند.

- روش‌های یکسانی برای مشاهده خورشید به جز زمان خورشیدگرفتگی برای دیدن و عکسبرداری از خورشید گرفتگی‌های ناقص یا حلقوی یا مراحل ناقص یک خورشیدگرفتگی استفاده می شود.
- امن‌ترین و ارزان‌ترین روش، روش دیدن غیرمستقیم مانند انداختن تصویر خورشید از میان یک روزنه کوچک روی صفحه‌ای به فاصله یک متری است.
- از سوراخ های متعدد در پریف بورد[1]، یک کلاه حصیری بافته شده شل یا حتی انگشتان از هم رد شده دست می‌توان به عنوان الگویی از تصاویر خورشیدی روی صفحه نمایش استفاده کرد. نتیجه مشابه این امر برگ های گسترده شده بر روی زمین است که به صورت سوراخ هایی با هم تداخل دارند و برگ ها باعث ایجاد صدها تصاویر هلالی شکل می شوند.

1-Perfboard

– از دوربین دوچشمی یا تلسکوپ نصب شده روی یک سه‌پایه می‌توان برای ثبت تصویر تقویت شده از خورشید روی پرده سفید استفاده کرد. همه‌ی این روش‌ها برای یک مشاهده ایمن از مراحل جزئی خورشیدگرفتگی می‌تواند توسط ناظران به‌کار گرفته شود. اما همچنان باید مراقبت‌های لازم صورت گیرد تا اطمینان حاصل شود که هیچ‌کس به طور مستقیم از طریق دستگاه پدیده را مشاهده نمی‌کند.

مزیت اصلی روش غیر مستقیم[1] این است که هیچ‌کس به طور مستقیم به خورشید نگاه نمی‌کند و نقطه ضعف روش روزنه این است که صفحه نمایش باید حداقل یک متر در پشت روزنه قرار داده شود تا تصویر دریافتی از خورشید به اندازه کافی بزرگ شده باشد که به راحتی دیده شود. تنها زمانی می‌توان به طور مستقیم خورشید را مشاهده کرد که فیلترهای خاص طراحی شده برای محافظت از چشم استفاده شود. بیشتر این فیلترها دارای یک لایه نازک از آلیاژ کروم یا اندود آلومینیوم بر روی سطوح خود هستندکه هردو طیف مرئی و نزدیک فرو سرخ را کاهش می‌دهند، یک فیلتر خورشیدی امن باید کمتر از ٪۰/۰۰۳ (چگالی نوری ۴/۵ ~) از نور مرئی و نباید بیش از ٪۳ از اشعه فرو سرخ در محدوده طول موجی ۷۸۰nm تا ۱۴۰۰nm را عبور دهد.

یادآوری- علاوه بر مقدار عبور(به درصد)، انتقال انرژی از یک فیلتر می‌تواند توسط مقدار چگالی نوری (بدون بعد) که در آن چگالی نوری d ، لگاریتم معکوس عبور است τ_v یا $d = \log ۱۰ (۱ / \tau_v)$ توضیح داده شود.چگالی نوری صفر مربوط به عبور ٪۱۰۰، چگالی نوری ۱ مربوط به عبور ٪۱۰ و چگالی نوری ۲ مربوط به عبور ٪۱ و غیره است.

– یکی از متداول‌ترین نوع فیلترهای موجود برای مشاهده امن خورشید فیلتر عینک‌های جوشکاری شماره ۱۴ است که این فیلترهای جوشکاری را می‌توان از نمایندگی عرضه لوازم جوشکاری تهیه کرد.

– یک روش ارزان قیمت و متداول استفاده از فیلترهای ویژه خورشیدی ساخته شده از پلی‌استرهای آلومینیوم اندود است که به طور ویژه برای مشاهده خورشید ساخته شده‌اند.

یادآوری- این مواد معمولا با نام« مایلار» شناخته شده‌اند گرچه علامت تجاری ثبت شده ®Mylar[2] متعلق به دوپونت[3] است. که این مواد برای استفاده در ساخت فیلتر خورشیدی مناسب نیستند. به یاد داشته باشید صفحات پلاستیکی نازک[4] و فیلم پلی‌استر آلومینیوم اندود مورد استفاده در باغبانی برای این منظور مناسب نیستند.

بر خلاف عینک جوشکاری، پلی‌استر آلومینیومی را می‌توان به تناسب هر وسیله مشاهده‌ای برش داد و هنگام افتادن نمی‌شکند. به این نکته نیز اشاره شده است که برخی از فیلترهای پلی‌استر آلومینیومی می‌توانند نقص بزرگی (تا حدود تقریبی ۱ mm در اندازه) در پوشش آلومینیومی خود داشته باشند که می‌تواند خطرناک باشد. تجزیه و تحلیل میکروسکوپی از چنین نقص‌هایی نشان می‌دهد علیرغم ظاهر خود، نقصی به اندازه‌ی یک سوراخ در یکی از دو فیلم پلی‌استرآلومینیومی مورد استفاده در فیلتر به وجود می‌آید.

1- Projection

۲- یک مثال از یک محصول مناسب تجاری در دسترس است، این اطلاعات به راحتی در اختیار کاربرانی است که از این سند استفاده می‌کنند و توسط ایزو این محصول تایید نمی‌شود.

3- Dupont

4- Space blankets

به طورکلی هیچ پوشش آلومینیومی حفاظتی، وجود ندارد که کاملاً عاری از سوراخ باشد. در حالی‌که این یک مشکل کنترل کیفی است اما وجود یک نقص در پوشش آلومینیومی لزوما به این معنا نیست که فیلتر خطرناک است. زمانی که تردید داریم در یک فیلتر خورشیدی پلی‌استر آلومینیومی که، نقص پوششی‌ای در اندازه بزرگتر از ۰٫۲ mm یا بیشتر از یک نقص در هر منطقه‌ی دایره‌ای ۵ mm فیلتر وجود دارد، فیلتر نباید استفاده شود.

یک جایگزین برای پلی‌استر آلومینیومی «پلیمر سیاه»[1] است که در آن ذرات کربن در زمینه رزین در حالت معلق هستند. این ماده تا حدودی سخت‌تر از فیلم پلی‌استر است و به یک سلول نگهدارنده ویژه برای استفاده در مقابل دوربین‌های دوچشمی، عدسیهای دستگاه مخابره عکس از راه دور یا تلسکوپ نیاز دارد. به‌طور عمده به عنوان یک فیلتر بینایی در نظر گرفته شده، پلیمر یک تصویر زرد و سفید از خورشید ارائه می‌کند. (پلی‌استر آلومینیومی می‌تواند یک تصویر به رنگ آبی سفید تولید کند). این نوع فیلتر ممکن است تغییرات قابل‌توجهی در چگالی رنگ در همه‌ی قسمت‌های آن نشان دهد، برخی نواحی ممکن است بسیار روشن‌تر از دیگر بخش‌ها به نظر برسد. نواحی روشن‌تر فیلتر، اشعه فرو سرخ بیشتر از مقداری که ممکن است مطلوب باشد عبور می‌دهد. پیدایش تصویربرداری دیجیتالی با وضوح بالا در نجوم به خصوص برای عکاسی از خورشید افزایش تقاضا برای فیلترهای خورشیدی با کیفیت نوری بالاتر را به دنبال داشته است. هیچ فیلتری نباید با وسایل نوری (مانند دوربین‌های دو چشمی، تلسکوپ و دوربین عکاسی) استفاده شود مگر اینکه به طور خاص برای این منظور طراحی شده و در مقابل هدف نصب شده باشد.

– یک فیلم رزین ۱mil با پوشش فلزی می‌تواند برای مشاهدات خورشیدی هم بینایی و هم عکاسی مورد استفاده قرار گیرد. ماده نازکتر نسبت به فیلترهای پلی‌استر کیفیت عالی نوری دارد و نور بسیارکمتری پراکندگی می‌کند.

– فیلترهایی با لایه های شیشه‌ای اپتیکی تخت در دسترس هستند، اما گران‌تر از فیلترهای پلی‌استر و پلیمر می‌باشند.

در گذشته، ناظران خورشیدی حرفه‌ای از فیلترهایی استفاده می‌کردند که از یک یا دو لایه فیلم سیاه وسفیدکه به طور کامل در معرض نور قرار گرفته و به حداکثر تراکم رسیده بودند، استفاده می‌کردند. این فیلم‌ها یک امولسیون[2] مبتنی بر نقره بودند.

درحال حاضر احتمال کمتری وجود دارد که فیلم‌های سیاه و سفید حاوی نقره باشد بنابراین این نوع فیلترهای خورشیدی توصیه نمی‌شود.

1- Black polymer

۲- امولسیون: صفحه حساس عکاسی- فیلم عکاسی که از بلورهای هالید نقره به خصوص برمور نقره ساخته شده است که در برابر نور حساسیت فوق‌العاده زیادی دارند، زمانی که نور به امولسیون برخورد می‌کند باعث تغییراتی در آن می‌شود که منجر به ثبت تصویر می‌شود.

مواد زیر غیر ایمن بوده و بهتر است مورد استفاده قرار نگیرند. هنگامی‌که خورشید را از طریق این مواد مشاهده می‌کنیم هیچ تضمینی وجود ندارد که چشم ها سالم بمانند. درحالی‌که مشاهده خورشید با شدت نور کم هیچ ناراحتی ایجاد نمی‌کند.

- فیلم رنگی پیشرفته «سیاه»
- نگاتیو فیلم با تصاویر موجود درآنها
- شیشه‌های مات
- عینک‌های آفتابی(یک یا چند جفت)
- فیلترهای تراکم خنثی عکاسی
- فیلترهای پلاریزه
- دیسک‌های فشرده وDVD ها

فیلترهای خورشیدی طراحی شده برای استفاده با چشمی های تلسکوپ های ارزان قیمت ارائه می‌شوند نیز غیر ایمن هستند. این فیلترهای شیشه ای اغلب بر روی چشمی تلسکوپ نصب می‌شوند و بر اثر حرارت بیش از حد به طور ناگهانی دچار ترک شده و قبل از زمانی‌که ناظر بتواند چشم را از چشمی تلسکوپ حرکت دهد به شبکیه آسیب می‌رسد. از ریسک‌های غیرضروری پرهیز کنید. افلاک‌نماهای محلی[1]، مراکز علمی یا باشگاه های نجوم غیرحرفه ای می‌توانند اطلاعات بیشتری در مورد نحوه رصد ایمن خورشید ارائه دهند.

نگرانی‌هایی وجود دارد که اشعه UVA(از طول موج nm315 تا nm380) در نور خورشید نیز بتواند تاثیر منفی بر روی شبکیه بگذارد. این در حالی است که شواهد تجربی اندکی در این باره وجود دارد، این مطلب فقط در مورد خاصی از آفاکی کاربرد دارد که در آن عدسی طبیعی چشم به خاطر آب مروارید یا صدمات از چشم خارج شده است و هیچ عینک ضد UV، تماس یا عدسی داخل چشمی نصب نشده است، در چشم سالم یک انسان عادی تابش اشعه UVA به شبکیه نمی‌رسد به دلیل اینکه توسط عدسی کریستالی جذب می‌شود. در مورد آفاکی قرار گرفتن در محیط طبیعی و در معرض تابش فرا بنفش خورشیدی به واقع می‌تواند باعث آسیب مزمن شبکیه‌ای شود. با این حال مواد فیلتر خورشیدی مورد بحث در این استاندارد تابش فرابنفش خورشید را به سطح مناسبی پایین‌تر از حداقل مواجهه مجاز برای فرابنفش UVA کاهش می‌دهد. به طوری که یک ناظر آفاک زمانی‌که توسط یک فیلتر خورشیدی مناسب به تماشای خورشید می‌پردازد در معرض هیچ خطر اضافی‌ای از آسیب شبکیه قرار نگیرد.

در روزها و هفته‌های قبل از خورشیدگرفتگی اغلب اخبار و داستان‌های خبری و اطلاعیه‌هایی در رسانه‌ها درباره‌ی هشدار در مورد خطرات ناشی از نگاه کردن به خورشیدگرفتگی منتشر می‌شود، متاسفانه با

1- Local planetariums

وجود نیات خیرخواهانه در پس این پیام‌ها، اغلب حاوی اطلاعات نادرستی هستند و ممکن است برای ترساندن مردم از پدیده‌ی خورشید گرفتگی برای همیشه طراحی شده باشند. این شیوه می‌تواند نتیجه‌ی معکوسی داشته باشد، به خصوص زمانی که این پیام‌ها برای دانش آموزان در نظر گرفته شده باشند. ممکن است دانش‌آموزی به هشدارهای معلمان و مقامات دیگر توجه کند و پدیده‌ی خورشید گرفتگی را به دلیل اینکه فکر می‌کند برای بینایی خطرآفرین است مشاهده نکند و اگر بعدها دریابد که سایر دانش آموزان به صورت امن به مشاهده خورشید پرداخته‌اند، احساس فریب‌خوردگی می‌کند. پس از آن‌که دانش‌آموز متوجه شود مقامات در یک مورد اشتباه کرده‌اند آن موقع این دانش آموز وقتی توصیه‌ها و نصایح مربوط به سلامت درباره‌ی داروها یا سندرم نقص ایمنی(AIDS)[1] ویا سیگارکشیدن به آنها ارائه شود، چه واکنشی نشان خواهد داد؟ اطلاعات غلط به همان اندازه بی‌اطلاعی می‌تواند بد باشد، اگر بدتر نباشد.

به یاد داشته باشید که مرحله کامل یک خورشیدگرفتگی(کسوف کامل) را می‌توان و توصیه می‌شود بدون هیچ فیلتری مشاهده کرد و مطمئنا هرگز از طریق روش غیر مستقیم دیده نشود. انجام این کار به طور کامل امن و مطمئن است. پس از مشاهده‌ی۱۴ خورشید گرفتگی، مؤلف دریافت که مشاهده غیرمسلح خورشیدگرفتگی کامل بسیار شگفت‌آور و الهام‌بخش است و تجربه‌ای است که باید همه از دیدن آن لذت ببرند.

1 - Acquired immune deficiency syndrome

کتابنامه

[1] White T.J., Mainster M.A., Wilson P.W., Tips J.H. Chorioretinal temperature increases from

solar observation. Bull. Math. Biophys. 1971, **33** pp. 1–17

[2] Sliney D.H., & Wolbarsht M.L. Safety with Lasers and Other Optical Sources. Plenum Publishing

Corp, New York, 1980, pp. 201–15.

[3] Mainster M.A. Eclipse safety. Ophthalmology. 1998, **105** 1 pp. 9–10

[4] American Conference of Governmental Industrial Hygienists Worldwide (ACGIH), *TLVs® and*

BEIs® Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and

Physical Agents and Biological Exposure Indices, ACGIH, Cincinnati, Ohio, 134-147, 2010

[5] Hietanen M. Ocular exposure to solar ultraviolet and visible radiation at high latitudes. Scand.

J. Work Environ. Health. 1991, **17** pp. 398–403

[6] Okuno T. Hazards of solar blue light. Appl. Opt. 2008, **47** 16 pp. 2988–2992

[7] Karandikar R.V. Luminance of the sun. J. Opt. Soc. Am. 1955, **45** 6 pp. 483–488

[8] Chou B.R. Safe solar filters. *Sky and Telescope*, 1981 **62**(2), 119 pp

[9] Chou B.R. Eye safety during solar eclipses — Myths and realities. In: Z. Mouradian and M.

Stavinschi, eds.,"Theoretical and Observational Problems Related to Solar Eclipses," *Proc. NATO*

Advanced Research Workshop. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany, 243–247, 1996

[10] Chou B.R. Solar filter safety. Sky Telescope. 1998, **95** 2 p. 119

[11] Chou B.R., & Krailo M.D. Eye injuries in Canada following the total solar eclipse of 26 February

1979. Can. J. Optom. 1981, **43** p. 40

[12] Del Priore L.V. . In: Totality,Eclipses of the Sun, (Littmann M., Willcox K., Espenak F. eds.).

Oxford University Press, New York, 1999, pp. 140–1.

[13] Marsh J.C.D. Observing the Sun in safety. J. Brit. Astron.Assoc. 1982, **92** p. 6

[14] Michaelides M., Rajendram R., Marshall J., Keightley S. Eclipse retinopathy. Eye (Lond.).

2001, **15** pp. 148–151

[15] Pasachoff J.M. 1998: "Public education and solar eclipses." In: L. Gouguenheim, D. McNally, and

J.R. Percy, Eds., New Trends in Astronomy Teaching, *IAU Colloquium 162,* (London), Astronomical

Society of the Pacific Conference Series, 202–204

[16] Pasachoff J.M. Field Guide to the Stars and Planets. Houghton Mifflin, Boston, Massachusetts,

Fourth Edition, 2000, p.

[17] Pasachoff J.M. . In: Astronomy for Developing Countries, IAU special session at the 24th General

Assembly, (Batten A.H. ed.). 2001, pp. 101–6.

[18] Pasachoff J.M., & Covington M. Cambridge Guide to Eclipse Photography. Cambridge University

Press, Cambridge, New York, 1993, p.

[19] Penner R., & McNair J.N. Eclipse blindness—Report of an epidemic in the military population

of Hawaii. Am. J. Ophthalmol. 1966, **61** pp. 1452–1457

[20] Pitts D.G. . In: Environmental Vision: Interactions of the Eye, Vision and the Environment, (Pitts D.G., & Kleinstein R.N. eds.). Butterworth-Heinemann, Toronto, Canada, 1993

[21] Reynolds M.D., & Sweetsir R.A. *Observe Eclipses*, Astronomical League, Washington, DC, 1995 92 pp

[22] Sherrod P.C. A Complete Manual of Amateur Astronomy. Prentice-Hall, 1981, p.

[23] Chou B.R. “Solar Eclipse Eye Safety” in F. Espenak and J. Anderson *Annular and Total Solar Eclipses*

of 2010. NASA/TP-2008-214171. National Aeronautics and Space Administration, Greenbelt, MD.