



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۳۳۶۷-۲
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

INSO
13367-2
1st. Revision
2017

Identical with
ISO 5631-2:
2015

کاغذ و مقوا- تعیین رنگ توسط انعکاس
نور پخش شده
قسمت ۲: شرایط روشنایی روز در
محیط بیرونی (D65/10°)

**Paper and board -Determination of
colour by diffuse reflectance-
Part 2: Outdoor daylight conditions
(D65/10°)**

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 ۲: شرایط روشنایی روز در محیط بیرونی (D65/10°)»

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

روحانی، مهدی
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

دبیر:

مهدوی فیض آبادی، سعید
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پاشای آهی، لیلا
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

کارشناس مسئول گروه پژوهشی سلولزی و بسته‌بندی
پژوهشکده شیمی و پتروشیمی - پژوهشگاه استاندارد

ثابت، علی
(کارشناسی ارشد پلیمر)

مدیر فنی آزمایشگاه - مؤسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا)

ثمریها، احمد
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

مدرس - دانشکده فنی و حرفه‌ای انقلاب اسلامی تهران

حبیبی، مسعودرضا
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

سلیمی، محمد
(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس مؤسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا)

صالحی، کامیار
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیئت علمی - مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

فرضی، مجید
(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس شرکت ماسا سلولز

قاراگزلی، مریم
(کارشناسی شیمی کاربردی)

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 کار
۴	۵ وسایل
۴	۱-۵ بازتاب سنج
۵	۲-۵ استانداردهای مرجع
۵	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
۶	۶ نمونه برداری و مشروط سازی
۶	۷ آماده سازی آزمونه ها
۶	۸ روش آزمون
۶	۹ محاسبه
۶	۱-۹ مقادیر محرک های سه گانه CIE
۷	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
۱۷	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۲: شرایط روشنایی روز در محیط بیرونی (D65/10°)» که نخستین بار در سال ۱۳۸۹ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط 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، به‌عنوان 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 خواهند 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 ۲-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

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

ISO 5631-3:2015, Paper and board - Determination of colour by diffuse reflectance -
Part 2: Outdoor daylight conditions (D65/10°)

مقدمه

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

به غیر از خواص نوری نمونه، مقدار این مختصات به شرایط اندازه‌گیری و مخصوصاً ویژگی‌های طیف 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 قسمت‌های زیر است و برای اندازه‌گیری و توصیف رنگ در شرایط روشنایی روز (D۶۵) CIE و ناظر استاندارد (۱۰°) CIE سال ۱۹۶۴ کاربرد دارد.

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

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

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

در استاندارد ۱-۱۳۳۶۷ اندازه‌گیری و توصیف رنگ در شرایط منبع نوری C سیستم CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ آورده شده است.

در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۹۵، اندازه‌گیری و توصیف رنگ در شرایط روشنایی روز (D۵۰) CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ آورده شده است. کاربرد این استاندارد مخصوصاً برای مقایسه کاغذهایی است که در کارهای گرافیکی استفاده می‌شوند، وقتی مشتری اندازه‌گیری‌ها را در شرایط روشنایی / ناظر طبق استاندارد ایزو شماره ۱۳۶۵۵ انجام می‌دهد. انتخاب منبع نوری هنگام تعیین مختصات رنگ کاغذهای سفید حاوی عامل سفیدکننده نوری فلورسنت مهم است. در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹، مقدار اشعه فرابنفش پرتو منبع نوری نسبت به مقدار این اشعه در شرایط مشاهده جسم در فضای بیرونی و استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹ کمتر است.

کاغذ و مقوا- تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده- قسمت ۲: شرایط روشنایی روز در محیط بیرونی (D۶۵/۱۰°)

۱ هدف و دامنه کاربرد

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

این استاندارد ممکن است برای تعیین رنگ کاغذها یا مقواهایی که در ترکیب آنها عوامل سفیدکننده نورتاب^۲ وجود دارد به کار رود. مشروط بر این که مقدار فرابنفش روشنایی^۳ تأمین شده روی آزمون مطابقت با منبع نوری D65 سیستم CIE، با استفاده از یک استاندارد مرجع نورتاب با مقدار سفیدی استاندارد CIE (D65/10°)، فراهم شده توسط یک آزمایشگاه، تأیید صلاحیت شده، به گونه‌ای که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۵۰: سال ۱۳۹۱ توصیف شده است، تنظیم شده باشد.

این استاندارد برای کاغذها یا مقواهای رنگی که با رنگدانه‌ها یا رنگ‌های نورتاب آمیخته شده است، کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت 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

1- Specular gloss
2- Fluorescent
3- Illumination

یادآوری- 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، با استفاده از استاندارد ISO 187: 1990 تدوین شده است.

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 11475: 2004, Paper and board - Determination of CIE whiteness, D65/10 degrees (outdoor daylight)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۵۰: سال ۱۳۹۱، کاغذ و مقوا - تعیین سفیدی CIE تحت D65/10 درجه (نور روز در محیط بیرونی) - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 11475: 2004 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 بازتاب کامل در همان شرایط منبع نوری است.

یادآوری ۱ - برای مواد نورتاب (شب تاب)، عامل تابندگی کل، β ، مجموع دو قسمت، عامل تابندگی انعکاس، β_s ، و عامل تابندگی نورتابی، β_L است، بنابراین:

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

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

۲-۳

عامل تابندگی ذاتی

intrinsic radiance factor

β_{∞}

عامل تابش یک لایه یا یک دسته ورق از یک ماده که برای کدر بودن به اندازه کافی ضخیم است، به طوری که با افزایش دسته ورق‌ها، از طریق دو برابر کردن تعداد ورق‌ها تغییری در عامل تابندگی اندازه‌گیری شده ایجاد نشود.

یادآوری ۲- عامل تابندگی ذاتی اغلب بر اساس درصد بیان می‌شود.

۳-۳

عامل انعکاس

reflectance factor

R

نسبت اشعه انعکاس یافته به وسیله جزء سطح یک توده در جهت تعیین شده توسط رأس یک مخروط در عنصر سطح، به اشعه‌ای که به وسیله یک پخش کننده کامل در همان شرایط روشنایی منعکس می‌شود.

یادآوری ۱- این نسبت اغلب به صورت درصد بیان می‌شود.

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

۴-۳

عامل انعکاس ذاتی

intrinsic reflectance factor

R_{∞}

عامل انعکاس یک لایه یا یک دسته مواد با ضخامت کافی برای کدر شدن، یعنی افزایش ضخامت دسته ورق، با دو برابر کردن تعداد ورق‌ها منجر به هیچ تغییری در عامل انعکاس اندازه‌گیری شده نشود.

یادآوری ۳- عامل انعکاس یک ورق غیرمات بستگی به زمینه دارد و خاصیت ماده به شمار نمی‌آید.

۵-۳

مقادیر محرک‌های سه‌گانه

tristimulus values

Z_{10}, Y_{10}, X_{10}

مقادیر سه محرک رنگی مرجع، در یک سیستم رنگی ارائه شده، برای تطبیق محرک‌ها.

یادآوری ۱- در این استاندارد، منبع نوری D65 سیستم CIE و ناظر استاندارد (۱۰°) CIE سال ۱۹۶۴ برای تعریف سیستم با سه رنگ به کار رفته‌اند.

یادآوری ۲- اگر ناظر استاندارد (10°) CIE سال ۱۹۶۴ مورد استفاده قرار گیرد، زیرنویس ۱۰ برای مقادیر محرک‌های سه‌گانه اعمال می‌شود.

۳-۶

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 طبق بند ۹)، حاصل می‌شوند.

یادآوری - کمیت L^* اندازه روشنایی آزمونه است، $L^*=0$ 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 کار

نور انعکاس یافته از یک نمونه، تحت شرایط مشخص، توسط رنگ‌سنج از نوع فیلتر - محرک سه‌گانه یا توسط اسپکتروفوتومتر ساده‌تر شده و مختصات رنگ برای شرایط $D65/10^\circ$ محاسبه می‌شود.

۵ وسایل

۱-۵ بازتاب سنج

۱-۱-۵ 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 سفید کننده نورتاب مدنظر باشد، بازتاب سنج باید مجهز به منبع تابش با میزان فرابنفش تنظیم شده مطابق با منبع نوری D65 با به کارگیری یک استاندارد مرجع که طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۵۰: سال ۱۳۹۱ باشد.

۵-۱-۲ در صورت استفاده از بازتاب‌سنج فیلتری، مجموعه‌ای از فیلترها که با مشخصه‌های نوری دستگاه پایه، همبسته هستند، پاسخ کلی برابری به مقادیر محرک‌های سه‌گانه X_{10} ، Y_{10} و Z_{10} سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE سال ۱۹۶۴، برای نمونه ارزیابی شده با منبع نوری D65 سیستم CIE ارائه می‌دهند.

در صورت استفاده از بازتاب‌سنج فیلتری، میزان تابش فرابنفش تابیده شده به نمونه باید مطابق با منبع نوری D65 سیستم CIE باشد.

۵-۱-۳ در صورت استفاده از اسپکتروفوتومتر ساده‌تر، دستگاه باید دارای تابعی برای محاسبات مقادیر سه‌گانه X_{10} ، Y_{10} و Z_{10} سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE: سال ۱۹۶۴ برای نمونه ارزیابی شده با منبع نوری D65 سیستم CIE، با استفاده از ضرایب وزنی ارائه شده در پیوست الف باشد. 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 انقطاعی ۳۹۵ nm یا سیستم‌های معادل دیگر برای تنظیم و کنترل باشد، و این فیلتر باید قابل تنظیم بوده یا سیستم باید با کمک استاندارد مرجع نورتاب (بند ۲-۲-۵) کالیبره شود، به طوری که میزان نور فرابنفش تابیده شده به نمونه، مطابق با منبع نوری D65 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 توسط ISO/TC 6 مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵: سال ۱۳۹۳ باشد.

۵-۲-۲ استاندارد مرجع نورتاب، برای استفاده در تنظیم میزان تابش فرابنفش تابیده شده روی نمونه، که دارای مقدار سفیدی مقرر شده CIE ($D_{65}/10^\circ$) طبق پیوست ب استاندارد ملی ایران شماره: ۱۶۰۵۰ سال ۱۳۹۱ تعیین شده است.

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

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 باشد.

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- وضعیت 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 آزمونها برای ارزیابی مقدار زیادی از کاغذ یا مقوا انجام گیرد، نمونه باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳: سال ۱۳۷۴ تهیه شود. اگر آزمونها روی نوع دیگری از نمونهها انجام شود، مطمئن شوید که آزمونها نماینده نمونه دریافتی باشند.

توصیه می شود مشروط سازی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶ سال ۱۳۸۲ انجام شود، البته می توان از مشروط سازی صرف نظر کرد، ولی بهتر است پیش مشروط سازی با دماهای بالا اعمال نشود، چون احتمال دارد باعث تغییر خواص نوری شود.

۷ آماده سازی آزمونها

حداقل ده آزمون چهار گوش 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 نمونهها رو به بالا باشد. بهتر است تعداد به گونه ای باشد که با دو برابر کردن تعداد آزمونها، تغییری در عامل تابندگی روی ندهد. دسته های نمونه آزمونی را با قرار دادن 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.

آزمون رویی را در یکی از گوشه ها و سطح رویی آن برای شناسایی نمونه علامت گذاری کنید یا دو طرف را مشخص کنید.

1- Opal glass
2- Black cavity
3- Watermarks

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

۱-۸ اطمینان حاصل کنید که کالیبراسیون دستگاه مطابق دستورالعمل سازنده و طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۵۰: سال ۱۳۹۱ انجام می‌شود.

۲-۸ ورق‌های محافظ را از رو و زیر دسته آزمون‌ها بردارید، بدون لمس کردن سطح آزمون، روش مناسب کار با دستگاه را برای به دست آوردن مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE اولین آزمون 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 بخوانید و ثبت کنید.

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

۹ محاسبه

۱-۹ مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE

اگر دستگاه دارای باند عبوری ۵ nm یا باریک‌تر باشد، مقادیر محرک‌های سه‌گانه CIE را مطابق با استاندارد CIE شماره ۱۵: 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.

۲-۹ مختصات CIELAB

مختصات CIELAB را از روی مقادیر محرک‌های سه‌گانه X_{10} ، Y_{10} و Z_{10} توسط معادله‌های زیر تعیین کنید:

$$L^* = 116(Y_{10} / Y_{10 \cdot n})^{1/3} - 16 \quad (۱)$$

$$a^* = 500[(X_{10} / X_{10 \cdot n})^{1/3} - (Y_{10} / Y_{10 \cdot n})^{1/3}] \quad (۲)$$

$$b^* = 200[(X_{10} / X_{10 \cdot n})^{1/3} - (Z_{10} / Z_{10 \cdot n})^{1/3}] \quad (۳)$$

که X_{10} ، Y_{10} و Z_{10} مقادیر محرک‌های سه‌گانه پخش کننده کامل انعکاس تحت شرایط $0^\circ / 165$ D است. این مقادیر به‌عنوان مقادیر «نقطه سفید^۱» در پیوست الف ارائه شده‌اند.

با این وجود، اگر هرگونه نسبت X_{10}/X_{10n} ، Y_{10}/Y_{10n} و Z_{10}/Z_{10n} کوچک‌تر یا مساوی $(24/116)^3$ باشد، معادلات جایگزین باید به شرح زیر مورد استفاده قرار گیرد:

الف - اگر $(X_{10}/X_{10n}) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(X_{10}/X_{10n})^{1/3}$ را در معادله (۲) با عبارت $16/116 + (X_{10}/X_{10n})$ (۸۴۱/۱۰۸) جایگزین کنید.

ب - اگر $(Y_{10}/Y_{10n}) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(Y_{10}/Y_{10n})^{1/3}$ را در معادله‌های (۱)، (۲) و (۳) را با عبارت $24/116 + (Y_{10}/Y_{10n})$ (۸۴۱/۱۰۸) جایگزین کنید.

پ - اگر $(Z_{10}/Z_{10n}) \leq (24/116)^3$ باشد، عبارت $(Z_{10}/Z_{10n})^{1/3}$ را در معادله (۳) با عبارت $16/116 + (Z_{10}/Z_{10n})$ (۸۴۱/۱۰۸) جایگزین کنید.

یادآوری ۱- عبارت $(24/116)^3$ تقریباً برابر 0.008856 است.

یادآوری ۲- عبارت (۸۴۱/۱۰۸) تقریباً برابر 7.787 است.

یادآوری ۳- اگر $(Y_{10}/Y_{10n}) \leq (24/116)^3$ باشد، معادله (۱) به شکل $L^* = 90.3/3 (Y_{10}/Y_{10n})$ 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:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad (۴)$$

که ΔL^* ، Δa^* و Δb^* اختلاف بین مقادیر L^* ، a^* و b^* آزمون 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.

با این وجود، محاسبه اختلاف رنگ در دامنه این استاندارد نیست.

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 سفید کننده نورتاب، تجدیدپذیری بین دستگاه ها کاهش می یابد، چون تنظیمات مقدار فرابنفش برای تطابق با منبع نوری D۶۵ استاندارد CIE به تنظیمات تک نقطه ای مبتنی بر مقدار سفیدی CIE ($D_{65}/10^\circ$) 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؛

۴-۱۲ این که آیا آزمون‌ها مشروط شده‌اند، که اگر چنین باشد، شرایط جوی مورد استفاده برای مشروط کردن؛

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 گونه‌ای باشند که همراه با ویژگی‌های نوری دستگاه، بازخورد کلی معادل با محرک‌های سه‌گانه X_{10} ، Y_{10} و Z_{10} در سیستم نورسنجی استاندارد (10°) CIE: سال ۱۹۶۴ برای نمونه‌های آزمونی ارزیابی شده در شرایط روشنایی روز (D۶۵) سیستم CIE، ارائه 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 (10°) CIE سال ۱۹۶۴ و با شرایط روشنایی روز (D۶۵) 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 Z_n و Y_n ، X_n در تبدیل مقادیر محرک‌های سه‌گانه با استفاده از جداول مختصات CIELAB و/یا CIELUV^۲ یا هر مقصود دیگری که سهم محرک‌های سه‌گانه آزمون 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.

1- Checksum
2 - CIE L* U* V*

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 (۳۶۰ nm,...) 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 (۷۸۰ nm,...) 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 شود 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-۲-۳ روش استفاده از داده‌ها با اصلاح کالیبراسیون

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 (D۶۵/۱۰°) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

طول موج (nm)	W _{10X}	W _{10Y}	W _{10Z}
۳۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۳۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۱
۳۸۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴
۳۹۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰
۴۰۰	۰/۰۹۷	۰/۰۰۱	۰/۴۳۶
۴۱۰	۱/۶۱۶	۰/۰۶۴	۲/۸۰۸
۴۲۰	۱/۶۶۰	۰/۱۷۱	۷/۸۶۸
۴۳۰	۲/۳۷۷	۰/۲۸۳	۱۱/۷۰۳
۴۴۰	۳/۵۱۲	۰/۵۴۹	۱۷/۹۵۸
۴۵۰	۳/۷۸۹	۰/۸۸۸	۲۰/۳۵۸
۴۶۰	۳/۱۰۳	۱/۲۷۷	۱۷/۸۶۱
۴۷۰	۱/۹۳۷	۱/۸۱۷	۱۳/۰۵۸
۴۸۰	۰/۷۴۷	۲/۵۴۵	۷/۵۱۰
۴۹۰	۰/۱۱۰	۳/۱۶۴	۳/۷۴۳
۵۰۰	۰/۰۰۷	۴/۳۰۹	۲/۰۰۳
۵۱۰	۰/۳۱۴	۵/۶۳۱	۱/۰۰۴
۵۲۰	۱/۰۲۷	۶/۸۹۶	۰/۵۲۹
۵۳۰	۱/۱۷۴	۸/۱۳۶	۰/۲۷۱
۵۴۰	۳/۳۸۰	۸/۶۸۴	۰/۱۱۶
۵۵۰	۴/۷۳۵	۸/۹۰۳	۰/۰۳۰
۵۶۰	۶/۰۸۱	۸/۶۱۴	-۰/۰۰۳
۵۷۰	۷/۳۱۰	۷/۹۵۰	۰/۰۰۱
۵۸۰	۸/۳۹۳	۷/۱۶۴	۰/۰۰۰
۵۹۰	۸/۶۰۳	۵/۹۴۵	۰/۰۰۰
۶۰۰	۸/۷۷۱	۵/۱۱۰	۰/۰۰۰
۶۱۰	۷/۹۹۶	۴/۰۶۷	۰/۰۰۰
۶۲۰	۶/۴۷۶	۲/۹۹۰	۰/۰۰۰
۶۳۰	۴/۶۳۵	۲/۰۲۰	۰/۰۰۰
۶۴۰	۳/۰۷۴	۱/۲۷۵	۰/۰۰۰
۶۵۰	۱/۸۱۴	۰/۷۲۴	۰/۰۰۰
۶۶۰	۱/۰۳۱	۰/۴۰۷	۰/۰۰۰
۶۷۰	۰/۵۵۷	۰/۲۱۸	۰/۰۰۰
۶۸۰	۰/۲۶۱	۰/۱۰۲	۰/۰۰۰
۶۹۰	۰/۱۱۴	۰/۰۴۴	۰/۰۰۰

ادامه جدول الف- ۱- ضرایب وزنی دستگاه‌های اندازه‌گیری در فواصل ۱۰nm

طول موج (nm)	W_{10X}	W_{10Y}	W_{10Z}
۷۰۰	۰/۰۵۷	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰
۷۱۰	۰/۰۲۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰
۷۲۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
۷۳۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
۷۴۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
۷۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۷۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۷۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۷۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
جمع کل	۹۴/۸۱۳	۹۹/۹۹۷	۱۰۷/۳۰۴
نقطه سفید	۹۴/۸۱۱	۱۰۰/۰۰	۱۰۷/۳۰۴

جدول الف- ۲- ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

طول موج (nm)	W_{10X}	W_{10Y}	W_{10Z}
۳۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۳۸۰	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۱	۰/۰۲۵
۴۰۰	۰/۰۵۶	۰/۰۱۳	۰/۱۹۹
۴۲۰	۲/۹۵۱	۰/۲۸۰	۱۳/۷۶۸
۴۴۰	۷/۲۲۷	۱/۰۴۲	۳۶/۸۰۸
۴۶۰	۶/۵۷۸	۲/۵۳۴	۳۷/۸۲۷
۴۸۰	۱/۲۷۸	۴/۸۷۲	۱۴/۲۲۶
۵۰۰	-۰/۲۵۹	۸/۴۳۸	۳/۲۵۴
۵۲۰	۱/۹۵۱	۱۴/۰۳۰	۱/۰۲۵
۵۴۰	۶/۷۵۱	۱۷/۷۱۵	۰/۱۸۴
۵۶۰	۱۲/۲۲۳	۱۷/۴۰۷	-۰/۰۱۳
۵۸۰	۱۶/۷۷۹	۱۴/۲۱۰	۰/۰۰۴
۶۰۰	۱۷/۷۹۳	۱۰/۱۲۱	-۰/۰۰۱
۶۲۰	۱۳/۱۳۵	۵/۹۷۱	۰/۰۰۰
۶۴۰	۵/۸۵۹	۲/۳۹۹	۰/۰۰۰
۶۶۰	۱/۹۰۱	۰/۷۴۱	۰/۰۰۰
۶۸۰	۰/۴۶۹	۰/۱۸۴	۰/۰۰۰
۷۰۰	۰/۰۸۸	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰

ادامه جدول الف - ۲ ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۳	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۰۷/۳۰۶	۱۰۰/۰۰۱	۹۴/۸۱۲	جمع کل
۱۰۷/۳۰۴	۱۰۰/۰۰۰	۹۴/۸۱۱	نقطه سفید

جدول الف - ۳ ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_{10Z}	W_{10Y}	W_{10X}	طول موج nm
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۷۰
-۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۸۰
۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۳۹۰
۰/۶۱۲	۰/۰۱۴	۰/۱۳۷	۴۰۰
۳/۱۱۰	۰/۰۶۹	۰/۶۷۶	۴۱۰
۷/۶۲۷	۰/۱۶۸	۱/۶۰۳	۴۲۰
۱۲/۰۹۵	۰/۳۰۰	۲/۴۵۱	۴۳۰
۱۷/۵۳۷	۰/۵۵۴	۳/۴۱۸	۴۴۰
۱۹/۸۸۸	۰/۸۹۰	۳/۶۹۹	۴۵۰
۱۷/۶۹۵	۱/۲۹۰	۳/۰۶۴	۴۶۰
۱۳/۰۰۰	۱/۸۳۸	۱/۹۳۳	۴۷۰
۷/۶۹۹	۲/۵۲۰	۰/۸۰۲	۴۸۰
۳/۹۳۸	۳/۲۲۶	۰/۱۵۶	۴۹۰
۲/۰۴۶	۴/۳۲۰	۰/۰۳۹	۵۰۰
۱/۰۴۹	۵/۶۲۱	۰/۳۴۷	۵۱۰
۰/۵۴۴	۶/۹۰۷	۱/۰۷۰	۵۲۰
۰/۲۷۸	۸/۰۵۹	۲/۱۷۰	۵۳۰
۰/۱۲۲	۸/۶۶۸	۳/۳۹۷	۵۴۰
۰/۰۳۵	۸/۸۵۵	۴/۷۳۲	۵۵۰
۰/۰۰۱	۸/۵۸۱	۶/۰۷۰	۵۶۰
۰/۰۰۰	۷/۹۵۱	۷/۳۱۱	۵۷۰
۰/۰۰۰	۷/۱۰۶	۸/۲۹۱	۵۸۰

ادامه جدول الف ۳- ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۰۰	۶/۰۰۴	۸/۶۳۴	۵۹۰
۰/۰۰۰	۵/۰۷۹	۸/۶۷۲	۶۰۰
۰/۰۰۰	۴/۰۶۵	۷/۹۳۰	۶۱۰
۰/۰۰۰	۲/۹۹۹	۶/۴۴۶	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۰۴۲	۴/۶۶۹	۶۳۰
۰/۰۰۰	۱/۲۹۰	۳/۰۹۵	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۷۴۶	۱/۸۵۹	۶۵۰
۰/۰۰۰	۰/۴۱۷	۱/۰۵۶	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۲۳	۰/۵۷۰	۶۷۰
۰/۰۰۰	۰/۱۰۷	۰/۲۷۴	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۴۷	۰/۱۲۱	۶۹۰
۰/۰۰۰	۰/۰۲۳	۰/۰۵۸	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸	۷۱۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۲	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۷۳۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۷۵۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۷۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۰۷/۳۰۷	۱۰۰/۰۰۰	۹۴/۸۰۹	جمع کل
۱۰۷/۳۰۴	۱۰۰/۰۰۰	۹۴/۸۱۱	نقطه سفید

جدول الف ۴- ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات مورد قبول که در فواصل ۲۰ nm اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

W_{10Z}	W_{10Y}	W_{10X}	طول موج (nm)
-۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۱	۳۶۰
-۰/۲۰۰	-۰/۰۰۴	-۰/۰۴۳	۳۸۰
۱/۶۶۷	۰/۰۳۵	۰/۳۷۸	۴۰۰
۱۴/۹۷۹	۰/۳۲۰	۳/۱۳۸	۴۲۰
۳۴/۴۶۱	۱/۱۰۴	۶/۷۰۱	۴۴۰
۳۵/۱۲۰	۲/۶۰۵	۶/۰۵۴	۴۶۰
۱۵/۹۸۶	۴/۹۶۱	۱/۷۳۹	۴۸۰

ادامه جدول الف - ۴ ضرایب وزنی ($D_{65}/10^\circ$) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۴/۰۳۸	۸/۶۸۷	۰/۰۷۱	۵۰۰
۱/۰۳۱	۱۳/۸۴۴	۲/۱۸۳	۵۲۰
۰/۲۲۹	۱۷/۳۲۷	۶/۸۰۱	۵۴۰
۰/۰۰۲	۱۷/۱۵۳	۱۲/۱۷۱	۵۶۰
-۰/۰۰۳	۱۴/۱۵۰	۱۶/۴۶۵	۵۸۰
۰/۰۰۰	۱۰/۱۱۸	۱۷/۲۳۰	۶۰۰
۰/۰۰۰	۶/۰۱۲	۱۲/۸۷۲	۶۲۰
۰/۰۰۰	۲/۵۹۳	۶/۲۴۸	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۸۳۲	۲/۱۲۶	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۱۰	۰/۵۴۴	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۴۱	۰/۱۰۵	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۳	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۱۰۷/۳۰۳	۹۹/۹۹۹	۹۴/۸۱۱	جمع کل
۱۰۷/۳۰۴	۱۰۰/۰۰۰	۹۴/۸۱۱	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
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹، کاغذ - مقوا و خمیر کاغذ- اندازه گیری عامل انعکاس پخشی نور آبی - قسمت ۱- شرایط روشنایی روز در محیط بسته (روشنایی ISO).
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹، کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۱- شرایط روشنایی روز در محیط بسته (C/2)
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹، کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۳- شرایط روشنایی روز در محیط بسته ($D_{50}/2^{\circ}$).

- [5] ISO 11664-1:2007(E)/CIE S014-1/E: 2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry - Part 1: CIE Standard Colorimetric Observers*
- [6] ISO 11664-2:2007(E)/CIE S014-2/E: 2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry - Part 2: CIE Standard Illuminants*
- [7] ISO 13655:2009, *Graphic technology — Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*
- [8] CIE S017/E: 2011 *ILV: International Lighting Vocabulary*, CIE Central Bureau, Kegelgasse 27, A1030 Vienna, Austria
- [9] ERB W., & KEYSTEK K. Truncation error in colorimetric computation, *Col, Res, Appl*, 8, Vol. 1, 1983
- [10] ISO 11664-3:2012 €/CIE S014-3/E: 2011 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry - Part 3: CIE Tristimulus Values*
- [11] ISO 11664-4:2008(E)/CIE S014-4/E: 2007 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry - Part 4: 1976 L*a*b* Colour Space*