



INSO
13367-1
1st. Revision
2017

Identical with
ISO 5631-1:
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

استاندارد ملی ایران
۱۳۳۶۷-۱
تجدید نظر اول
۱۳۹۵

Iranian National Standardization Organization

کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس
نور پخش شده
قسمت ۱: شرایط روشنایی روز در محیط
بسته (C/۲°)

**Paper and board -Determination of
colour by diffuse reflectance-
Part 1: Indoor daylight conditions
(C/2°)**

ICS: 85.060

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: 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.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 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.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه 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 منصفانه 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 پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان 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 در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی 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، گواهینامه 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

«کاغذ و مقوا- تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده

قسمت ۱: شرایط روشنایی روز در محیط بسته ($C/2^0$)»

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

روحانی، مهدی

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

دبیر:

مهدوی فیض آبادی، سعید

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پاشای آهی، لیلا

(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

ثابت، علی

(کارشناسی ارشد پلیمر)

ثمریها، احمد

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

حبیبی، مسعودرضا

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

سلیمی، محمد

(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

صالحی، کامیار

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

فرضی، مجید

(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

قاراگزیلی، مریم

(کارشناسی شیمی کاربردی)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

کارشناس مسئول گروه پژوهشی سلولزی و بسته‌بندی -
پژوهشگاه استاندارد

مدیر فنی آزمایشگاه - مؤسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا)

مدرس - دانشکده فنی و حرفه‌ای انقلاب اسلامی تهران

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

کارشناس مؤسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا)

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

کارشناس شرکت ماسا سلولز

کارشناس علمی انجمن صنایع سلولزی بهداشتی ایران

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

کرد، بهزاد
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

ویراستار:

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

روحانی، مهدی
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها
۴	۴ اصول
۴	۵ وسایل
۴	۱-۵ بازتاب سنج
۴	۲-۵ استانداردهای مرجع
۴	۱-۲-۵ استاندارد مرجع غیر نورتاب
۵	۲-۲-۵ استاندارد مرجع نورتاب
۵	۳-۵ استانداردهای کاری
۵	۱-۳-۵ دو صفحه تخت از جنس شیشه عقیق
۵	۲-۳-۵ قرص پلاستیکی یا قرص مناسب دیگر
۵	۴-۵ حفره سیاه
۵	۶ نمونه برداری و مشروط سازی
۵	۷ آماده سازی آزمونه ها
۶	۸ روش آزمون
۶	۹ محاسبه
۶	۱-۹ مقادیر محرک های سه گانه CIE
۶	۲-۹ مختصات CIELAB
۷	۳-۹ پراکندگی نتایج
۸	۱۰ بیان نتایج
۸	۱۱ دقت
۸	۱۲ گزارش آزمون
۱۰	پیوست الف (الزامی) محاسبه مقادیر محرک های سه گانه
۱۴	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۱: شرایط روشنایی روز در محیط بسته ($C/2^0$)» که نخستین بار در سال ۱۳۸۹ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در سیصد و چهل و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد چوب و فرآورده‌های چوبی، سلولزی و کاغذ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده 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 شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین میشوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای زیر به روش معادل یکسان تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای مزبور است:

ISO 5631-1:2015, Paper and board- Determination of colour by diffuse reflectance - Part 1: Indoor daylight conditions ($C/2^0$)

مقدمه

رنگ یک شی را می توان به صورت انحصاری با استفاده از مختصات سه گانه رنگ مانند مقادیر رنگ (قرمز، سبز و آبی) در سیستم CIE و/یا مؤلفه های رنگ $L^* a^* b^*$ CIE سال ۱۹۷۶ برای یک روشنایی خاص و ناظر استاندارد در سیستم CIE مشخص نمود.

به غیر از خواص نوری نمونه، مقدار این مختصات به شرایط اندازه گیری و مخصوصاً ویژگی های طیفی و هندسی ابزار مورد استفاده بستگی دارد. بنابراین، انجام این استاندارد باید در رابطه با استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳ باشد.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۳۶۷ است که تحت عنوان کلی «کاغذ و مقوا- تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده» شامل قسمت های زیر است و برای اندازه گیری و توصیف رنگ در منبع نوری C سیستم CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ کاربرد دارد.

قسمت ۱: شرایط روشنایی روز در محیط بسته (۲°/C)

قسمت ۲: شرایط روشنایی روز در محیط بیرونی (۱۰°/D۶۵)

قسمت ۳: شرایط روشنایی در محیط داخلی (۲°/D۵۰)

در قسمت های دیگر این استاندارد اندازه گیری و محاسبات با شیوه ای مشابه با شرایط روشنایی روز (D۶۵) CIE و ناظر استاندارد (۱۰°) CIE: سال ۱۹۶۴ یا شرایط روشنایی روز (D60) CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ انجام می شود.

انتخاب شرایط منبع نوری در مختصات رنگ کاغذهای سفید حاوی عامل سفیدکننده نوری فلورسنت اهمیت دارد. در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۹۵، مقدار اشعه فرابنفش منبع نوری نسبت به شرایط مشاهده جسم در فضای بیرونی بسیار بیشتر است.

در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۹۵، اندازه گیری و توصیف رنگ در شرایط روشنایی روز (D۵۰) CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ آورده شده است. این استاندارد به دلیل آن که مطابق با شرایط روشنایی/ ناظر در صنعت گرافیک است، خصوصاً برای کاغذهای مناسب برای کارهای گرافیکی کاربرد دارد.

کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۱: شرایط روشنایی روز در محیط بسته ($C/2^\circ$)

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین اندازه‌گیری رنگ کاغذ و مقوا با روش انعکاس نور پخش شده با حذف براقیت آینه‌ای^۱ است.

این استاندارد برای کاغذها یا مقواهای رنگی که رنگ‌دانه‌ها یا رنگ‌های^۲ نورتاب^۳ در ترکیب آنها وجود دارد، کاربرد ندارد. ممکن است برای تعیین رنگ کاغذها یا مقواهایی که حاوی عوامل سفیدکننده نورتاب هستند، به کار رود. مشروط بر این که مقدار نور فرابنفش روشنایی^۴ تأمین شده روی نمونه، مطابق با منبع نور C سیستم CIE، با استفاده از یک استاندارد مرجع نورتاب فراهم شده توسط آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده به‌گونه‌ای که در استاندارد ملی ایران شماره: ۱-۱۳۳۶۶ تعریف شده است، تنظیم شده باشد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب 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:

2-1 ISO 186: 2002, Paper and board - Sampling to determine average quality

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳، سال ۱۳۷۴، روش نمونه‌برداری از کاغذ و مقوا برای آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 186: 2002 تدوین شده است.

2-2 ISO 187: 1990, Paper, board and pulps - Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶، سال ۱۳۸۲، شرایط محیطی استاندارد مشروط کردن، مراحل نظارت بر شرایط محیطی و مشروط کردن و آزمون نمونه‌های آزمون خیمیر کاغذ، کاغذ و مقوا، با استفاده از استاندارد ISO 187: 1990 تدوین شده است.

1 - Specular gloss

2 - Dye

3 - Fluorescent

4 - Illumination

2-3 ISO 2469: 2014, Paper, board and pulps - Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳، خمیر کاغذ، کاغذ و مقوا - اندازه گیری عامل تابش پخششی (ضریب انعکاس پخششی)، با استفاده از استاندارد ISO 2469: 2014 تدوین شده است.

2-4 ISO 2470-1: 2016, Paper, board and pulps -- Measurement of diffuse blue reflectance factor -- Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹، کاغذ - مقوا و خمیر کاغذ- اندازه گیری عامل انعکاس پخششی نور آبی- قسمت ۱- شرایط روشنایی روز در محیط بسته (روشنایی ISO)، با استفاده از استاندارد ISO 2470-1: 2009 تدوین شده است.

2-5 ASTM E308-06, Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System

2-6 CIE Publication 15: 2004, Colorimetry, 3rd ed.

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

عامل تابندگی

radiance factor

β

نسبت تابندگی عنصر سطح یک جسم در جهت تعیین شده توسط رأس یک مخروط در عنصر سطح، به پخش کننده بازتابش کامل در همان شرایط روشنایی است.

یادآوری - برای مواد نورتاب (لومینسانس) ^۱، عامل تابندگی کل، β ، برابر مجموع دو عامل انعکاس تابش، β_s ، و عامل نورتابی تابش، β_L است، بنابراین:

$$\beta = \beta_s + \beta_L$$

برای مواد غیر نورتاب، عامل انعکاس تابش، β_s ، از نظر عددی برابر با عامل انعکاس R است.

۲-۳

عامل تابندگی ذاتی

intrinsic radiance factor

β_{∞}

عامل تابندگی یک لایه یا لایه^۱ از یک ماده ضخیم که به اندازه کافی مات باشد، به طوری که با افزایش ضخامت لایه مثل دو برابر کردن تعداد لایه‌ها، هیچ تغییری در عامل تابندگی اندازه‌گیری شده بوجود نیاید.

یادآوری ۱- عامل تابندگی ذاتی برحسب درصد بیان می‌شود.

۳-۳

عامل انعکاس

reflectance factor

R

نسبت تابش انعکاس یافته به وسیله عنصر سطح یک جسم در جهت تعیین شده توسط رأس یک مخروط در عنصر سطح، به تابشی که به وسیله یک پخش کننده کامل در شرایط روشنایی یکسان منعکس می‌شود.

یادآوری ۱- این نسبت اغلب برحسب درصد بیان می‌شود.

یادآوری ۲- اگر جسم نیمه شفاف باشد، عامل انعکاس تحت تأثیر قسمت زیرین قرار می‌گیرد.

۴-۳

عامل بازتابندگی (انعکاس) ذاتی

intrinsic reflectance factor

R_{∞}

عامل بازتابندگی ذاتی یک لایه یا یک دسته از مواد با ضخامت کافی برای این که مات باشد به طوری که افزایش ضخامت دسته ورق، با دو برابر کردن تعداد ورق‌ها منجر به هیچ تغییری در عامل بازتابندگی اندازه‌گیری شده نشود.

یادآوری - عامل انعکاس یک ورق غیر مات بستگی به زمینه دارد و خاصیت ماده به شمار نمی‌آید.

۵-۳

مقادیر محرک‌های سه‌گانه

tristimulus values

Z, Y, X

مقادیر سه محرک رنگی مرجع، در یک سیستم رنگی ارائه شده، برای همانندی محرک‌ها مورد نیاز است. یادآوری ۱- در این استاندارد، ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ و منبع نور C سیستم CIE، برای تعریف سیستم با سه رنگ به کار رفته‌اند.

یادآوری ۲- اگر ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ مورد استفاده قرار گیرد، هیچ‌گونه زیرنویسی برای مقادیر محرک‌های سه‌گانه اعمال نمی‌شود، (زیرنویس ۱۰ برای مقادیر محرک‌های سه‌گانه‌ای اعمال می‌شود که با استفاده از ناظر استاندارد (۱۰°) در CIE: سال ۱۹۶۴ حاصل شده‌اند).

۶-۳

فضای رنگی CIELAB

CIELAB colour space

فضای رنگی سه‌بعدی تقریباً یکنواخت، که با رسم کردن چهارگوشی با مختصات L^* ، a^* ، b^* ، (کمیت‌های تعریف شده با معادلات ارائه شده در بند ۹)، حاصل می‌شوند.

یادآوری - کمیت L^* ، اندازه روشنایی آزمونه است، L^* برابر صفر برای سیاه و $L^*=100$ ، به‌عنوان پخش‌کننده انعکاس کامل تعریف می‌شود. از نظر بصری، کمیت‌های a^* و b^* به ترتیب نشان‌دهنده محورهای قرمز - سبز و زرد - آبی در فضای رنگی می‌باشند، به همین ترتیب:

$+a^*$ اندازه درجه قرمزی آزمونه،

$-a^*$ اندازه درجه سبزی آزمونه،

$+b^*$ اندازه درجه زرد بودن آزمونه،

$-b^*$ اندازه درجه آبی بودن آزمونه است.

اگر هم a^* و هم b^* برابر صفر باشند، آزمونه بی‌رنگ است.

۴ اصول

نور انعکاس یافته از یک نمونه، تحت شرایط مشخص شده، توسط رنگ‌سنج از نوع فیلتر - محرک سه‌گانه یا توسط اسپکتروفتومتر ساده‌تر شده و مختصات رنگ برای شرایط $C/2^\circ$ محاسبه می‌شود.

۵ وسایل

۱-۵ بازتاب سنج

۵-۱-۱ بازتاب سنج دارای ویژگی‌های هندسی، طیفی و نورسنجی و کالیبره شده مطابق با مقررات ارائه شده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳.

اگر اندازه‌گیری مواد حاوی عوامل نورتاب سفید کننده مدنظر باشد، بازتاب سنج باید مجهز به منبع تابشی با میزان فرابنفش تنظیم شده مطابق با منبع نور C با به کارگیری یک استاندارد مرجع باشد، که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹ توصیف شده است.

۵-۱-۲ در مورد بازتاب‌سنج فیلتری، مجموعه‌ای از فیلترها که با ویژگی‌های نوری دستگاه مرتبط هستند، پاسخ کلی برابر با مقادیر محرک‌های سه‌گانه X، Y و Z سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE: سال ۱۹۳۱، برای آزمون ارزیابی شده با منبع نور C سیستم CIE ارائه می‌دهند.

در صورت استفاده از بازتاب‌سنج فیلتری، میدان تابش فرابنفش تابیده شده به آزمون باید مطابق با منبع نور C سیستم CIE باشد.

۵-۱-۳ در صورت استفاده از اسپکتروفتومتر ساده‌تر، یک تابع که امکان محاسبه مقادیر محرک‌های سه‌گانه X، Y و Z سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE: سال ۱۹۳۱ برای آزمون ارزیابی شده با منبع نور C سیستم CIE، با استفاده از عدد وزنی ارائه شده در پیوست الف را فراهم کند، پیوست‌های الف-۱ و الف-۲ برای اسپکتروفوتومتری بدون اصلاح باند عبوری^۱ و پیوست‌های الف-۳ و الف-۴ برای اسپکتروفوتومتری با اصلاح باند عبوری استفاده می‌شوند.

در این حالت دستگاه باید دارای فیلتر قابل تنظیم با طول موج حذفی ۳۹۵ nm یا سیستم‌های معادل دیگر برای تنظیم باشد، و این فیلتر باید قابل تنظیم بوده و یا سیستم باید با کمک استاندارد مرجع نورتاب (طبق بند ۵-۲-۲) کالیبره شود، به طوری که میزان نور فرابنفش تابیده شده به نمونه، مطابق با منبع نور C سیستم CIE باشد.

۵-۲ استانداردهای مرجع، برای کالیبراسیون دستگاه و استانداردهای کاری، و استفاده از آن‌ها به دفعات کافی برای حصول اطمینان از رضایت‌بخش بودن کالیبراسیون و تنظیم نور فرابنفش.

۵-۲-۱ استاندارد مرجع غیر نورتاب، برای کالیبراسیون نورسنجی، که به وسیله آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳.

۵-۲-۲ استاندارد مرجع نورتاب، برای استفاده در تنظیم میزان تابش فرابنفش تابیده شده روی نمونه که دارای مقدار روشنایی طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹.

۵-۳ استانداردهای کاری، که به تعداد کافی کالیبره شده باشند، تا اطمینان حاصل شود که کالیبراسیون به طور رضایت بخشی حفظ می شود.

۵-۳-۱ دو صفحه تخت از جنس شیشه سفید مات^۱، که از سرامیک یا سایر مواد غیر نورتاب مناسب، تمیز و کالیبره شده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳.

یادآوری - در برخی تجهیزات، عملکرد استاندارد کاری اولیه ممکن است توسط استاندارد داخلی تعریف شود.

۵-۳-۲ قرص پلاستیکی یا قرص مناسب دیگر، حاوی یک عامل سفیدکننده نورتاب.

۵-۴ حفره سیاه^۲، دارای یک عامل انعکاسی که بیشتر از ۰/۲ درصد با مقدار اسمی آن در تمام طول موجها اختلاف ندارد، بهتر است حفره سیاه به طور وارونه در یک محیط بدون گرد و غبار و با یک پوشش محافظ نگهداری شود.

یادآوری ۱ - میزان انعکاس حفره سیاه با مراجعه به دستورالعمل سازنده قابل بررسی است.

یادآوری ۲ - مقدار اسمی توسط سازنده ارائه می شود.

۶ نمونه برداری و مشروط سازی

اگر نمونه ها برای ارزیابی مقدار زیادی از کاغذ یا مقوا انجام گیرد، نمونه باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳: سال ۱۳۷۴ تهیه شود. اگر آزمون ها روی چند نوع مختلف از نمونه ها انجام شود، مطمئن شوید که نمونه ها نماینده نمونه دریافتی باشند.

توصیه می شود مشروط سازی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶: سال ۱۳۸۲ انجام شود، ولی اجباری نیست. بهتر است پیش مشروط سازی با دماهای بالا اعمال نشود، چون احتمال دارد باعث تغییر خواص نوری شود.

۷ آماده سازی آزمون ها

حداقل ده آزمون چهارگوش به ابعاد تقریبی $150 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ ، بدون نقش باطنی^۳، بدون لکه و عیوب ظاهری تهیه و به صورت دسته جمع کنید، طوری که سطوح کلیه نمونه ها رو به بالا باشد. بهتر است تعداد به گونه ای باشد که با دو برابر کردن تعداد آزمون ها، تغییری در عامل تابندگی روی ندهد. دسته های نمونه

1- Opal glass
2- Black cavity
3- Watermarks

آزمونی را با قرار داد دو ورق در زیر و روی دسته محافظت کنید، از آلودگی و قرار دادن غیر ضروری در معرض نور یا حرارت غیر ضروری خودداری کنید.

آزمونه رویی را در یکی از گوشه‌ها و سطح رویی آن برای شناسایی نمونه علامت‌گذاری کنید یا دو طرف را مشخص کنید.

اگر سطح رویی از طرف توری (زیری) قابل تشخیص باشد، سطح رویی باید به سمت بالا قرار داده شود؛ در غیر این صورت، برای کاغذهای تولید شده روی ماشین‌های توری دوقلو^۱، اطمینان حاصل کنید که سمتی از کاغذ که به طرف بالا قرار دارد، سطح رویی آن است.

۸ روش آزمون

۸-۱ اطمینان حاصل کنید که کالیبراسیون دستگاه مطابق دستورالعمل سازنده و طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹ صورت گیرد.

۸-۲ ورق‌های محافظ را از رو و زیر دسته آزمونه‌ها بردارید، بدون لمس کردن سطح آزمونه، روش مناسب کار با دستگاه را برای به دست آوردن مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE اولین آزمونه یا به دست آوردن مقادیر CIELAB، در صورتی که دستگاه برای گزارش مستقیم در این فضای رنگی طراحی شده باشد، به کار برید. مقادیر محرک‌های سه‌گانه را با تقریب ۰/۰۱ واحد خوانده و ثبت کنید.

۸-۳ آزمونه رویی اندازه‌گیری شده را به زیر دسته آزمونه منتقل کرده و مقادیر را برای آزمونه‌های بعدی تعیین کنید تا این که حداقل ده آزمونه ارزیابی شوند. در صورت لزوم، مراحل را برای طرف دیگر آزمونه‌ها تکرار کنید.

۹ محاسبه

۹-۱ مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE

اگر دستگاه دارای باند عبوری ۵ nm یا باریک‌تر باشد، مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE را مطابق با CIE شماره ۱۵ منتشر شده در سال ۲۰۰۴ محاسبه کنید. در تمام موارد دیگر، مقادیر محرک‌های سه‌گانه را یا استفاده از عوامل وزنی مناسب ارائه شده در استاندارد ASTM E308-06 محاسبه کنید. اگر دستگاه، مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE را به‌طور مستقیم فراهم نکند، آن‌ها را از طریق محاسبه با استفاده از جداول ارائه شده در پیوست الف به دست بیاورید.

۹-۲ مختصات CIELAB

مختصات CIELAB را از روی مقادیر محرک‌های سه‌گانه X، Y و Z توسط معادله‌های زیر تعیین کنید:

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (1)$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \quad (2)$$

$$b^* = 200[(X/X_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad (3)$$

که X_n ، Y_n و Z_n مقادیر محرک‌های سه‌گانه پخش کننده کامل انعکاس، تحت شرایط $C/2^\circ$ است. این مقادیر به‌عنوان مقادیر «نقطه سفید^۱» در پیوست الف ارائه شده‌اند.

با این وجود، اگر هرگونه نسبت X/X_n ، Y/Y_n و Z/Z_n کوچک‌تر یا مساوی $(24/116)^3$ باشد، معادلات جایگزین باید به شرح زیر مورد استفاده قرار گیرد:

الف - اگر $(X/X_n) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(X/X_n)^{1/3}$ را در معادله (۲) با عبارت $16/116 + (X/X_n)$ جایگزین کنید. (۸۴۱/۱۰۸)

ب - اگر $(Y/Y_n) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(Y/Y_n)^{1/3}$ را در معادله‌های (۱)، (۲) و (۳) را با عبارت $16/116 + (Y/Y_n)$ جایگزین کنید. (۸۴۱/۱۰۸)

پ - اگر $(Z/Z_n) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(Z/Z_n)^{1/3}$ را در معادله (۳) با عبارت $16/116 + (Z/Z_n)$ جایگزین کنید. (۸۴۱/۱۰۸)

یادآوری ۱- عبارت $(24/116)^3$ تقریباً برابر $0/008856$ است.

یادآوری ۲- عبارت (۸۴۱/۱۰۸) تقریباً برابر $7/787$ است.

یادآوری ۳- اگر $(Y/Y_n) \leq (24/116)^3$ باشد، معادله (۱) به شکل $L^* = 903/3(Y/Y_n)$ تبدیل می‌شود.

۳-۹ پراکندگی نتایج

از آنجائی که محاسبات آماری سه‌بعدی، خیلی پیچیده هستند، روش ساده زیر برای ارزیابی پراکندگی توصیه می‌شود.

مقادیر میانگین « L^* »، « a^* »، « b^* » برای مقادیر L^* ، a^* و b^* را محاسبه کنید.

برای هر آزمون، مقدار انحراف ΔE_{ab}^* از میانگین را به شکل زیر محاسبه کنید:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad (4)$$

که ΔL^* ، Δa^* و Δb^* اختلاف بین مقادیر L^* ، a^* و b^* آزمون بوده و با مقادیر میانگین « L^* »، « a^* »، « b^* » متناظر هستند.

مقادیر میانگین « ΔE_{ab}^* » را محاسبه کنید. این مقدار به عنوان میانگین اختلاف رنگ از مقدار میانگین (MCDM) شناخته می شود و پراکندگی را به صورت کره ای با شعاع « ΔE_{ab}^* » دورتادور نقطه میانگین در فضای CIELAB تعیین می کند.

یادآوری - این محاسبه برای تعیین اختلاف رنگ بین دو نمونه از عبارتی استفاده می کند که ممکن است در این مختصات به صورت زیر محاسبه شود:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (5)$$

که ΔL^* ، Δa^* و Δb^* اختلاف بین مقادیر L^* ، a^* و b^* دو نمونه هستند. در هر حال محاسبه اختلاف رنگ در این استاندارد گنجانده نشده است.

۱۰ بیان نتایج

مقادیر L^* ، a^* و b^* را با سه رقم معنی دار و پراکندگی را به صورت مقدار میانگین اختلاف رنگ با میانگین (MCDM) با دو رقم معنی دار گزارش کنید.

یادآوری - با محاسبه میانگین مقادیر ΔL^* ، Δa^* و Δb^* از روی معادله (۴)، می توان اطلاعاتی درباره ماهیت انواع مختلف به دست آورد، که در این استاندارد آورده نشده است.

۱۱ دقت

اطلاعات مرتبط با دقت این استاندارد، هنوز در دسترس نیست. با این وجود، بهتر است یادآوری شود که هنگام اندازه گیری نمونه های سفید یا مایل به سفید حاوی عوامل نورتاب سفید کننده، تجدید پذیری نتایج بین دستگاه ها کاهش می یابد، چون تنظیمات مقدار فرابنفش برای تطابق با منبع نور C استاندارد CIE به تنظیمات تک نقطه ای مبتنی بر مقدار روشنایی ISO استاندارد مرجع نورتاب، محدود می شود.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۲ روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۲ تاریخ و محل انجام آزمون؛

۳-۱۲ مشخصات دقیق نمونه و طرف یا طرف های مورد آزمون آزمونه؛

۴-۱۲ این که آیا آزمونه ها مشروط شده اند، که اگر چنین باشد، شرایط جوی مورد استفاده برای آن؛

۵-۱۲ میانگین مختصات رنگ و میانگین اختلاف رنگ از میانگین طرف (های) لازم نمونه (به بند ۳-۹ مراجعه کنید)؛

۶-۱۲ نوع دستگاه به کار رفته؛

۷-۱۲ هرگونه انحراف از این استاندارد، یا هر عاملی که ممکن است نتایج را تحت تأثیر قرار دهد.

پیوست الف

(الزامی)

ویژگی‌های طیفی بازتاب‌سنج برای تعیین مقادیر محرک‌های سه‌گانه

الف-۱ بازتاب‌سنج‌های فیلتری

در این استاندارد، ویژگی‌های طیفی موردنیاز بازتاب‌سنج شامل ترکیبی از عوامل مختلف مثل لامپ‌ها، منشورهای تلفیقی، عدسی‌های شیشه‌ای، فیلترها و آشکارسازها می‌باشد. فیلترها باید به گونه ای باشند که همراه با ویژگی‌های نوری دستگاه، بازخورد کلی معادل با محرک‌های سه‌گانه X, Y, Z در منبع نوری استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ برای نمونه‌های آزمونی ارزیابی شده با منبع نوری C (نور معمولی) سیستم CIE، ارزیابی دهند.

الف-۲ اسپکتروفتومتر ساده‌تر شده

الف-۲-۱ کلیات

مقادیر محرک‌های سه‌گانه مطلوب با جمع کردن حاصل ضرب عوامل تابندگی طیفی در عوامل وزنی W به دست می‌آید، که در استاندارد ASTM E308-06 با رأی ناظر (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ و منبع نوری C سیستم CIE ارائه شده‌اند.

در پایین ستون هر جدول (به جداول الف-۱، الف-۲، الف-۳ و الف-۴ مراجعه کنید) «جمع کل^۱» و «نقطه سفید» اطلاعات آورده شده است. رقم «جمع کل» در انتهای هر ستون در جداول این پیوست، جمع جبری مقادیر ستون‌ها است. برای راحتی، این رقم به‌عنوان مقدار کنترلی جهت اطمینان از درست بودن کپی کردن جداول (در صورت لزوم) به کار می‌رود. عدم یکسان بودن مقادیر جمع کل با مقادیر «نقطه سفید» به دلیل گرد کردن داده‌ها است. هریک از مقادیر موجود در ستون، تا سه رقم اعشار گرد شده است. داده‌های مربوط به نقطه سفید (نه سایر داده‌ها) که با استفاده از این جداول محاسبه شده‌اند، باید به‌عنوان مقادیر Y_n و X_n و Z_n در تبدیل مقادیر محرک‌های سه‌گانه با استفاده از جداول مختصات CIELAB و/یا CIELUV یا هر مقصود دیگری که سهم محرک‌های سه‌گانه آزمونه را نسبت به نقطه سفید مشخص نماید، مورد استفاده قرار گیرند.

دستورالعمل‌های زیر که از استاندارد ASTM E308-06 برگرفته شده‌اند، بهتر است هنگامی اعمال شوند که مقادیر در بالا و پایین گستره در دسترس نباشند.

اگر داده‌های مربوط به $\beta(\lambda)$ برای گستره کامل طول موج ۳۶۰ nm تا ۷۸۰ nm در دسترس نباشد، مقادیر ضریب وزنی طول موج‌هایی را که داده‌های آن‌ها در دسترس نیست، به مقادیر ضرایب وزنی کوتاه‌ترین یا بلندترین طول موج که داده‌های طیفی آن‌ها در دسترس است، اضافه کنید، به عبارت دیگر:

الف- مقادیر وزنی کلیه طول موج‌ها ($360 \text{ nm}, \dots$) که داده‌های اندازه‌گیری شده آن‌ها در دسترس نیست، را به مقادیر وزنی بالاتر بعدی که دارای چنین داده‌هایی هستند، اضافه کنید.

ب- مقادیر وزنی کلیه طول موج‌ها ($780 \text{ nm}, \dots$) که داده‌های اندازه‌گیری شده آن‌ها در دسترس نیست، را به مقادیر وزنی کمتر بعدی که دارای چنین داده‌هایی هستند، اضافه کنید.

در غیاب مواد نورتاب، عامل تابندگی طیفی ممکن است با عامل انعکاس طیفی $R(\lambda)$ جایگزین یا به‌عنوان عامل انعکاسی طیفی بیان شود.

الف-۲-۲ روش استفاده از داده‌ها بدون اصلاح کالیبراسیون باند عبوری^۱

از جداول الف-۱ و الف-۲ زمانی استفاده کنید که داده‌های طیفی برای باند عبوری واقعی اصلاح نشده‌اند و این باند تقریباً معادل حدفاصل اندازه‌گیری‌ها می‌باشد. جدول الف-۱ برای اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج هستند. از جدول الف-۲ وقتی استفاده می‌شود که حدفاصل اندازه‌گیری‌ها در محدوده ۲۰ نانومتری طول موج باشند. در دو جدول الف-۱ و الف-۲ امکان اصلاح طول موج طیف برای دستیابی به طول موج واقعی آن با استفاده از ضرایب وزنی سه گانه وجود دارد.

الف-۲-۲ روش استفاده از داده‌ها با اصلاح کالیبراسیون باند عبوری

از جداول الف-۳ و الف-۴ زمانی استفاده می‌شود که داده‌های طیفی برای باند عبوری واقعی اصلاح شده‌اند (مثلاً به وسیله سازنده دستگاه) و این باند تقریباً معادل حدفاصل اندازه‌گیری‌ها می‌باشد. جدول الف-۳ برای اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج هستند. از جدول الف-۴ وقتی استفاده می‌شود که حدفاصل اندازه‌گیری‌ها در محدوده ۲۰ نانومتری طول موج باشند.

یادآوری ۱- جداول الف-۳ و الف-۴ برای استفاده از تجهیزاتی که نیاز به اصلاح باند عبوری ندارند به پیوست این استاندارد اضافه شده‌اند. این اصلاح توسط سازنده در اطلاعات خروجی دستگاه لحاظ شده است.

یادآوری ۲- در دستگاه‌های مختلف، داده‌های بازتاب نور باتوجه به اصلاح یا عدم اصلاح باند عبوری متفاوت هستند. با این حال، با اعمال مناسب ضرایب وزنی، نتایج نورسنجی شبیه هستند.

۱-Bandpass calibration: هدف از کالیبراسیون باند عبوری، یافتن ارتباط بین مشاهدات واقعی و آن چیزی که شخص می‌بیند (مشاهدات شخصی) می‌باشد و بدین وسیله بازده طول موج اندازه‌گیری و اصلاح می‌شود.

جدول الف ۱- ضرایب وزنی (C/λ^2) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_Z	W_Y	W_X	طول موج (nm)
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۳۷۰
۰/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۳۸۰
۰/۰۶۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵	۳۹۰
۰/۳۵۰	۰/۰۰۲	۰/۰۷۴	۴۰۰
۱/۲۴۱	۰/۰۰۷	۰/۲۶۱	۴۱۰
۵/۶۰۵	۰/۰۳۲	۱/۱۷۰	۴۲۰
۱۴/۹۶۷	۰/۱۱۸	۳/۰۷۴	۴۳۰
۲۰/۳۴۶	۰/۲۵۹	۴/۰۶۶	۴۴۰
۲۰/۷۶۹	۰/۴۳۷	۳/۹۵۱	۴۵۰
۱۹/۶۲۴	۰/۶۸۴	۳/۴۲۱	۴۶۰
۱۵/۱۵۳	۱/۰۴۲	۲/۲۹۲	۴۷۰
۹/۲۹۴	۱/۶۰۰	۱/۰۶۶	۴۸۰
۵/۱۱۵	۲/۳۳۲	۰/۳۲۵	۴۹۰
۲/۷۸۸	۳/۳۷۵	۰/۰۲۵	۵۰۰
۱/۴۸۱	۴/۸۲۳	۰/۰۵۲	۵۱۰
۰/۶۶۹	۶/۴۶۸	۰/۵۳۵	۵۲۰
۰/۳۸۱	۷/۹۵۱	۱/۴۹۶	۵۳۰
۰/۱۸۷	۹/۱۹۳	۲/۷۶۶	۵۴۰
۰/۰۸۱	۹/۸۸۹	۴/۲۷۴	۵۵۰
۰/۰۳۶	۹/۸۹۸	۵/۸۹۱	۵۶۰
۰/۰۱۹	۹/۱۸۶	۷/۳۵۳	۵۷۰
۰/۰۱۵	۸/۰۰۸	۸/۴۵۹	۵۸۰
۰/۰۱۰	۶/۶۲۱	۹/۰۳۶	۵۹۰
۰/۰۰۷	۵/۳۰۲	۹/۰۰۵	۶۰۰
۰/۰۰۳	۴/۱۶۸	۸/۳۸۰	۶۱۰
۰/۰۰۱	۳/۱۴۷	۷/۱۱۱	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۱۷۴	۵/۳۰۰	۶۳۰
۰/۰۰۰	۱/۴۲۷	۳/۶۶۹	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۸۷۳	۲/۳۲۰	۶۵۰
۰/۰۰۰	۰/۴۹۲	۱/۳۳۳	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۶۸۳	۶۷۰
۰/۰۰۰	۰/۱۲۹	۰/۳۵۶	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۵۹	۰/۱۶۲	۶۹۰

ادامه جدول الف ۱- ضرایب وزنی (C/۲°) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات موردقبول که در فواصل ۱۰nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۷۷	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۳۸	۷۱۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۷۳۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۵۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۷۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۱۸/۲۳۱	۹۹/۹۹۹	۹۸/۰۷۴	جمع کل
۱۱۸/۲۳۲	۱۰۰/۰۰	۹۸/۰۷۴	نقطه سفید

جدول الف ۲- ضرایب وزنی (C/۲°) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات موردقبول که در فواصل ۲۰nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W _Z	W _Y	W _X	طول موج (nm)
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۳۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۳۸۰
-۰/۷۷۷	۰/۰۰۱	-۰/۱۶۴	۴۰۰
۱۱/۲۹۶	۰/۰۴۴	۲/۳۷۳	۴۲۰
۴۲/۵۶۱	۰/۴۹۱	۸/۵۹۵	۴۴۰
۳۹/۸۹۹	۱/۳۰۸	۶/۹۳۹	۴۶۰
۱۸/۴۵۱	۳/۰۶۲	۲/۰۴۵	۴۸۰
۴/۷۲۸	۶/۵۹۶	-۰/۲۱۷	۵۰۰
۱/۳۴۱	۱۲/۹۲۵	۰/۸۸۱	۵۲۰
۰/۳۱۹	۱۸/۶۵۰	۵/۴۰۶	۵۴۰
۰/۰۵۹	۲۰/۱۴۳	۱۱/۸۴۲	۵۶۰
۰/۰۲۸	۱۶/۰۹۵	۱۷/۱۶۹	۵۸۰
۰/۰۱۳	۱۰/۵۳۷	۱۸/۳۸۳	۶۰۰
۰/۰۰۲	۶/۲۱۱	۱۴/۳۴۸	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۷۴۳	۷/۱۴۸	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۹۱۱	۲/۴۸۴	۶۶۰

ادامه جدول الف - ۲ ضرایب وزنی ($C/2^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات موردقبول که در فواصل 20nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_Z	W_Y	W_X	طول موج (nm)
۰/۰۰۰	۰/۲۱۸	۰/۶۰۰	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۴۹	۰/۱۳۶	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۳۱	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۱۸/۲۳۱	۹۹/۹۹۸	۹۸/۰۷۳	جمع کل
۱۱۸/۲۳۲	۱۰۰/۰۰۰	۹۸/۰۷۴	نقطه سفید

جدول الف - ۳ ضرایب وزنی ($C/2^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات موردقبول که در فواصل 10 nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_Z	W_Y	W_X	طول موج (nm)
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۳۷۰
۰/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۳۸۰
۰/۰۸۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۳۹۰
۰/۳۵۸	۰/۰۰۲	۰/۰۷۶	۴۰۰
۱/۵۴۷	۰/۰۰۹	۰/۳۲۵	۴۱۰
۶/۲۰۷	۰/۰۳۸	۱/۲۹۲	۴۲۰
۱۴/۴۹۶	۰/۱۲۳	۲/۹۶۸	۴۳۰
۱۸/۸۶۰	۰/۲۶۱	۳/۹۵۹	۴۴۰
۲۰/۷۲۸	۰/۴۴۳	۳/۹۳۱	۴۵۰
۱۹/۲۸۶	۰/۶۹۲	۳/۳۶۰	۴۶۰
۱۵/۰۲۲	۱/۰۶۱	۲/۲۸۳	۴۷۰
۹/۴۷۹	۱/۶۱۲	۱/۱۱۶	۴۸۰
۵/۲۸۶	۲/۳۵۸	۰/۳۶۳	۴۹۰
۲/۸۶۸	۳/۴۱۴	۰/۰۴۸	۵۰۰
۱/۵۱۲	۴/۸۴۲	۰/۰۹۲	۵۱۰
۰/۷۲۰	۶/۴۴۹	۰/۵۷۸	۵۲۰
۰/۳۸۱	۷/۹۳۶	۱/۵۱۹	۵۳۰
۰/۱۹۵	۹/۱۴۵	۲/۷۸۶	۵۴۰
۰/۰۸۶	۹/۸۳۱	۴/۲۸۵	۵۵۰

ادامه جدول الف - ۳ ضرایب وزنی (C/۲°) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات موردقبول که در فواصل ۱۰ nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۳۸	۹/۸۳۴	۵/۸۷۷	۵۶۰
۰/۰۲۰	۹/۱۴۸	۷/۳۲۳	۵۷۰
۰/۰۱۵	۷/۹۹۰	۸/۴۱۴	۵۸۰
۰/۰۱۰	۶/۶۲۹	۸/۹۸۵	۵۹۰
۰/۰۰۷	۵/۳۲۱	۸/۳۲۴	۶۰۰
۰/۰۰۳	۴/۱۷۷	۸/۳۸۰	۶۱۰
۰/۰۰۰	۳/۱۴۶	۷/۰۵۵	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۱۹۶	۵/۳۲۷	۶۳۰
۰/۰۰۰	۱/۴۴۲	۳/۶۹۲	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۸۸۷	۲/۳۵۲	۶۵۰
۰/۰۰۰	۰/۵۰۳	۱/۳۶۰	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۶۱	۰/۷۱۳	۶۷۰
۰/۰۰۰	۰/۱۳۲	۰/۳۶۴	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۱۷۲	۶۹۰
۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۸۰	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۳۹	۷۱۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۷۳۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۵۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۷۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۱۸/۲۳۰	۱۰۰/۰۰۰۰	۹۸/۰۷۴	جمع کل
۱۱۸/۲۳۲	۱۰۰/۰۰	۹۸/۰۷۴	نقطه سفید

جدول الف - ۴ ضرایب وزنی ($C/2^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات موردقبول که در فواصل ۲۰ nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_Z	W_Y	W_X	طول موج (nm)
-۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۱	۳۶۰
-۰/۰۵۴	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۱	۳۸۰
-۰/۰۸۹	-۰/۰۰۱	۰/۳۹۳	۴۰۰
۲/۱۹۱	۰/۰۸۵	۱۴/۰۳۳	۴۲۰
۷/۶۴۹	۰/۵۱۱	۳۸/۵۱۸	۴۴۰
۳۹/۸۹۹	۱/۳۰۸	۶/۹۳۹	۴۶۰
۱۹/۵۶۴	۳/۲۰۶	۲/۳۶۴	۴۸۰
۵/۷۵۲	۶/۹۱۰	۰/۰۶۹	۵۰۰
۱/۴۴۲	۱۲/۸۷۶	۱/۱۹۸	۵۲۰
۰/۳۵۷	۱۸/۲۵۸	۵/۵۹۱	۵۴۰
۰/۰۷۳	۱۹/۵۸۸	۱۱/۷۵۰	۵۶۰
۰/۰۲۶	۱۵/۹۹۱	۱۶/۷۹۴	۵۸۰
۰/۰۱۳	۱۰/۶۹۶	۱۷/۸۹۶	۶۰۰
۰/۰۰۳	۶/۲۶۱	۱۴/۰۱۸	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۹۰۲	۷/۴۵۷	۶۴۰
۰/۰۰۰	۱/۰۰۸	۲/۷۴۶	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۵۷	۰/۷۱۲	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۵۵	۰/۱۵۳	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۳۴	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۱۸/۲۳۴	۱۰۰/۰۰۱	۹۸/۰۷۷	جمع کل
۱۱۸/۲۳۲	۱۰۰/۰۰۰	۹۸/۰۷۴	نقطه سفید

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶: سال ۱۳۸۲، شرایط محیطی استاندارد مشروط کردن، مراحل نظارت بر شرایط محیطی و مشروط کردن و آزمون نمونه‌های آزمون‌ی خمیر کاغذ، کاغذ و مقوا.
- [2] ISO 11664-2:2007(E)/CIE S014-2/E: 2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 2: CIE Standard Illuminants*
- [3] ISO 11664-2:2007(E)/CIE S014-2/E:2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 2: CIE Standard Illuminants*
- [4] CIE S017/E:2011 *ILV:International Lighting Vocabulary*, CIE Central Bureau, Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, Austria
- [5] Erb W., & Krystek K. *Truncation error in colorimetric computations*, Col. Res. Appl. 8, No. 1, 1983
- [6] ISO 11664-3:2012(E)/CIE S014-3/E:2011 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 3: CIE Tristimulus Values*
- [7] ISO 11664-4:2008(E)/CIE S014-4/E:2007 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 4 1976 L*a*b* Colour Space*