



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۱-۴-۲۰۳۰۴: سال ۱۴۰۴

INSO 20304-4-1:2025

(IEC TS 62876-4-1:2025, IDT)

فناوری نانو - نانوساخت - ارزیابی اطمینان پذیری - قسمت ۴-۱:
محصولات نانوفوتونیکی - آزمون پایداری نوری فیلم‌های تبدیل نور
قابلیت یافته با نقطه کوانتومی: مواجهه با دما، رطوبت و نور

**Nanotechnology – Nanomanufacturing – Reliability assessment –
Part 4-1: Nanophotonic products – Optical stability test of quantum
dot enabled light conversion films: Temperature, humidity and light
exposure**

ICS: 07.120



استاندارد ملی ایران ۱-۴-۲۰۳۰۴: سال ۱۴۰۴، فناوری نانو- نانوساخت- ارزیابی اطمینان پذیری- قسمت ۴-۱:
محصولات نانوفوتونیک- آزمون پایداری نوری فیلم‌های تبدیل نور قابلیت یافته با نقطه کوانتومی: مواجهه با
دما، رطوبت و نور

**INSO 20304-4-1:2025, Nanotechnology- Nanomanufacturing – Reliability assessment–
Part 4-1: Nanophotonic products – Optical stability test of quantum dot enabled light
conversion films: Temperature, humidity and light exposure**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاهای تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

آشنایی با استانداردهای تخصصی دستگاههای اجرایی

در راستای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۳، تبصره ۳ که به موجب آن تمامی دستگاههای اجرایی وظیفه دارند در راستای توسعه استانداردهای ملی، استانداردهای دستگاه اجرایی مربوط را در کمیسیونهای ذی ربط طرح و تدوین کرده و سپس برای بررسی و تصویب در کارگروههای ملی تصویب استاندارد به سازمان ملی استاندارد ارائه کنند، ستاد فناوریهای نانو و میکرو با بهره گیری از تخصص و توانمندی ذی ربطان نسبت به تهیه این استاندارد ملی اقدام کرده است.

برای آشنایی با فعالیتهای صورت گرفته در ستاد توسعه فناوریهای نانو و میکرو به وبگاه www.nano.ir مراجعه شود.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت کنندگان

رئیس:

مدیرعامل شرکت مشاوران نوآوری و فناوری ساعی تک و
پژوهشگر ارشد مهمان در مرکز تحقیقات نانوفناوری دانشگاه
بیلکنت

بهارى پور، حمیدرضا
دکتری فیزیک حالت جامد

دبیر:

مدیر فنی آزمونگاه‌های مرکز پژوهش‌های کاربردی علوم زمین
البرز و عضو کارگروه فنی فناوری نانو INSO/ISO/TC 229

نجفی اصلی پاشاکی، شبنم
دکتری شیمی تجزیه جداسازی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس مسئول گروه استاندارد و ایمنی ستاد توسعه فناوری‌های
نانو و میکرو

اسلامی پور، الهه
کارشناسی ارشد زیست‌شناسی

سرپرست معاونت آزمایشگاه‌های مرکز پژوهش‌های کاربردی علوم
زمین البرز و عضو کارگروه فنی فناوری نانو INSO/ISO/TC 229

برخی، محمد
کارشناسی ارشد شیمی معدنی

عضو مستقل و عضو کارگروه فنی فناوری نانو INSO/ISO/TC
229

دارابی، عادل
دکتری فیزیک

مدرس دانشگاه کوثر بجنورد

رجب دیزاوندی، زینب
دکتری شیمی تجزیه

کارشناس رسمی استاندارد و نایب رئیس کارگروه فنی فناوری نانو
INSO/ISO/TC 229

سیفی، مهوش
کارشناسی ارشد مدیریت دولتی

عضو هیئت علمی بازنشسته پژوهشگاه صنعت نفت و مدیر تحقیق
و توسعه شرکت آرال تجهیز آزما

صادق حسنی، صدیقه
دکتری شیمی تجزیه الکتروشیمی

مدیر تحقیق و توسعه شرکت داروسازی رشدانۀ گرگان و مدیر
هسته فناور مستقر در دانشگاه گلستان

فرضی‌نیا، مه‌یاس
دکتری شیمی تجزیه اسپکتروسکوپی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها
۲	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها
۳	۴ الزامات کلی
۳	۱-۴ فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی
۳	۲-۴ آزمون‌ها
۷	۳-۴ اندازه‌گیری‌ها
۱۱	۵ روش‌های آزمون
۱۱	۱-۵ T1- مواجهه با دمای بالا و نور آبی
۱۳	۲-۵ T2- مواجهه با حرارت مرطوب و نور آبی
۱۴	۳-۵ T3- حرارت مرطوب
۱۴	۴-۵ T4- دمای پایین
۱۵	۵-۵ T5- چرخه گرمایش
۱۵	۶ گزارش
۱۷	پیوست «الف» (آگاهی‌دهنده) مطالعه موردی برای ارزیابی اطمینان‌پذیری Q-LCF
۲۲	کتابنامه

پیشگفتار

این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۶۳ مورخ ۱۴۰۴/۰۷/۲۹ کارگروه ملی تصویب استانداردهای فناوری نانو مصوب شده است.

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «همسان» تهیه و تدوین شده است:

IEC TS 62876-4-1:2025, *Nanotechnology– Nanomanufacturing – Reliability assessment –Part 4-1: Nanophotonic products – Optical stability test of quantum dot enabled light conversion films: Temperature, humidity and light exposure*

مقدمه

نقاط کوانتومی (QDs)^۱ به عنوان نانومواد درخشا^۲، طیف‌های جذبی پهن و طیف‌های نشری (گسیلی) باریکی از خود نشان می‌دهند. با استفاده از منبع برانگیختگی یکسان برای برانگیختن نقاط کوانتومی با اندازه ذره مختلف، می‌توان طیف‌هایی با طول موج‌های قله متفاوت نشر داد. براساس مشخصه‌های اشاره شده در بالا، نقاط کوانتومی در محصولات نمایشگر استفاده می‌شوند که می‌توانند گستره رنگ نمایشگر را تا حد زیادی بهبود بخشند.

امروزه، به عنوان یک محصول متداول از کاربرد فناوری نقطه کوانتومی، فیلم تبدیل نور قابلیت یافته با نقطه کوانتومی (Q-LCF) به طور گسترده در حوزه نمایشگر استفاده می‌شود. در شرایط کاری عادی، Q-LCF در یک «مدول پس نور»^۳ به طور مداوم با نور برانگیختی پرانرژی (مانند نور آبی) تابش دهی می‌شود تا نور تبدیل شده را نشر دهد. تحت تأثیر عملکرد تلفیقی بخار آب و اکسیژن محیط، خواص نوری نقاط کوانتومی در Q-LCF به آرامی رو به زوال می‌رود. برای اطمینان از کیفیت و پایداری محصولات Q-LCF، طراحی علمی یک استاندارد آزمون اطمینان پذیری برای ارزشیابی کیفیت محصول، ضروری است. ارزیابی اطمینان پذیری می‌تواند به عنوان مثال برای اجازه پیشبرد توسعه محصول به مرحله بعد یا تایید پرداخت‌های پیشرفت و یا ادامه تحویل و پذیرش محصولات استفاده شود.

این استاندارد معیارهای آزمون و ارزشیابی اطمینان پذیری برای Q-LCF را ارائه می‌دهد. در این استاندارد، Q-LCFs به عنوان نمونه‌های آزمون استفاده می‌شوند. آزمون‌های پیرسازی تسریع شده حاوی عوامل تنش دما، رطوبت و نور روی نمونه‌های آزمون اعمال می‌شوند تا داده‌های دگرگونی عملکرد و روند تغییر به دست آید.

¹ quantum dots² luminescent³ backlight module

فناوری نانو - نانوساخت - ارزیابی اطمینان پذیری - قسمت ۴-۱: محصولات نانوفوتونیکی - آزمون پایداری نوری فیلم‌های تبدیل نور قابلیت یافته با نقطه کوانتومی: مواجهه با دما، رطوبت و نور

۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد، یک برنامه آزمون اطمینان پذیر عمومی را برای تصدیق اطمینان پذیری عملکرد نانومواد نقاط کوانتومی و فیلم‌های تبدیل نور قابلیت یافته با نقاط کوانتومی (Q-LCFs) پایه گذاری می کند.

فیلم تبدیل نور قابلیت یافته با نقاط کوانتومی به عنوان هم گذاری های فرعی^۱ برای ساخت افزاره های نمایشگر فوتوالکتریک نانوپدید، در حال حاضر عمدتاً نمایشگر بلور مایع (LCD)^۲، به همراه سایر اجزا استفاده می شود.

این برنامه آزمون، شرایط استاندارد شده پیرسازی، روش شناسی ها و ارزیابی داده ها را برای محصول Q-LCF تعریف می کند.

نتایج این آزمون ها، پایداری را تحت شرایط استاندارد شده پیرسازی برای ارزشیابی کمی اطمینان پذیری Q-LCF تعریف می کند.

رویه های مشخص شده در این استاندارد برای Q-LCF طراحی شده اند، اما می توانند به عنوان راهنمون برای سایر انواع فیلم های تبدیل نور یا هم گذاری های فرعی مرتبط نیز گسترش یابند.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن ها به صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع داده شده، جزئی از الزامات این استاندارد محسوب می شود. در خصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. در خصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هر گونه اصلاحیه/تصحیح نامه) کاربرد دارد

- استاندارد ملی ایران ۱-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۹، آزمون های محیطی - قسمت ۲-۱: آزمون ها - آزمون A سرما (IEC 60068-2-1:2007، همسان)
- استاندارد ملی ایران ۲۷-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۹، آزمون های محیطی - قسمت ۲-۲۷: آزمون ها - آزمون Ea و راهنما: شوک (IEC 60068-2-27:2008، همسان)
- استاندارد ملی ایران ۷۸-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۳، آزمون های محیطی - قسمت ۲-۷۸: آزمون ها - آزمون Cab گرمای مرطوب، حالت پایدار (IEC 60068-2-78:2012، همسان)

^۱ subassemblies

^۲ liquid crystal display

- IEC TS 62565-4-4:2025, *Nanomanufacturing - Product specifications - Part 4-4: Nanophotonic products – Blank detail specifications: Quantum dot enabled light conversion films*
- IEC 62595-2-1:2016, *Display lighting unit – Part 2-1: Electro-optical measuring methods of LED backlight unit*
- ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

نکته: استاندارد ملی ایران/ایزو شماره ۱۷۰۲۵، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، براساس استاندارد ISO/IEC 17025 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود^۱.

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۱-۳

نقطه کوانتومی

quantum dot
QD

نانوذره‌ای بلوری است که به دلیل اثرات محصورسازی کوانتومی بر حالت‌های الکترونی، خواص وابسته به اندازه از خود نشان می‌دهد.

[منبع: استاندارد ISO/TS 27687:2008، مدخل اصطلاحی 4.7]

۲-۱-۳

فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی

quantum dot enabled light conversion film
Q-LCF

فیلم نوری برپایه نقاط کوانتومی که نور پرنرژی در یک طول موج ویژه را به نور کم‌انرژی در طول موج دیگری تبدیل می‌کند.

۳-۱-۳

لبه نامعتبر

invalid edge

لبه Q-LCF که با کاهش معنادار در عملکرد نوری، از کار می‌افتد.

^۱ اصطلاحات و تعاریف به کاررفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های زیر قابل دسترس است:

۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها

معادل فارسی	اصطلاح انگلیسی	کوتاه‌نوشت
واحد پس‌نور	backlight unit	BLU
پهنای کامل در نصف ارتفاع بیشینه	full width at half maxima	FWHM
بازدهی تبدیل نور	light conversion efficiency	LCE
نقطه کوانتومی	quantum dot	QD
فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی	quantum dot enabled light conversion film	Q-LCF
طول موج قله	peak wavelength	λ_p
درخشایی	luminance	L_v

۴ الزامات کلی

۱-۴ فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی

فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی معمولاً یک هم‌گذاری فرعی مجزا است که با یک هم‌گذار برای ساخت محصول تابلوی نمایشگر برای فروش به کاربر نهایی استفاده می‌شود. هدف از این استاندارد ارزیابی اطمینان‌پذیری Q-LCF است. نمونه‌های آزمون باید به صورت تصادفی از گروهی از فیلم‌های بریده‌شده از یک Q-LCF بزرگ در یک محیط تمیز انتخاب شوند، به طوری که نمونه‌های آزمون نماینده فیلم همادی^۱ باشند. اندازه فیزیکی نمونه‌ها نباید کمتر از ۱۸ cm در ۱۸ cm باشد. نمونه‌ها نباید تاب‌خوردگی^۲، ترک‌خوردگی^۳، آسیب، چروک‌های^۴ قابل مشاهده داشته باشند و هیچ‌گونه خراش یا کثیفی روی سطح آنها وجود نداشته باشد.

۲-۴ آزمون‌ها

۱-۲-۴ کلیات

تمام آزمون‌های این استاندارد در دسته آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده قرار می‌گیرند. این آزمون‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نمونه‌های آزمون Q-LCFs را در معرض عوامل تنش مشخص به خوبی تعریف‌شده و تجدیدپذیر قرار دهند که سازوکارهای خرابی بحرانی را تسریع می‌کنند. توانایی تعیین کمی پاسخ Q-LCFs در مراحل مختلف توسعه و کاربرد محصول، مانند مرحله اولیه توسعه، امکان چرخه‌های توسعه کارآمد را برای بهبود پایداری Q-LCFs فراهم می‌کند. برای کاربرد صنعتی، عمر مفید افزاره‌های الکترونیکی نباید کمتر از ۳۰۰۰۰ h باشد. این مدت زمان برای انجام عملی استاندارد بسیار طولانی و زمان‌بر است، بنابراین توسعه

¹ ensemble² curling³ cracking⁴ wrinkles

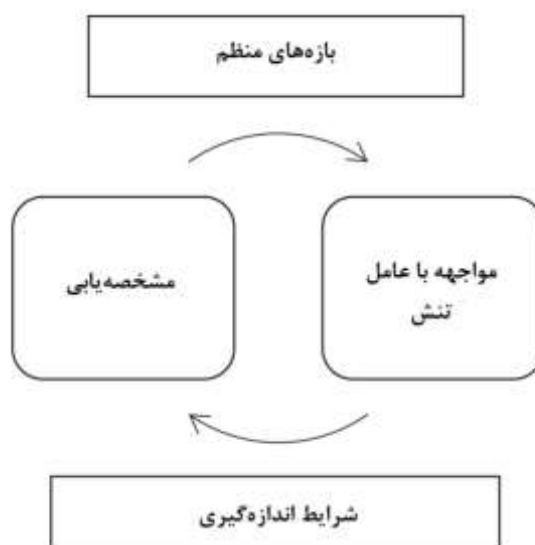
آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده برای ارزشیابی پایداری یک فناوری یا محصول جدید برای پذیرش صنعتی آن ضروری و مفید است.

افزارهای فوتوالکتریک ساخته‌شده با Q-LCF در طول دوره خدمت‌رسانی خود با تنش‌های مختلفی از محیط مواجه خواهند شد. برای ارزشیابی اطمینان‌پذیری، انتخاب مناسب عوامل تنش مرتبط برای انعکاس شرایط واقع‌بینانه مهم است. مروری بر عوامل معمول تنش که Q-LCFs در معرض آن قرار دارند در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: مروری بر تنش‌هایی که Q-LCF در محیط‌های خدمت‌رسانی در معرض آن قرار دارد

آزمون عمومی اطمینان‌پذیری با اندازه‌گیری‌های تکراری عملکرد نمونه‌های آزمون پیش و پس از مواجهه با یک تنش یا تلفیقی از تنش‌ها برای یک دوره زمانی انجام می‌شود. یک رویه معمول در شکل ۲ نشان داده شده است. پس از مشخصه‌یابی اولیه، نمونه برای یک بازه زمانی منظم در محیط تنش قرار می‌گیرد. پس از بازه مواجهه، نمونه برای اندازه‌گیری آماده و مشخصه‌یابی می‌شود و سپس دوباره در معرض مواجهه قرار می‌گیرد. این استاندارد تلفیق‌های خاصی از تنش‌های پیشنهادی را ارائه می‌دهد تا بتوان شرایط تنش مناسب را انتخاب کرد. علاوه بر این، رویه‌ها و تجهیزات مورد نیاز برای انجام اطمینان‌پذیر و تجدیدپذیر اندازه‌گیری‌های اطمینان‌پذیری را تعریف می‌کند.



شکل ۲ - رویه کلی آزمون اطمینان‌پذیری

آزمون‌های تنشی که توصیه می‌شوند، تلفیقی از تعداد محدودی از تنش‌های به‌خوبی تعریف‌شده هستند. جدول ۱، مروری بر مقادیر توصیه‌شده برای تنش‌های معمول که در بسیاری از پروتکل‌های آزمون با آنها برخورد می‌کنیم، ارائه می‌دهد.

جدول ۱: خلاصه‌ای از تنش‌های مورد استفاده در این استاندارد

مقادیر معمول						تنش
چرخه گرمایش ۸۵ °C تا -۴۰ °C	۸۵ °C	۷۰ °C	۶۵ °C	۴۰ °C	-۴۰ °C	دما
≤۱۰ % RH	≤۱۰ % RH	≤۱۰ % RH	۹۵ % RH	۸۵ % RH	≤۱۰ % RH	رطوبت
تاریک	تاریک	۲۰۰ W/m ² تا ۵۰۰۰ W/m ²	تاریک	۴۰ W/m ² تا ۱۰۰۰ W/m ²	تاریک	نور (تابش‌دهی متوسط سطح نمونه دریافت کننده نور)

شرایط معمول آزمون که در جدول ۱ ارائه شده است، توصیه می‌شود. تلفیق‌های مختلفی از مواجهه با دما، رطوبت و نور را می‌توان براساس نیازهای واقعی کاربردهای صنعتی مختلف یا مناطق مختلف انتخاب کرد. لازم است حدود تغییرات خواص نوری QLCFs بیش از ۱۵٪ نباشد یا می‌تواند با مشورت طرف‌های تأمین و درخواست‌کننده تعیین شود.

۲-۲-۴ مقدار آزمون‌ها^۱

تمام آزمون‌های اطمینان‌پذیری باید روی گروه‌های نمونه آماری مرتبط انجام شود. درحالی‌که توصیه می‌شود گروه‌های نمونه معمولاً تا حد امکان بزرگ انتخاب شوند، اندازه گروه برای هر یک از آزمون‌های انجام‌شده در مورد نمونه‌های کوچک، باید حداقل سه نمونه باشد.

قرار نیست آزمون‌ها پشت سر هم انجام شوند. نمونه‌های آزمون فقط می‌توانند تحت یک آزمون خاص قرار گیرند، به‌طوری‌که چندین آزمون تنش را می‌توان به‌صورت موازی برای تسریع آزمون انجام داد. برای ارزیابی کامل اطمینان‌پذیری، لازم است گروه‌هایی از نمونه‌های آزمون تحت هر یک از آزمون‌ها قرار گیرند. لازم است سطوح اطمینان‌پذیری قابل قبول توسط سازنده تعیین شود یا بین سازنده و کاربر توافق شود.

۳-۲-۴ ویژگی‌های تجهیزات

برای اینکه آزمون قابل قبول باشد، تمام آزمون‌ها باید با تجهیزات واجد شرایط و واسنجی‌شده که امکان پایش شرایط محیطی را فراهم می‌کنند، انجام شوند. مشخصات تفصیلی در زیربندهای مربوطه ذکر شده است.

¹ specimens

۴-۲-۴ روش‌های آزمون

تمام روش‌های آزمون توصیه‌شده در این استاندارد در دسته «آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده» قرار می‌گیرند. این آزمون‌ها، نمونه‌های آزمون را در مواجهه مجموعه‌ای از پارامترهای انتخاب‌شده اما به‌شدت کنترل‌شده تنش، در تجهیزات تخصصی آزمون قرار می‌دهند تا آزمون پایداری کمی انجام شود. مروری بر تمام آزمون‌های توصیه‌شده با پارامترهای کنترل اصلی ترجیحی در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم است زمان آزمون توسط سازنده تعیین شود یا بین سازنده و کاربر توافق شود.

جدول ۲: خلاصه‌ای از روش‌های آزمون مرتبط و پارامترهای اصلی کنترل

شماره شناسایی آزمون و توضیحات					پارامتر
T5 چرخه گرمایش	T4 دمای پایین	T3 حرارت مرطوب	T2 حرارت مرطوب و مواجهه با نور آبی	T1 مواجهه با دمای بالا و نور آبی	
هر چرخه: ۸۵ °C برای ۳۰ min، کاهش دما تا ۴۰ °C - برای ۵ min و ۴۰ °C - برای ۳۰ min، افزایش دما تا ۸۵ °C برای ۵ min	-۴۰ °C	۶۵ °C	۴۰ °C	۷۰ °C	دما
≤ ۱۰ % RH	RH ≤ ۱۰ %	RH ۹۵ %	۸۵ % RH	≤ ۱۰ % RH	رطوبت
تاریک	تاریک	تاریک	۸۰ W/m ²	۲۰۰۰ W/m ²	نور (تابش‌دهی متوسط سطح نمونه دریافت‌کننده نور)

۵-۲-۴ هشدار

برخی از انواع نقاط کوانتومی حاوی کادمیم هستند. کادمیم اثرات سمی بر کلیه‌ها و همچنین دستگاه‌های اسکلتی و تنفسی دارد. این ماده به‌عنوان یک ماده سرطانزای انسانی طبقه‌بندی می‌شود. در طول آزمون باید احتیاط لازم رعایت شود:

افرادی که آزمون را انجام می‌دهند باید از تجهیزات حفاظت فردی زیر استفاده کنند:

(الف) عینک‌های محافظ پاشش مواد شیمیایی برای محافظت از چشم؛

(ب) دستکش‌های نیتریل یکبار مصرف برای محافظت از دست؛

در صورت بروز آلودگی، دستکش‌ها باید بلافاصله با دستکش‌های جدید تعویض شوند.

(پ) روپوش آزمایشگاهی، کفش‌های جلو بسته و غیرقابل نفوذ برای محافظت از پوست و بدن.

تمام زباله‌ها و وسایل یکبار مصرف آلوده باید به‌عنوان پسماند مخاطره‌آمیز دفع شوند.

نکته ۱: ق ممکن است قوانین و مقررات ملی در مورد دفع پسماند مخاطره‌آمیز وجود داشته باشد.

این احتیاط‌ها در اندازه‌گیری نیز اعمال می‌شود.

حین آزمون، باید روپوش آزمایشگاهی، دستکش و عینک محافظ پوشیده شود تا از آسیب احتمالی ناشی از دمای بالا و نور آبی در محفظه آزمایشگاهی جلوگیری شود.

نکته ۲: ممکن است قوانین و مقررات ملی وجود داشته باشد.

۳-۴ اندازه‌گیری‌ها

۱-۳-۴ کلیات

برای به‌دست آوردن داده‌های نماینده و مقایسه‌پذیر، تمام اندازه‌گیری‌ها باید با تجهیزات داده‌برداری واجد شرایط و واسنجی شده انجام شود.

اندازه‌گیری Q-LCF براساس خواص نوری است که عبارتند از: درخشایی، مختصات فام‌نابی^۱، Δ_p FWHM، عرض لبه نامعتبر، LCE.

از یک ابزار دقیق اندازه‌گیری تابندگی^۲ طیفی برای اندازه‌گیری درخشایی، مختصات فام‌نابی، Δ_p FWHM، عرض لبه نامعتبر و LCE استفاده می‌شود.

از خط‌کش فیلم یا میکروسکوپ نوری برای اندازه‌گیری عرض لبه نامعتبر استفاده می‌شود.

۲-۳-۴ شرایط عمومی آزمون

شرایط آزمون باید الزامات زیر را برآورده کند.

الف) دمای محیط: 21°C تا 25°C .

ب) رطوبت نسبی محیطی: ۴۰٪ تا ۶۰٪.

پ) فشار اتمسفری: ۸۶ kPa تا ۱۰۶ kPa.

۳-۳-۴ ویژگی‌های ابزار دقیق اندازه‌گیری

الف) ابزار دقیق اندازه‌گیری تابندگی طیفی

یک ابزار دقیق اندازه‌گیری تابندگی طیفی مانند درخشایی‌سنج^۳ می‌تواند مقدار متوسط تابندگی طیفی و درخشایی طیفی را در یک زاویه دید ثابت اندازه‌گیری کند.

¹ chromaticity

² radiance

³ luminance meter

این ابزار دقیق باید الزامات زیر را برآورده کند:

- خطای طول موج باید کمتر از 0.3 nm باشد؛
- میدان دید اندازه‌گیری نباید کمتر از 0.2° باشد؛
- پهنای باند طیفی نباید بیشتر از 5 nm باشد و باید مضرب صحیحی از بازه نمونه‌برداری باشد؛
- دقت اندازه‌گیری فام‌نابی باید $0.002 \pm$ باشد؛
- خطای خطی بودن باید کمتر از $1/10\%$ باشد؛
- خطای پایداری باید کمتر از $1/5\%$ باشد؛
- نادرستی روشنایی^۱ باید کمتر از 5% باشد؛
- ابزار دقیق باید دارای تابع محاسبه روشنایی باشد.

(ب) خط‌کش فیلم

خط‌کش فیلم باید یک خط‌کش با گستره اندازه‌گیری حداقل 100 mm و کوچکترین مقیاس 1 mm یا کمتر باشد.

(پ) میکروسکوپ نوری

میکروسکوپ نوری باید منبع نور مخصوص به خود را داشته باشد، دقت اندازه‌گیری نباید کمتر از 0.1 mm باشد و باید بتواند اندازه نمونه مورد آزمون را اندازه‌گیری کند.

۴-۳-۴ آماده‌سازی

تمام نمونه‌های برداشته‌شده از محفظه باید ابتدا برای مدتی در محیط اندازه‌گیری تثبیت شوند. اندازه‌گیری خواص نوری (مختصات فام‌نابی، درخشایی و LCE) Q-LCF باید در BLU شبیه‌سازی شده با نور مستقیم انجام شود که منعکس‌کننده اثرات کاربردی واقعی تولیدشده به وسیله Q-LCF است. واحد پس‌نور شبیه‌سازی شده با نور مستقیم^۲ به عنوان سکوی اندازه‌گیری شامل به ترتیب LEDs، میز شفاف قرارگیری نمونه، نمونه Q-LCF و فیلم منشور^۳ است. فاصله بین LEDs و میز قرارگیری نمونه باید مناسب باشد تا Q-LCF نور برانگیختگی کافی دریافت کند. جریان کاری LEDs با شدت مناسبی از نور برانگیختگی تنظیم می‌شود. لازم است ویژگی‌های فیلم منشور با کاربر توافق شود.

۵-۳-۴ جمع‌آوری داده

جمع‌آوری داده‌ها در طول آزمون اطمینان‌پذیری باید حداقل تواتر اندازه‌گیری زیر را برآورده کند.

¹ brightness

² direct-lit

³ prism film

برای نمونه‌های Q-LCF، اندازه‌گیری در زمان‌های صفر، ۲۴ h، ۷۲ h، ۱۶۸ h، ۳۳۶ h، ۵۰۴ h و ۱۰۰۰ h انجام می‌شود. با این حال، اندازه‌گیری لبه نامعتبر معمولاً در زمان ۱۰۰۰ h یا بیشتر انجام می‌شود زیرا لبه نامعتبر بسیار کندتر اتفاق می‌افتد.

۶-۳-۴ روش‌های اندازه‌گیری Q-LCFs در BLU نور مستقیم شبیه‌سازی شده

روش‌های اندازه‌گیری مختصات فام‌نابی و درخشایی BLU نور مستقیم شبیه‌سازی شده باید مطابق با استاندارد IEC 62595-2-1:2016 باشد. قله طول موج و FWHM را می‌توان از اندازه‌گیری مختصات فام‌نابی و درخشایی به‌طور همزمان با درخشایی سنج یا سایر ابزار دقیق‌های مشابه به‌دست آورد یا محاسبه کرد. بازدهی تبدیل نور باید مطابق با استاندارد IEC-TS 62565-4-4:2025 اندازه‌گیری شود. موقعیت اندازه‌گیری هر نمونه خاص Q-LCF برای مقایسه داده‌ها باید در همان ناحیه باقی بماند: ناحیه مرکزی نمونه برای اندازه‌گیری توصیه می‌شود.

۷-۳-۴ روش‌های اندازه‌گیری عرض لبه نامعتبر

الف) روش اندازه‌گیری با میکروسکوپ نوری

میکروسکوپ نوری با نرم‌افزار تا توان مناسب بزرگنمایی می‌شود و برای گرفتن عکس و اندازه‌گیری عرض لبه‌های نامعتبر چهار طرف نمونه آزمون مستطیل شکل Q-LCFs استفاده می‌شود.

(۱) لنز را روی میکروسکوپ نصب کنید، بزرگنمایی کل ۴۰ تا ۱۰۰ برابر است.

(۲) یک نمونه را روی سکوی مکانیکی قرار دهید و آن را ببندید؛ میکروسکوپ و نمونه را تنظیم کنید؛ لبه نامعتبر با رنگی متفاوت از ناحیه معتبر را با چشم پیدا کنید، به‌طوری که لبه نامعتبر Q-LCF در مرکز میدان دید قرار گیرد.

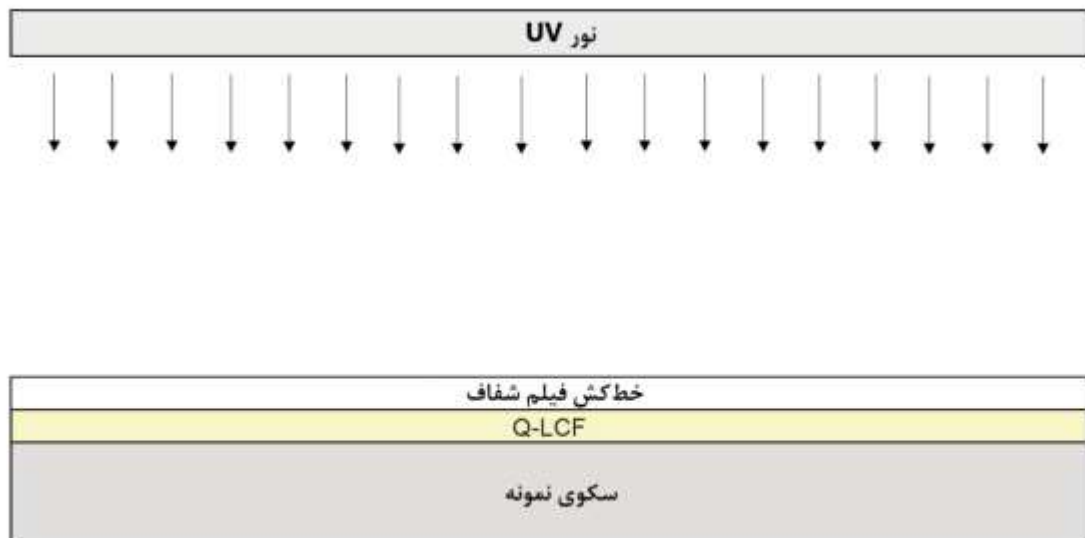
(۳) عرض بیشینه را با چشم جستجو کنید، از نرم‌افزار میکروسکوپ برای گرفتن عکس و اندازه‌گیری عرض بیشینه لبه نامعتبر استفاده کنید. دست‌کم سه بار امتحان کنید تا عرض بیشینه را تأیید کنید.

(۴) سه بار برای لبه‌های دیگر تکرار کنید.

(۵) بزرگترین مقدار را از کل داده‌ها ثبت کنید و به‌عنوان عرض لبه نامعتبر تعیین کنید.

ب) روش اندازه‌گیری با خط‌کش فیلم

یک منبع نور UV (۳۶۵ nm) برای برانگیختگی لبه‌های Q-LCF تنظیم شود. به شکل ۳ مراجعه شود.



شکل ۳: نمونه‌ای از تنظیمات اندازه‌گیری برای لبه نامعتبر

- (۱) خط‌کش فیلم شفاف را روی Q-LCF قرار دهید.
- (۲) منبع نور UV را روشن کنید و کل Q-LCF را تابش‌دهی کنید.
- (۳) با یک لبه شروع کنید، با نگاه کردن به تفاوت رنگ بین لبه نامعتبر و ناحیه معتبر، به دنبال سه مکان با عرض بیشینه ممکن باشید.
- (۴) از خط‌کش فیلم برای اندازه‌گیری سه عرض بیشینه بالقوه استفاده کنید؛ مقدار بیشینه را به عنوان عرض این لبه نامعتبر ثبت کنید.
- (۵) سه بار برای لبه‌های دیگر در ناحیه‌های مختلف تکرار کنید.
- (۶) بزرگترین مقدار از تمام داده‌ها را به عنوان عرض لبه نامعتبر ثبت کنید.

۸-۳-۴ معیارهای قبول یا رد

- سطح اطمینان‌پذیری QLCFs را می‌توان با استفاده از درجه تغییر چهار پارامتر KCC^۱ حین آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده ارزشیابی کرد:
- (الف) جابه‌جایی مختصات فام‌نابی؛
- (ب) درجه تضعیف نور؛
- (پ) تغییرات LCE؛
- (ت) عرض لبه نامعتبر.

^۱ key control characteristics

انواع مختلف افزاره‌های نمایشگر و سناریوهای کاربری مختلف به سطح اطمینان‌پذیری متفاوتی از Q-LCF نیاز دارند، از این‌رو شرایط آزمون متفاوتی برای آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده اتخاذ می‌شود. معیارهای قبولی یا رد باید بین سازنده و کاربر براساس الزامات عملی کاربرد توافق شود. معیارهای ذکرشده در جدول ۳ از الزامات کاربران نهایی گرفته شده است. اگر درجه تغییر کمتر از حدود ذکرشده در جدول ۳ باشد، عملکرد نمایشگر افزاره هم‌گذاری شده با Q-LCF به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. خواص و مشخصه‌های نامرتبط برای کاربرد را می‌توان به‌عنوان «غیرکاربردی»^۱ یا «مشخص‌نشده» طبقه‌بندی کرد. یک مطالعه موردی در پیوست الف ارائه شده است.

جدول ۳- معیارهای قبول یا رد

پارامترهای اندازه‌گیری					نمونهٔ آزمون	شماره
Δl	$ \Delta y $	$ \Delta x $	ΔL_v	ΔLCE	Q-LCFs	۱
$\leq 2 \text{ mm}$	≤ 0.15	≤ 0.15	$\leq 15 \%$	$\leq 15 \%$		
Δx و Δy به جابه‌جایی مختصات فام‌تایی اشاره دارد.						
Δl به بیشینه عرض لبهٔ نامعتبر اشاره دارد.						
واجد شرایط بودن با OK ثبت می‌شود. مردودی با NG ^۲ ثبت می‌شود.						
معیارها، حدود تغییر توصیه‌شده هستند؛ با این حال، شرایط آزمون پیرسازی تسریع‌شدهٔ متفاوتی باید مطابق با الزامات مختلف در کاربردهای صنعتی عملی اتخاذ شود.						

۵ روش‌های آزمون

۱-۵ T1 - مواجهه با دمای بالا و نور آبی

۱-۱-۵ هدف

تعیین توانایی نمونه‌ها در استقامت در برابر تنش گرمایی و تابش‌دهی.

۲-۱-۵ دما و نور

دماهای معمول مورد استفاده در این آزمون 40°C ، 65°C و 70°C است. تابش‌گیری متوسط (W/m^2) سطح نمونه دریافت‌کننده نور مورد استفاده در این آزمون، 100 W/m^2 تا 5000 W/m^2 است. انجام آزمون در دمای 70°C و 2000 W/m^2 توصیه می‌شود.

۳-۱-۵ رویدادنگاری داده^۳

برای نمونه‌های Q-LCF، اندازه‌گیری در زمان‌های صفر، 24 h ، 72 h ، 168 h ، 336 h و 504 h و 1000 h انجام می‌شود. اندازه‌گیری لبه نامعتبر در زمان 1000 h یا بیشتر انجام می‌شود زیرا لبه نامعتبر کندتر اتفاق می‌افتد. کل زمان مواجهه در آزمون تنش باید برحسب ساعت ثبت شود.

¹ not applicable

² Not Good

³ data logging

۴-۱-۵ برون داد

لازم است درخشایی، مختصات فام‌نایی، M_p FWHM و LCE مربوط به Q-LCF از طیف فلورسانس استخراج و در طول زمان رسم شوند. مقدار تغییر نهایی لبه نامعتبر باید ثبت شود؛ رسم داده‌های تغییر در طول زمان پیرسازی الزامی نیست.

۵-۱-۵ تجهیزات مورد نیاز

الف) محفظه آزمون دمای ثابت

محفظه باید دمای ثابتی را حفظ کند. لازم است گستره دما دست کم 100°C و دقت دما نباید کمتر از 1°C باشد.

ب) برهم‌گذاری نورپردازی^۱

برهم‌گذاری نورپردازی واقع در محفظه آزمون، تابش Q-LCF را فراهم می‌کند که باید الزامات زیر را برآورده کند:

۱) برهم‌گذاری نورپردازی باید شامل یک منبع نور، یک سکوی نمونه، نمونه آزمون و یک فیلم منشور باشد و همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است هر جزء باید عمود بر جهت انتشار منبع نور باشد.

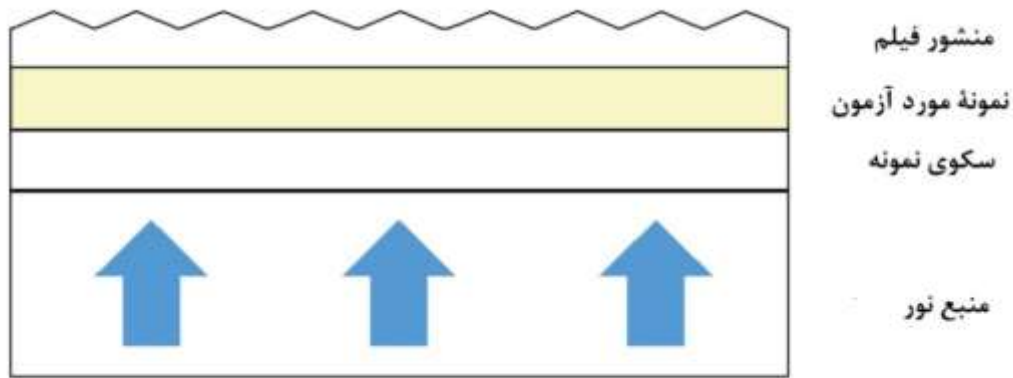
۲) ویژگی‌های فیلم منشور باید با توافق کاربر باشد.

۳) قله طول موج و FWHM منبع نور باید با تنظیمات منبع نور محصول نمایشگر که با Q-LCF اعمال می‌شود، سازگار باشد. معمولاً، طول موج قله منبع نور $447.5 \text{ nm} \pm 2.5 \text{ nm}$ و FWHM برابر با $18 \text{ nm} \pm 3 \text{ nm}$ است.

۴) شدت نور برای آزمون پیرسازی تسریع شده باید تابش‌دهی متوسط سطح نمونه دریافت‌کننده نور روی سکوی نمونه را برآورده کند.

۵) نسبت تابش‌دهی کمینه نمونه دریافت‌کننده به تابش‌دهی متوسط نمونه دریافت‌کننده روی سکوی نمونه نباید کمتر از ۹۰٪ باشد.

¹ lighting assembly



شکل ۴: برهم‌گذاری نورپردازی

۲-۵ T2 - مواجهه با حرارت مرطوب و نور آبی

۱-۲-۵ هدف

تعیین توانایی نمونه‌ها برای استقامت در برابر اثرات نفوذ رطوبت در دمای بالا و تابش‌دهی

۲-۲-۵ دما، رطوبت و نور

دماهای معمول مورد استفاده در این آزمون 40°C ، 65°C و 85°C است. رطوبت‌های معمول مورد استفاده در این آزمون رطوبت نسبی 85% ، رطوبت نسبی 90% و رطوبت نسبی 95% هستند. تابش‌گیری متوسط (W/m^2) سطح نمونه دریافت‌کننده نور مورد استفاده در این آزمون، 40 W/m^2 تا 500 W/m^2 است. انجام آزمون در دمای 40°C ، رطوبت نسبی 85% و 80 W/m^2 توصیه می‌شود.

۳-۲-۵ رویدادنکاری داده

به زیربند ۳-۱-۵ مراجعه شود.

۴-۲-۵ برون‌داد

به زیربند ۴-۱-۵ مراجعه شود.

۵-۲-۵ تجهیزات مورد نیاز

الف) محفظه آزمون دما و رطوبت ثابت

این محفظه می‌تواند دما و رطوبت ثابتی را حفظ کند. لازم است گستره دما کمتر از 40°C باشد و دقت دما نباید کمتر از 1°C باشد. لازم است حداقل گستره رطوبت نسبی 98% باشد و دقت رطوبت کمتر از رطوبت نسبی 5% نشود.

ب) برهم‌گذاری نورپردازی باید مطابق با زیربند ۵-۱-۵ مورد ب) باشد.

۳-۵ T3 - حرارت مرطوب

۱-۳-۵ هدف

تعیین توانایی نمونه‌ها برای استقامت در برابر اثرات نفوذ طولانی‌مدت رطوبت در دمای بالا.

۲-۳-۵ رویه

این آزمون باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۷۸-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۳، زیربند ۴-۴ انجام شود.

۳-۳-۵ دما و رطوبت

سه تلفیق معمول وجود دارد: (C° ۴۰، رطوبت نسبی ٪ ۹۵)، (C° ۶۵، رطوبت نسبی ٪ ۹۵) و (C° ۸۵، رطوبت نسبی ٪ ۸۵). شرایط را با توجه به پایداری نمونه انتخاب کنید تا طول آزمون و تراکم داده‌های معقولی داشته باشد.

۴-۳-۵ رویدادننگاری داده

به زیربند ۳-۱-۵ مراجعه شود.

۵-۳-۵ برون داد

به زیربند ۴-۱-۵ مراجعه شود.

۶-۳-۵ تجهیزات مورد نیاز

به زیربند ۵-۲-۵ بخش الف مراجعه شود.

۴-۵ T4 - دمای پایین

۱-۴-۵ هدف

تعیین توانایی نمونه‌ها برای استقامت در برابر اثرات دمای پایین

۲-۴-۵ دما

دماهای معمول مورد استفاده در این آزمون C° ۴۰- و C° ۲۰- است. انجام آزمون در C° ۴۰- توصیه می‌شود. رطوبت کنترل نمی‌شود؛ با این حال، رطوبت واقعی باید ثبت و گزارش شود. معمولاً رطوبت در محفظه کمتر یا مساوی رطوبت نسبی ٪ ۱۰ خواهد بود.

۳-۴-۵ رویدادننگاری داده

به زیربند ۳-۱-۵ مراجعه شود.

۴-۴-۵ برون داد

به زیربند ۴-۱-۵ مراجعه شود.

۵-۴-۵ تجهیزات مورد نیاز

محفظه آزمون چرخه گرمایش باید الزامات استاندارد ملی ایران ۱-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۹ را برآورده کند. لازم است گستره دما کمتر یا مساوی $^{\circ}\text{C} 40-$ باشد و دقت دما نباید کمتر از $^{\circ}\text{C} 1$ باشد.

۵-۵ T5 - چرخه گرمایش

۱-۵-۵ هدف

تعیین توانایی نمونه برای استقامت در برابر عدم تطابق گرمایی، خستگی و سایر تنش‌های ناشی از تغییرات مکرر دما

۲-۵-۵ دما

نمونه‌ها باید بین چرخه دماهای $^{\circ}\text{C} 40 \pm 2$ ، $^{\circ}\text{C} 25 \pm 2$ و $^{\circ}\text{C} 85 \pm 2$ قرار گیرند. در هر چرخه، دما را تا $^{\circ}\text{C} 85$ افزایش داده و به مدت ۳۰ دقیقه در آن نگه دارید، دما را تا $^{\circ}\text{C} 25$ کاهش داده و به مدت ۵ دقیقه در آن نگه دارید و دما را تا $^{\circ}\text{C} 40-$ کاهش داده و به مدت ۳۰ دقیقه در آن نگه دارید. تعداد کل چرخه‌های توصیه شده در اینجا ۱۰۰ چرخه یا بیشتر است. رطوبت کنترل نمی‌شود. با این حال، رطوبت واقعی باید ثبت و گزارش شود.

۳-۵-۵ رویدادنکاری داده

اندازه‌گیری نمونه از T5 پس از ۱۰۰ چرخه انجام می‌شود.

۴-۵-۵ برون داد

به زیربند ۴-۱-۵ مراجعه شود.

۵-۵-۵ تجهیزات مورد نیاز

محفظه آزمون چرخه گرمایش باید الزامات استاندارد ملی ایران ۱-۲-۲۷-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۹ را برآورده کند، لازم است گستره دمای چرخه دست کم از $^{\circ}\text{C} 40-$ تا $^{\circ}\text{C} 100$ باشد و دقت دما نباید کمتر از $^{\circ}\text{C} 1$ باشد.

۶ گزارش

مشخصه‌های عملکرد و جزئیات هرگونه مردودی و آزمون‌های مجدد باید توسط آزمایشگاه‌های آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران/ایزو ۱۷۰۲۵ تهیه شود. هر گزارش آزمون باید دست کم شامل اطلاعات زیر باشد:

الف) عنوان؛

- (ب) نام و نشانی آزمایشگاه آزمون کننده و محلی که آزمون‌ها در آن انجام شده است؛
- (پ) شناسه منحصر به فرد گزارش در هر صفحه؛
- (ت) نام و نشانی مشتری، در صورت لزوم؛
- (ث) شرح و شناسه نمونه آزمون شده؛
- ج مشخصه یابی و وضعیت نمونه آزمون؛
- (چ) تاریخ دریافت نمونه آزمون و تاریخ(های) آزمون، در صورت لزوم؛
- (ح) شناسه روش آزمون استفاده شده؛
- (خ) ارجاع به رویه نمونه برداری، در صورت لزوم؛
- (د) تعداد افزارهای آزمون و تعداد افزارهایی که در طول آزمون خراب شده اند؛
- (ذ) هرگونه انحراف از روش آزمون، اضافه شدن یا حذف از آن و هرگونه اطلاعات دیگر مربوط به یک آزمون خاص، مانند شرایط محیطی؛
- (ر) اندازه گیری ها، بررسی ها و نتایج به دست آمده که در صورت لزوم توسط جداول، نمودارها، طرح ها و عکس های مربوطه پشتیبانی می شوند؛
- (ز) بیانیه ای از عدم قطعیت تخمینی نتایج آزمون (در صورت ارتباط)؛
- (ژ) امضا و عنوان، یا مدرک شناسایی معادل آن از شخصی (اشخاصی) که مسئولیت محتوای گزارش را پذیرفته اند و تاریخ صدور؛
- (س) در صورت لزوم، بیانیه ای مبنی بر اینکه نتایج فقط مربوط به موارد آزمون شده است؛
- (ش) بیانیه ای مبنی بر اینکه گواهی یا گزارش نباید تکثیر شود، مگر به صورت کامل، بدون تأیید کتبی آزمایشگاه.
- یک نسخه از این گزارش باید توسط آزمایشگاه و سازنده برای ارجاعات بعدی نگهداری شود.

پیوست «الف»
(آگاهی دهنده)

مطالعه موردی ارزیابی اطمینان پذیری Q-LCF

الف-۱ نمونه آزمون

نمونه‌های آزمون از یک ورق Q-LCF به ابعاد 139.7 cm (55 in) با ضخامت $330 \mu\text{m}$ بریده شدند که هیچ لبه لوله‌شده، ترک، شکستگی، چروک، خراش سطحی یا کثیفی روی سطح آن مشاهده نشد. فیلم تبدیل نور قابلیت‌یافته با نقطه کوانتومی به قطعات مربعی 20 cm در 20 cm به‌عنوان آزمون برش داده شد تا بتواند سکوی نمونه برهم‌گذاری نورپردازی را پوشش دهد. سه آزمون به‌صورت تصادفی به‌عنوان گروهی از آزمون‌ها موازی با نام‌های NJ-s1-1، NJ-s1-2 و NJ-s1-3 انتخاب شدند. در مجموع پنج گروه برای پنج نوع آزمون پیرسازی تسریع‌شده ارزیابی اطمینان‌پذیری در جدول ۲ آماده شدند.

الف-۲ روش آزمون

یک نوع آزمون پیرسازی تسریع‌شده برای ارزیابی اطمینان‌پذیری برای هر گروه از آزمون‌ها انجام شد. روش‌های آزمون بند ۵ و شرایط آزمون از جدول ۲ اتخاذ شدند.

الف-۳ نتایج آزمون

نتایج آزمون گروه‌های T1، T2 و T3 در زمان‌های صفر، 168 h ، 336 h ، 1008 h ، 1334 h و 2016 h و گروه T4 در زمان‌های صفر و 1008 h و گروه T5 در زمان صفر، 100 چرخه در طول آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده جمع‌آوری شدند، بجز این‌که عرض لبه نامعتبر تنها در زمان‌های صفر و 3000 h در طول آزمون پیرسازی تسریع‌شده جمع‌آوری شد. مقدار اولیه و مقدار نهایی نتایج آزمون در جدول الف-۱ فهرست‌شده است، قضاوت قبولی یا ردی مطابق با معیارهای جدول ۳ ارائه شده است. درجه تغییر در مختصات رنگی x ، y ، L_v تحت شرایط T1 تا T5 در طول آزمون پیرسازی تسریع‌شده در شکل الف-۱ رسم شده است.

جدول الف-۱: نتایج آزمون‌های پیرسازی تسریع‌شده Q-LCF

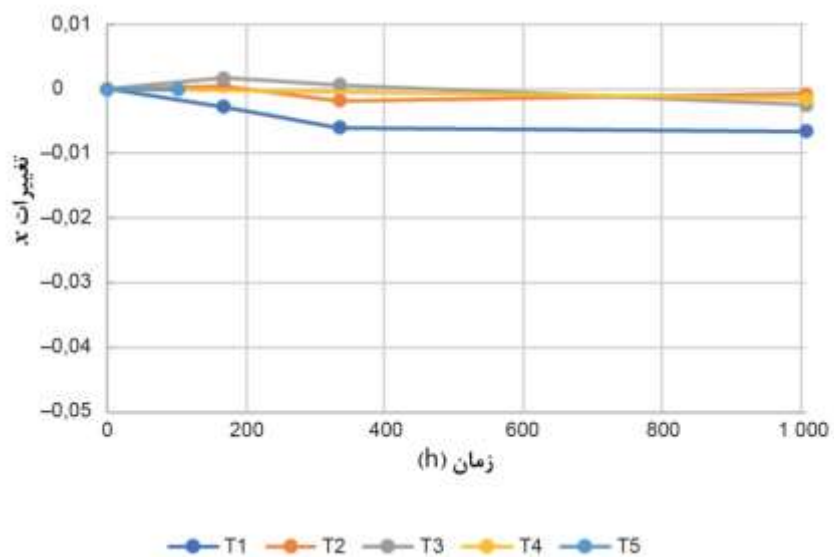
شناسه آزمون	کد آزمون	نقطه داده	مختصات فام‌نابی x	مختصات فام‌نابی y	L_v	l (mm)	LCE
T1	NJ-s1-1	مقدار اولیه	۰٫۲۹۶۹	۰٫۲۵۱۶	1687 cd/m^2	۰	۶۲٫۶٪
		مقدار در 1008 h	۰٫۲۸۹۹	۰٫۲۴۴۲	1665 cd/m^2	۰٫۵	۶۳٫۵٪
		تغییر	-۰٫۰۰۷۰	-۰٫۰۰۷۴	۹۹٪	۰٫۵	۱۰۱٫۴٪
	NJ-s1-2	مقدار اولیه	۰٫۲۹۷۸	۰٫۲۵۲۶	1698 cd/m^2	۰	۶۲٫۲٪
		مقدار در 1008 h	۰٫۲۹۱۳	۰٫۲۴۵۴	1686 cd/m^2	۰٫۵	۶۳٫۰٪
		تغییر	-۰٫۰۰۶۵	-۰٫۰۰۷۲	۹۹٪	۰٫۵	۱۰۱٫۴٪

شناسه آزمون	کد آزمونه	نقطه داده	مختصات فام‌نابی x	مختصات فام‌نابی y	L_v	l (mm)	LCE
	NJ-s1-3	مقدار اولیه	۰٫۲۹۶۳	۰٫۲۵۰۳	۱۶۸۹ cd/m ²	۰	۶۲٫۵ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۰۳	۰٫۲۴۴۴	۱۶۷۹ cd/m ²	۰٫۵۵	۶۳٫۴ %
		تغییر	-۰٫۰۰۶۰	-۰٫۰۰۵۹	۹۹ %	۰٫۵۵	۱۰۱٫۴ %
	مقدار متوسط تغییرات		-۰٫۰۰۶۵	-۰٫۰۰۶۸	۹۹ %	۰٫۵۲	۱۰۱٫۴ %
T2	NJ-s1-4	مقدار اولیه	۰٫۲۹۷۲	۰٫۲۵۱۷	۱۷۰۰ cd/m ²	۰	۶۲٫۴ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۶۳	۰٫۲۴۹۵	۱۷۳۹ cd/m ²	۰٫۲	۶۴٫۷ %
		تغییر	-۰٫۰۰۰۹	-۰٫۰۰۲۲	۱۰۲ %	۰٫۲	۱۰۳٫۷ %
	NJ-s1-5	مقدار اولیه	۰٫۲۹۶۶	۰٫۲۵۱	۱۷۰۶ cd/m ²	۰	۶۲٫۳ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۵۹	۰٫۲۴۹۲	۱۷۴۵ cd/m ²	۰٫۲	۶۴٫۴ %
		تغییر	-۰٫۰۰۰۷	-۰٫۰۰۱۸	۱۰۲ %	۰٫۲	۱۰۳٫۴ %
	NJ-s1-6	مقدار اولیه	۰٫۲۹۵۱	۰٫۲۵۰۴	۱۷۰۴ cd/m ²	۰	۶۲٫۱ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۴۴	۰٫۲۴۸۶	۱۷۴۴ cd/m ²	۰٫۲	۶۴٫۲ %
		تغییر	-۰٫۰۰۰۷	-۰٫۰۰۱۸	۱۰۲ %	۰٫۲	۱۰۳٫۴ %
	مقدار متوسط تغییرات		-۰٫۰۰۰۸	-۰٫۰۰۱۹	۱۰۲ %	۰٫۲	۱۰۳٫۵ %
T3	NJ-s1-7	مقدار اولیه	۰٫۲۹۷۹	۰٫۲۵۲۲	۱۷۰۹ cd/m ²	۰	۶۲٫۷ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۵۱	۰٫۲۴۸۱	۱۶۸۲ cd/m ²	۲	۶۲٫۶ %
		تغییر	-۰٫۰۰۲۸	-۰٫۰۰۴۱	۹۸ %	۲٫۰	۹۹٫۸ %
	NJ-s1-8	مقدار اولیه	۰٫۲۹۷۴	۰٫۲۵۲۱	۱۷۰۹ cd/m ²	۰	۶۲٫۵ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۵۱	۰٫۲۴۸۳	۱۶۸۲ cd/m ²	۲٫۱	۶۲٫۴ %
		تغییر	-۰٫۰۰۲۳	-۰٫۰۰۳۸	۹۹ %	۲٫۱	۹۹٫۷ %
	NJ-s1-9	مقدار اولیه	۰٫۲۹۵۹	۰٫۲۵۰۹	۱۷۱۰ cd/m ²	۰	۶۲٫۶ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۹۳۶	۰٫۲۴۷۲	۱۶۹۴ cd/m ²	۲	۶۲٫۵ %
		تغییر	-۰٫۰۰۲۳	-۰٫۰۰۳۷	۹۹ %	۲٫۰	۹۹٫۸ %
	مقدار متوسط تغییرات		-۰٫۰۰۲۵	-۰٫۰۰۳۹	۹۹ %	۲٫۰	۹۹٫۸ %
T4	NJ-s1-10	مقدار اولیه	۰٫۲۱۲۳	۰٫۱۴۰۵	۱۳۲۶ cd/m ²	۰	۶۲٫۵ %
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۱۰۷	۰٫۱۳۷۲	۱۲۹۶ cd/m ²	۰	۶۱٫۷ %
		تغییر	-۰٫۰۰۱۶	-۰٫۰۰۳۳	۹۸ %	۰	۹۸٫۷ %

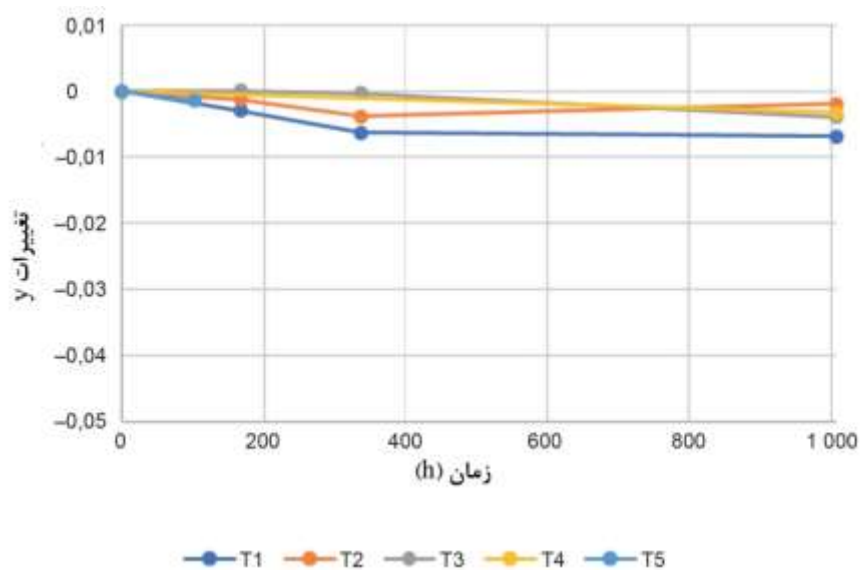
شناسهٔ آزمون	کد آزمون	نقطهٔ داده	مختصات فام‌نابی x	مختصات فام‌نابی y	L_v	l (mm)	LCE
T5	NJ-s1-11	مقدار اولیه	۰٫۲۱۲۷	۰٫۱۴۱۱	۱۳۲۹ cd/m ²	۰	۶۲٫۵٪
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۱۱۲	۰٫۱۳۷۹	۱۳۰۰ cd/m ²	۰	۶۱٫۶٪
		تغییر	-۰٫۰۰۱۵	-۰٫۰۰۳۲	۹۸٪	۰	۹۸٫۶٪
	NJ-s1-12	مقدار اولیه	۰٫۲۱۱۶	۰٫۱۳۹۸	۱۳۲۸ cd/m ²	۰	۶۲٫۴٪
		مقدار در ۱۰۰۸ h	۰٫۲۱۰۱	۰٫۱۶۳۷	۱۳۰۰ cd/m ²	۰	۶۱٫۶٪
		تغییر	-۰٫۰۰۱۵	-۰٫۰۰۳۱	۹۸٪	۰	۹۸٫۷٪
	مقدار متوسط تغییرات		-۰٫۰۰۱۵	-۰٫۰۰۳۱	۹۸٪	۰	۹۸٫۷٪
	NJ-s1-13	مقدار اولیه	۰٫۲۱۲۵	۰٫۱۴۰۵	۱۳۲۱ cd/m ²	۰	۶۲٫۷٪
		۱۰۰ چرخه	۰٫۲۱۲۵	۰٫۱۳۸۹	۱۳۰۵ cd/m ²	۰	۶۲٫۵٪
		تغییر	۰	-۰٫۰۰۱۶	۹۹٪	۰	۹۹٫۷٪
	NJ-s1-14	مقدار اولیه	۰٫۲۱۲۲	۰٫۱۳۹۸	۱۳۱۱ cd/m ²	۰	۶۲٫۶٪
		۱۰۰ چرخه	۰٫۲۱۲۱	۰٫۱۳۸۵	۱۲۹۵ cd/m ²	۰	۶۲٫۵٪
		تغییر	-۰٫۰۰۰۱	-۰٫۰۰۱۳	۹۹٪	۰	۹۹٫۸٪
	NJ-s1-15	مقدار اولیه	۰٫۲۱۲۳	۰٫۱۴۰۴	۱۳۱۷ cd/m ²	۰	۶۲٫۶٪
		۱۰۰ چرخه	۰٫۲۱۲۳	۰٫۱۳۹۰	۱۳۰۰ cd/m ²	۰	۶۲٫۵٪
تغییر		۰	-۰٫۰۰۱۴	۹۹٪	۰	۹۹٫۸٪	
مقدار متوسط تغییرات		۰	-۰٫۰۰۱۴	۹۹٪	۰	۹۹٫۸٪	
قبول یا رد							
قبول							

نکتهٔ ۱: برای مختصات فام‌نابی، «مقدار تغییر» برابر با اختلاف بین مقادیر اولیه و نهایی است؛ برای L_v و LCE، «مقدار تغییر» برابر با درصد مقدار نهایی به مقدار اولیه است.

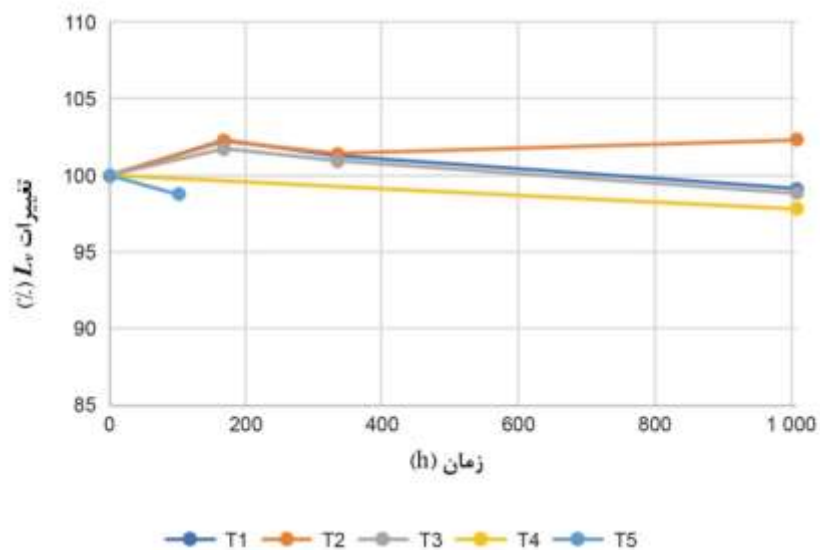
نکتهٔ ۲: نتیجهٔ قبولی براساس نتایج آزمون پیرسازی تسریع‌شده ۱۰۰۰ h برای T1 تا T4 و ۱۰۰ چرخه برای T5 ارائه شده است.



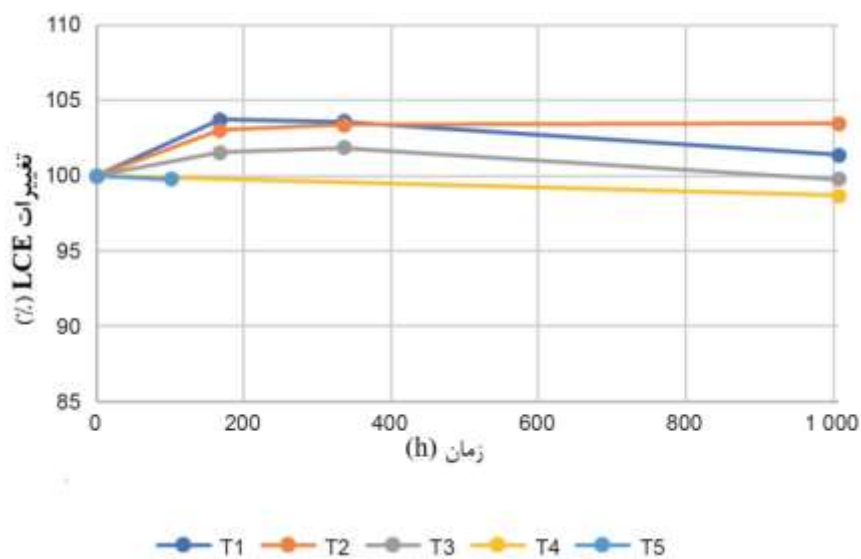
الف) تغییرات X به عنوان تابعی از زمان



ب) تغییرات Y به عنوان تابعی از زمان



پ) تغییرات L_v به عنوان تابعی از زمان



ت) تغییرات LCE به عنوان تابعی از زمان

شکل الف-۱: نمودارهای روند Q-LCFs حین آزمون‌های پیرسازی تسریع شده

کتابنامه

- [1] ISO/TS 27687:2008, Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate