



**INSO**  
**13367-3**  
**1st.Edition**  
**2017**

**Identical with**  
**ISO 5631-3:**  
**2015**

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

استاندارد ملی ایران  
۱۳۳۶۷-۳  
چاپ اول  
۱۳۹۵

کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس  
نور پخش شده  
قسمت ۳: شرایط روشنایی در محیط  
داخلی (D<sub>50</sub>/2°)

**Paper and board -Determination of  
colour by diffuse reflectance-  
Part 3: Indoor illumination conditions  
(D<sub>50</sub>/2°)**

**ICS: 85.060**

استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۳۶۷ : سال ۱۳۹۵

## سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.org.ir](mailto: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](mailto: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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به‌عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 ۳: شرایط روشنایی در محیط داخلی (D50/2°)»

### 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)

سلیمی، محمد  
(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

صالحی، کامیار  
(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

فرضی، مجید  
(کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ)

قاراگزی، مریم  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

کرد، بهزاد

### 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  
پژوهشکده شیمی و پتروشیمی - پژوهشگاه استاندارد

مدیر فنی آزمایشگاه - مؤسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا)

مدرس - دانشکده فنی و حرفه‌ای انقلاب اسلامی تهران

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

استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۳۶۷ : سال ۱۳۹۵

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

### ویراستار:

روحانی، مهدی

(دکتری صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش گفتار
ز	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 ۳: شرایط روشنایی در محیط داخلی (D50/2°)» که پیش‌نویس آن در 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 تهیه و تدوین شده، در سیصد و چهل و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد چوب و فرآورده‌های چوبی، سلولزی و کاغذ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۴ تصویب 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 خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی 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 مزبور است:

ISO 5631-3:2015, Paper and board -Determination of colour by diffuse reflectance- Part 3: Indoor illumination conditions (D50/2°)

## 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 \*a\* b\* CIE L\* 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 شرایط منبع نور D50 سیستم CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ کاربرد دارد.

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

قسمت ۲: شرایط روشنایی روز در محیط بیرونی (D65/۱۰°)

قسمت ۳: شرایط روشنایی در محیط داخلی (D50/۲°)

کاربرد این استاندارد مخصوصاً برای مقایسه کاغذهایی است که در کارهای گرافیکی استفاده می شوند، وقتی مشتری اندازه گیری ها را در شرایط روشنایی / ناظر طبق استاندارد ایزو شماره ۱۳۶۵۵ انجام می دهد. در استاندارد ایزو شماره ۱۳۶۵۵ اندازه گیری رنگ در یک اتاقک نوری با شرایط منبع نور D50 در سیستم CIE با زاویه تابش نور صفر تا ۴۵ درجه برای یک ورقه کاغذ با پشتوانه سیاه صورت می گیرد، با این حال، تاکید می شود که این استاندارد فقط رویکرد جزئی به شرایط مورد نیاز برای کاغذهای هنری مورد استفاده در کارهای گرافیکی دارد.

در قسمت های دیگر این استاندارد، اندازه گیری و محاسبات با شیوه ای مشابه با منبع نور C سیستم CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹) یا منبع نور D65 در سیستم استاندارد CIE و ناظر استاندارد (۱۰°) CIE سال ۱۹۶۴ (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹) انجام می شود. انتخاب منبع نور، هنگام تعیین مختصات رنگ کاغذهای سفید حاوی عامل سفیدکننده نوری فلورسنت مهم است. در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۳۶۷: سال ۱۳۸۹، مقدار اشعه فرابنفش پرتو نوردهی نسبت به مقدار این اشعه در شرایط مشاهده جسم در فضای بیرونی بسیار بیشتر است.



## کاغذ و مقوا - تعیین رنگ توسط انعکاس نور پخش شده - قسمت ۳: شرایط روشنایی در محیط داخلی (D<sub>50</sub>/۲°)

### 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<sup>۱</sup> است.

این استاندارد در وهله اول برای تعیین رنگ کاغذها یا مقوایی که در صنایع تولید کاغذهای مورد استفاده در گرافیک استفاده می‌شوند، تحت شرایط اندازه‌گیری رنگ با روشنایی D<sub>65</sub>/۲° طبق استاندارد ایزو شماره ۱۳۶۵۵ کاربرد دارد. تفاوت این استاندارد با استاندارد ایزو شماره ۱۳۶۵۵ در تابش مقادیر متفاوتی از پرتو فرابنفش است.

این استاندارد برای تعیین رنگ کاغذ و مقوایی که در ترکیب آنها عوامل سفیدکننده نورتاب<sup>۲</sup> وجود دارد، کاربرد دارد. مقدار پرتو فرابنفش در این استاندارد طبق منبع نور C در سیستم CIE تنظیم شده است. این کار، با استفاده از یک استاندارد مرجع نورتابی برای تأمین نیازمندی‌های استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۵ سال: ۱۳۹۳ که به عنوان مرجع نورتاب بین‌المللی سطح ۳ [IR3] می‌باشد، قابل انجام است. مقدار روشنایی ایزو تحت شرایط (C/۲°) توسط یک آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده طبق استاندارد ۱-۱۳۳۶۶: سال ۱۳۸۹ قابل تأمین است

این استاندارد برای کاغذها یا مقوای 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

1- Specular gloss  
2- Fluorescent

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

**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 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 پخشی (ضریب انعکاس پخشی)، 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 پخشی 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**

$\beta$

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 روشن‌سازی است.

یادآوری - برای مواد نورتاب (شب تاب)<sup>۱</sup>، عامل تابندگی کل،  $\beta$ ، مجموع دو قسمت، عامل تابندگی انعکاس،  $\beta_R$ ، و عامل تابندگی نورتایی،  $\beta_L$  است، بنابراین:

$$\beta = \beta_R + \beta_L$$

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

۲-۳

### عامل تابندگی ذاتی

#### intrinsic radiance factor

$\beta_\infty$

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 - عامل تابندگی ذاتی اغلب برحسب درصد بیان می‌شود.

۳-۳

### عامل انعکاس

#### reflectance factor

$R$

نسبت اشعه انعکاس یافته به وسیله عنصر 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 روشن سازی منعکس می‌شود.

یادآوری ۱- این نسبت اغلب برحسب 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

$R_\infty$

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 - عامل انعکاس یک ورق غیر مات بستگی به زمینه (پشتوانه) دارد و خاصیت ماده به شمار نمی آید.

۵-۳

### مقادیر محرک‌های سه‌گانه

#### tristimulus values

Z, Y, X

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

یادآوری ۱- در این استاندارد، منبع نور D50 سیستم CIE و ناظر استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ 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،  $L^*=0$  برای سیاه و  $L^*=100$ ، به‌عنوان پخش‌کننده انعکاس کامل تعریف می‌شود. 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 اسپکتروفتومتر ساده‌تر شده و مختصات رنگ برای شرایط  $D_{50}/2^\circ$  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 سفید کننده نورتاب مد نظر باشد، بازتاب سنج باید مجهز به منبع تابش با میزان فرابنفش تنظیم شده مطابق با نوردهی C با به کارگیری یک استاندارد مرجع که طبق استاندارد ملی ایران شماره: ۱-۱۳۳۶۶ : سال ۱۳۸۹ 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، Y و Z سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE: سال ۱۹۳۱، برای آزمون ارزیابی شده با نوردهی D50 سیستم CIE ارائه می‌دهند.

در صورت استفاده از بازتاب‌سنج فیلتری، میزان تابش فرابنفش تابیده شده به آزمون باید مطابق با شرایط نوردهی C سیستم CIE باشد.

۵-۱-۳ در صورت استفاده از اسپکتروفتومتر ساده‌تر شده، دستگاه باید دارای تابعی برای محاسبات مقادیر سه‌گانه X، Y و Z سیستم رنگ‌سنجی استاندارد CIE: سال ۱۹۳۱ برای آزمون ارزیابی شده با نوردهی D50 سیستم CIE، با استفاده از ضرایب وزنی ارائه شده در پیوست الف باشد. پیوست‌های الف-۱ و الف-۲ برای اسپکتروفتومترهایی بدون اصلاح باند عبوری<sup>۱</sup> و پیوست‌های الف-۳ و الف-۴ برای اسپکتروفتومترهایی 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 (طبق بند ۵-۲-۲) کالیبره شود، به طوری که میزان نور فرابنفش تابیده شده به نمونه، مطابق با شرایط نوردهی 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 باشد.

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

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

۱-۳-۵ دو صفحه تخت از جنس شیشه سفید مات<sup>۱</sup>، 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.

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

۴-۵ حفره سیاه<sup>۲</sup>، 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 چهارگوش به ابعاد تقریبی ۱۵۰ mm × ۷۵ mm، بدون نقش باطنی<sup>۳</sup>، 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

---

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<sup>۱</sup>، 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 بخوانید 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 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 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:

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

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

$$b^* = 200 \left[ (Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} \right] \quad (3)$$

که  $X_n$ ،  $Y_n$  و  $Z_n$  مقادیر محرک‌های سه‌گانه پخش کننده کامل انعکاس، تحت شرایط  $10^\circ/65D$  است. این مقادیر به‌عنوان مقادیر «نقطه سفید»<sup>۱</sup> 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  $0/08856$  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 نمونه، مقدار انحراف  $\Delta E_{ab}^*$  از میانگین را به شکل زیر محاسبه کنید:

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

که  $\Delta L^*$ ،  $\Delta a^*$  و  $\Delta b^*$  اختلاف بین مقادیر  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  نمونه با مقادیر میانگین « $L^*$ »، « $a^*$ »، « $b^*$ » متناظر هستند.



مقادیر میانگین « $\Delta E_{ab}^*$ » 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 « $\Delta E_{ab}^*$ » 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  $\Delta L^*$ ،  $\Delta a^*$  و  $\Delta b^*$  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  $\Delta L^*$ ،  $\Delta a^*$  و  $\Delta b^*$  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.

## 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 طرفهای مورد آزمون؛

۴-۱۲ این که آیا آزمونها مشروط شده اند، 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 ۹-۳ 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  $X$ ،  $Y$  و  $Z$  در منبع نور استاندارد (۲°) CIE سال ۱۹۳۱ برای نمونه‌های آزمونی ارزیابی شده با منبع نور  $D_{50}$  را در 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 (۲°) CIE: سال ۱۹۳۱ و منبع نور 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<sup>۱</sup>» 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  $X_n$ ،  $Y_n$  و  $Z_n$  در تبدیل مقادیر محرک‌های سه‌گانه با استفاده از جداول مختصات CIELAB و/یا CIELUV<sup>۲</sup> 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 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 اطلاعات مربوط به  $\beta(\lambda)$  برای گستره کامل طول موج ۳۶۰ nm تا ۷۸۰ nm در دسترس نباشد، مقادیر وزنی را در طول موج‌هایی که داده‌های آن‌ها در دسترس نیست، به مقادیر 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 (۷۶۰ 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<sup>۱</sup>

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 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 ( $D_{50}/2^\circ$ ) 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
۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۷۰
۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۳۸۰
۰/۰۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۳۹۰
۰/۲۷۷	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۴۰۰
۰/۹۰۶	۰/۰۰۵	۰/۱۹۱	۴۱۰
۳/۶۰۳	۰/۰۲۱	۰/۷۵۱	۴۲۰
۷/۷۴۷	۰/۰۶۰	۱/۵۹۲	۴۳۰
۱۲/۵۹۳	۰/۱۵۸	۲/۵۱۹	۴۴۰
۱۴/۸۳۴	۰/۳۱۰	۲/۸۲۴	۴۵۰
۱۴/۶۵۹	۰/۵۱۱	۲/۵۵۶	۴۶۰
۱۱/۳۴۴	۰/۷۷۶	۱/۷۱۷	۴۷۰
۷/۲۴۰	۱/۲۴۶	۰/۸۳۲	۴۸۰
۳/۹۳۴	۱/۷۸۳	۰/۲۵۰	۴۹۰
۲/۴۴۷	۲/۸۹۲	۰/۰۲۵	۵۰۰
۱/۴۳۲	۴/۶۱۰	۰/۰۴۷	۵۱۰
۰/۶۸۸	۶/۵۸۶	۰/۵۳۸	۵۲۰
۰/۴۰۳	۸/۴۳۵	۱/۵۹۰	۵۳۰
۰/۱۸۶	۹/۱۸۵	۲/۷۷۰	۵۴۰
۰/۰۸۰	۹/۷۳۳	۴/۲۱۰	۵۵۰
۰/۰۳۵	۹/۵۰۳	۵/۶۶۲	۵۶۰
۰/۰۱۹	۸/۸۸۲	۷/۰۹۲	۵۷۰
۰/۰۱۶	۸/۲۲۵	۸/۶۸۱	۵۸۰
۰/۰۱۰	۶/۷۲۸	۹/۱۷۵	۵۹۰
۰/۰۰۸	۵/۸۸۴	۹/۹۶۶	۶۰۰
۰/۰۰۳	۴/۷۵۲	۹/۵۵۶	۶۱۰
۰/۰۰۲	۳/۵۸۴	۸/۰۹۹	۶۲۰
۰/۰۰۰	۵/۸۳۵	۲/۳۹۲	۶۳۰
۰/۰۰۰	۴/۱۹۹	۱/۶۳۳	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۹۵۴	۲/۲۳۹	۶۵۰
۰/۰۰۰	۰/۵۶۰	۱/۵۱۷	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۳۰۴	۰/۸۳۱	۶۷۰
۰/۰۰۰	۰/۱۵۳	۰/۴۲۳	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۶۴	۰/۱۷۸	۶۹۰

ادامه جدول الف- ۱ ضرایب وزنی ( $D_{50}/2^\circ$ ) 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	۰/۰۳۵	۰/۰۹۶	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۴۹	۷۱۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۰	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۲	۷۳۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۵۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۷۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۸۲/۵۲۴	۹۹/۹۹۸	۹۶/۴۲۲	جمع کل
۸۲/۵۲۱	۱۰۰/۰۰	۹۶/۴۲۲	نقطه سفید

جدول الف- ۲ ضرایب وزنی ( $D_{50}/2^\circ$ ) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

$W_{2Z}$	$W_Y$	$W_X$	طول موج (nm)
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۳۸۰
-۰/۰۶۰	۰/۰۰۳	-۰/۰۱۳	۴۰۰
۶/۱۷۰	۰/۰۲۳	۱/۲۹۷	۴۲۰
۲۵/۷۸۸	۰/۲۹۰	۵/۲۱۸	۴۴۰
۳۰/۴۸۹	۰/۹۸۴	۵/۳۲۶	۴۶۰
۱۳/۹۶۵	۲/۲۹۱	۱/۵۵۴	۴۸۰
۴/۲۲۴	۵/۴۶۱	-۰/۱۹۱	۵۰۰
۱/۴۳۰	۱۳/۴۲۱	۰/۹۱۵	۵۲۰
۰/۳۱۳	۱۸/۹۵۶	۵/۵۲۸	۵۴۰
۰/۰۵۷	۱۹/۲۲۶	۱۱/۳۲۴	۵۶۰
۰/۰۲۸	۱۶/۲۰۴	۱۷/۱۱۹	۵۸۰
۰/۰۱۴	۱۱/۶۱۱	۲۰/۲۲۲	۶۰۰
۰/۰۰۲	۷/۱۱۷	۱۶/۴۰۰	۶۲۰
۰/۰۰۰	۳/۰۳۰	۷/۹۲۲	۶۴۰
۰/۰۰۰	۱/۰۴۳	۲/۸۳۵	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۲۶۸	۰/۷۴۱	۶۸۰

ادامه جدول الف - ۲ ضرایب وزنی ( $D_{50}/2^\circ$ ) دستگاه‌های اندازه‌گیری، بدون اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۰۰	۰/۰۵۴	۰/۱۵۰	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۶	۰/۰۴۴	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۸۰
۸۲/۵۲۰	۱۰۰/۰۰۲	۹۶/۴۲۴	جمع کل
۸۲/۵۲۱	۱۰۰/۰۰۰	۹۶/۴۲۲	نقطه سفید

جدول الف - ۳ ضرایب وزنی ( $D_{50}/2^\circ$ ) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با 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)
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶۰
۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۳۷۰
۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۳۸۰
۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۳۹۰
۰/۲۸۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۰	۴۰۰
۱/۱۱۳	۰/۰۰۶	۰/۲۳۴	۴۱۰
۳/۷۲۳	۰/۰۲۳	۰/۷۷۵	۴۲۰
۷/۸۶۲	۰/۰۶۶	۱/۶۱۰	۴۳۰
۱۲/۳۰۹	۰/۱۶۲	۲/۴۵۳	۴۴۰
۱۴/۶۴۷	۰/۳۱۳	۲/۷۷۷	۴۵۰
۱۴/۳۴۶	۰/۵۱۴	۲/۵۰۰	۴۶۰
۱۱/۲۹۹	۰/۷۹۸	۱/۷۱۷	۴۷۰
۷/۳۰۹	۱/۲۳۹	۰/۸۶۱	۴۸۰
۴/۱۲۸	۱/۸۳۹	۰/۲۸۳	۴۹۰
۲/۴۶۶	۲/۹۴۸	۰/۰۴۰	۵۰۰
۲/۴۶۶	۲/۹۴۸	۰/۰۴۰	۵۱۰
۰/۷۳۶	۶/۵۸۷	۰/۵۹۳	۵۲۰
۰/۴۰۱	۸/۳۰۸	۱/۵۹۰	۵۳۰
۰/۱۹۶	۹/۱۹۷	۲/۷۹۹	۵۴۰
۰/۰۸۵	۹/۶۵۰	۴/۲۰۷	۵۵۰
۰/۰۳۷	۹/۴۷۱	۵/۶۵۷	۵۶۰

ادامه جدول الف - ۳ ضرایب وزنی ( $D_{50}/\mu m$ ) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۱۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

۰/۰۲۰	۸/۹۰۲	۷/۱۳۲	۵۷۰
۰/۰۱۵	۸/۱۱۲	۸/۵۴۰	۵۸۰
۰/۰۱۰	۶/۸۲۹	۹/۲۵۵	۵۹۰
۰/۰۰۷	۵/۸۳۸	۹/۸۳۵	۶۰۰
۰/۰۰۴	۴/۷۵۳	۹/۴۶۹	۶۱۰
۰/۰۰۲	۳/۵۷۳	۸/۰۰۹	۶۲۰
۰/۰۰۱	۲/۴۴۳	۵/۹۲۶	۶۳۰
۰/۰۰۰	۱/۶۲۹	۴/۱۷۱	۶۴۰
۰/۰۰۰	۰/۹۸۴	۲/۶۰۹	۶۵۰
۰/۰۰۰	۰/۵۷۰	۱/۵۴۱	۶۶۰
۰/۰۰۰	۰/۳۱۳	۰/۸۵۵	۶۷۰
۰/۰۰۰	۰/۱۵۸	۰/۴۳۴	۶۸۰
۰/۰۰۰	۰/۰۷۰	۰/۱۹۴	۶۹۰
۰/۰۰۰	۰/۰۳۵	۰/۰۹۷	۷۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۵۰	۷۱۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۲۲	۷۲۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۲	۷۳۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۷۴۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۷۵۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۶۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۷۷۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۸۰
۸۲/۵۲۴	۹۹/۹۹۷	۹۶/۴۲۱	جمع کل
۸۲/۵۲۱	۱۰۰/۰۰۰	۹۶/۴۲۲	نقطه سفید

جدول الف - ۴ ضرایب وزنی ( $D_{50}/\mu m$ ) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

$W_{2Z}$	$W_Y$	$W_X$	طول موج nm
-۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۱	۳۶۰
-۰/۰۳۴	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۷	۳۸۰
۰/۴۵۹	۰/۰۰۱	۰/۱۰۰	۴۰۰
۷/۹۱۴	۰/۰۴۴	۱/۶۵۱	۴۲۰



ادامه جدول الف-۴ ضرایب وزنی (D50/۲°) دستگاه‌های اندازه‌گیری، با اصلاحات باند عبوری که در فواصل ۲۰ نانومتری طول موج اندازه‌گیری شده‌اند (منبع: استاندارد ASTM E308)

طول موج (nm)	$W_x$	$W_y$	$W_z$
۴۴۰	۴/۷۸۷	۰/۳۲۵	۲۴/۱۵۳
۴۶۰	۴/۸۹۷	۱/۰۱۸	۲۸/۱۲۵
۴۸۰	۱/۸۱۵	۲/۴۱۳	۱۵/۰۲۷
۵۰۰	۰/۰۴۴	۶/۰۳۷	۴/۸۸۷
۵۲۰	۱/۲۶۳	۱۳/۱۴۱	۱/۵۰۷
۵۴۰	۵/۶۰۸	۱۸/۴۴۲	۰/۳۷۵
۵۶۰	۱۱/۳۶۱	۱۸/۹۶۰	۰/۰۶۹
۵۸۰	۱۶/۹۰۴	۱۶/۰۶۰	۰/۰۲۶
۶۰۰	۱۹/۵۳۷	۱۱/۶۴۶	۰/۰۱۴
۶۲۰	۱۵/۹۱۷	۷/۱۳۲	۰/۰۰۳
۶۴۰	۸/۳۴۲	۳/۲۴۵	۰/۰۰۰
۶۶۰	۳/۱۱۲	۱/۱۴۳	۰/۰۰۰
۶۸۰	۰/۸۵۷	۰/۳۱۰	۰/۰۰۰
۷۰۰	۰/۱۷۸	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰
۷۲۰	۰/۰۴۴	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰
۷۴۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
۷۶۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
۷۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
جمع کل	۹۶/۴۲۳	۱۰۰/۰۰۲	۸۲/۵۲۲
نقطه سفید	۹۶/۴۲۲	۱۰۰/۰۰۰	۸۲/۵۲۱

## 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 13655:2009, *Graphic technology — Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*
- [3] ISO 11664-1:2007(E)/CIE S014-1/E: 2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 1: CIE Standard Colorimetric Observers*
- [4] ISO 11664-2:2007(E)/CIE S014-2/E: 2006 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 2: CIE Standard Illuminants*
- [5] CIE S017/E: 2011 *ILV: International Lighting Vocabulary*, CIE Central Bureau, Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, Austria
- [6] ERB W., & KEYSTEK K. *Truncation error in colorimetric computations*, Col, Res, Appl, 8, Vol. 1, 1983
- [7] ISO 11664-3; 2012 (E)/CIE S014-3/E: 2011 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry – Part 3: CIE Tristimulus Values*
- [8] ISO 11664-4:2008 (E)/CIE S014-4/E: 2007 Joint ISO/CIE Standard: *Colorimetry — Part 4: 1976 L\*a\*b\* Colour Space*