



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Standard national organization of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۴۴۷۱-۳

چاپ اول

ISIRI

14471-3

1st. Edition

کاغذ و مقوا - تعیین ویژگی‌های کششی -  
قسمت ۳: روش سرعت ثابت ازدیاد طول  
(۱۰۰ میلی متر در دقیقه) - روش آزمون

**Paper and board – Determination of  
tensile properties - Part 3: Constant rate  
of elongation method (100 mm/min)-Test  
method**

ICS:85.060

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
" کاغذ و مقوا - تعیین ویژگی‌های کششی - قسمت ۳: روش سرعت ثابت ازدیاد طول  
(۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه) - روش آزمون "

**رئیس:**

شادکام، اکرم  
(لیسانس مهندسی کشاورزی)

**دبیر:**

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

**سمت و / یا نمایندگی**

کارشناس استاندارد

**اعضاء:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسفندیاری، علی محمد  
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس مسئول وزارت صنایع و معادن

پیغامی، فریبا  
(لیسانس فیزیک)

رییس اداره نظارت بر استانداردهای نساجی و بسته‌بندی - اداره کل  
نظارت بر اجرای استاندارد

حبیبی، مسعودرضا  
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

سلیمی، محمد  
(لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

سرپرست آزمایشگاه شرکت کارتن ایران - سهامی خاص

سورکی آزاد، شهربانو  
(لیسانس شیمی)

سرپرست آزمایشگاه شرکت چوب و کاغذ مازندران

فرضی، مجید  
(فوق لیسانس صنایع چوب و کاغذ)

کارشناس شرکت مهندسی مشاور ماسا سلولز

صیاد عالیان، ملیحه  
(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی)

کارشناس شرکت معیار گستر صدر

ناصر و ثوق، فریده  
(لیسانس مهندسی کشاورزی)

کارشناس استاندارد و شرکت معیار گستر صدر

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با مؤسسه‌ی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
د	پیش‌گفتار
ه	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه‌ی کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۳	۵ وسایل
۴	۶ کالیبراسیون
۵	۷ نمونه برداری
۵	۱-۷ مشروط کردن
۵	۲-۷ آماده سازی نمونه‌های آزمونی
۵	۸ روش آزمون
۶	۹ محاسبات و بیان نتایج
۷	۱-۹ مقاومت کششی
۷	۲-۹ شاخص کششی
۷	۳-۹ کشش در نقطه پارگی
۸	۴-۹ انرژی جذب کششی
۸	۵-۹ شاخص انرژی جذب کششی
۹	۶-۹ سفتی (شقی) کششی
۹	۷-۹ شاخص جذب سفتی (شقی) کششی
۱۰	۸-۹ مدول الاستیسیته
۱۰	۱۰ دقت
۱۱	۱۱ گزارش آزمون
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی) - کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد "کاغذ و مقوا- تعیین ویژگی‌های کششی- قسمت ۳: روش سرعت ثابت ازدیاد طول (۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه)- روش آزمون" که پیش‌نویس آن توسط سازمان ملی استاندارد ایران در کمیسیون‌های مربوطه تهیه و تدوین شده و در دویست و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد چوب و فرآورده‌های چوبی، سلولزی و کاغذ مورخ ۹۰/۱۲/۲۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 1924-3: 2005, Paper and board – Determination of tensile properties - Part 3: Constant rate of elongation method (100 mm/min)

این استاندارد به منظور مشخص نمودن شرایط تعیین ویژگی‌های کششی کاغذ شامل سفتی (شقی) و شاخص سفتی (شقی) کششی با استفاده از سرعت ازدیاد طول بیشتری نسبت به استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲ می‌باشد. استاندارد ۸۲۷۳-۲ متداول‌ترین روش برای تعیین مقاومت کششی، کشش در نقطه‌ی پارگی، انرژی جذب کششی<sup>۱</sup> و مدول الاستیسیته می‌باشد که در آن ویژگی‌های کششی در ازدیاد طول با سرعت ثابت ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه، با فاصله دو فک ۱۸۰ میلی‌متری اندازه‌گیری می‌شود. در این استاندارد، برای اندازه‌گیری سفتی (شقی) کشش در این استاندارد نیاز به دقت بیشتری در ثبت ازدیاد طول نسبت به استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲ می‌باشد.

روش تعیین شده در این استاندارد، نسبت به استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲ روش سریع‌تری است و علاوه بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در استاندارد قبلی، سفتی (شقی) کششی را نیز اندازه‌گیری می‌کند. ویژگی‌های کششی، در سرعت ثابت ازدیاد طول ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با فاصله دو فک آزمون ۱۰۰ میلی‌متر با دقت بیشتری اندازه‌گیری می‌شود.

این استاندارد با استانداردهای موجود برای سنجش ویژگی‌های کششی که فاصله‌ی بین دو فک ۱۰۰ میلی‌متر است و به نوع آزمون بستگی ندارد، متفاوت است. سرعت ازدیاد طول به منظور کاهش مدت زمان آزمون تا ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه افزایش یافته تا بتوان در یک مدت زمان معین، تعداد بیشتری آزمون را مورد آزمون قرار داد.

**یادآوری** - نتایج آزمون کششی به سرعت ازدیاد طول مورد استفاده و فاصله‌ی بین دو فک بستگی دارد. وابستگی سرعت ازدیاد طول، با توجه به نوع کاغذ متفاوت بوده و برای تعیین مقاومت کششی، کشش در نقطه‌ی پارگی، انرژی جذب کششی و سفتی (شقی) نیز متفاوت است. در یک تحقیق انجام شده برای مقایسه نتایج حاصل از استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲ با این استاندارد، با افزایش سرعت ازدیاد طول از ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه (با فاصله بین دو فک ۱۸۰ میلی‌متر) به ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه (با فاصله دو فک ۱۰۰ میلی‌متر)، مقاومت کششی ۵ تا ۱۵ درصد بیشتر شد.

پیش‌بینی ارتباط دقیق بین نتایج حاصل از آزمون ویژگی‌های کششی هر نوع کاغذی که با استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲ و این استاندارد تعیین می‌شود، امکان‌پذیر نمی‌باشد و تنها با انجام آزمون‌های آزمایشگاهی می‌توان آن را تعیین نمود.

در این استاندارد نیز همان اصطلاحات و نمادهایی که در مقالات عمومی مرتبط با فیزیک و مکانیک مواد استفاده می‌شود، به کار گرفته شده است.

## کاغذ و مقوا - تعیین ویژگی‌های کششی - قسمت ۳: روش سرعت ثابت ازدیاد طول (۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه) - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای تعیین مقاومت کششی، کشش در نقطه‌ی پارگی، انرژی جذب کششی و سفتی (شقی) کششی<sup>۱</sup> کاغذ و مقوا با استفاده از دستگاه آزمون کشش با سرعت ثابت ازدیاد طول ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد. در این استاندارد روش محاسبه‌ی شاخص کششی، شاخص انرژی جذب کششی، شاخص سفتی (شقی) کششی و مدول الاستیسیته نیز بیان شده است.

برای تعیین سفتی (شقی) کششی، باید سرعت ازدیاد طول با دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌های اندازه‌گیری ویژگی‌های کششی تعیین گردد. در صورتی که ازدیاد طول با دقت کمتری تعیین شود، سفتی (شقی) کششی بدست آمده مطابق این استاندارد نمی‌باشد.

این استاندارد برای انواع کاغذ و مقواها شامل کاغذهای دارای مقاومت کششی زیاد نظیر کاغذهای چین‌دار<sup>۲</sup> و کاغذهای مورد استفاده در کیسه‌های کاغذی<sup>۳</sup> قابل ارتجاع ساک کاربرد دارد. این استاندارد برای کاغذهای دارای جرم مخصوص کم مثل دستمال کاغذی و محصولات مشابه آن (طبق استاندارد شماره 4-12625 ISO) کاربرد ندارد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶، کاغذ و مقوا - شرایط محیطی استاندارد مشروط کردن، مراحل نظارت بر شرایط محیطی و آزمون نمونه‌های آزمون خیمیرکاغذ، کاغذ و مقوا

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳، کاغذ و مقوا - روش نمونه‌برداری از کاغذ و مقوا برای آزمون

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۱، تعیین ضخامت و دانسیته حجمی یا دانسیته ظاهری یک ورق کاغذ

و مقوا

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۱، کاغذ و مقوا - روش اندازه‌گیری جرم پایه

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۷۳-۲، کاغذ و مقوا - اندازه‌گیری ویژگی‌های کششی - قسمت ۲: ازدیاد طول با سرعت ثابت - روش آزمون

1- Tensile stiffness  
2- Creped paper  
3- Sack paper

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می رود:

۱-۳

#### مقاومت کششی<sup>۱</sup>

حداکثر نیروی کششی در واحد عرض، که یک آزمونه‌ی کاغذ یا مقوا می‌تواند قبل از پارگی، تحمل کند.

۲-۳

#### شاخص کشش<sup>۲</sup>

عبارت از حاصل تقسیم مقاومت کششی به جرم پایه کاغذ یا مقوا است.

۳-۳

#### ازدیاد طول<sup>۳</sup>

عبارت از افزایش در طول آزمونه است.

۴-۳

#### کرنش<sup>۴</sup>

عبارت از نسبت ازدیاد طول آزمونه به طول اولیه آن است.

یادآوری- طول اولیه آزمونه معادل دهانه‌ی اولیه‌ی بین دوفک می‌باشد.

۵-۳

#### کرنش در نقطه‌ی پارگی

عبارت از کرنش در بیشترین مقدار نیروی کششی است.

۶-۳

#### انرژی جذب کششی<sup>۵</sup>

عبارت است از مقدار انرژی در واحد سطح آزمونه (طول×عرض) وقتی که بیشترین نیروی کششی به آزمونه

اعمال می‌شود.

۷-۳

#### شاخص انرژی جذب کششی

عبارت است از حاصل تقسیم انرژی کششی به جرم پایه است.

۸-۳

#### سفتی (شقی) کشش<sup>۶</sup>

- 
- 1- Compressive strength
  - 2- Compressive index
  - 3- Elongation
  - 4- Strain
  - 5- Tensile energy absorption
  - 6- Tensile stiffness



عبارت است از بیشینه شیب منحنی بدست آمده وقتی که نیروی کششی به ازاء واحد عرض آزمون در برابر کرنش ترسیم می‌شود.

۹-۳

#### شاخص سفتی (شقی) کشش

عبارت است از حاصل تقسیم سفتی (شقی) کششی به جرم پایه است.

۱۰-۳

#### مدول الاستیسیته

عبارت از نسبت سفتی (شقی) کششی به ضخامت است.

### ۴ اصول آزمون

آزمون با ابعاد مشخص و سرعت ثابت ازدیاد طول تا مرحله‌ی پارگی، تحت کشش قرار می‌گیرد. این روش توسط دستگاهی انجام می‌شود که به صورت خودکار نیروی کششی و نیز ازدیاد طول را ثبت می‌کند. با استفاده از اطلاعات ثبت شده، مقاومت کششی، کشش در نقطه‌ی پارگی، انرژی جذب کششی و سفتی (شقی) کششی محاسبه می‌شود.

### ۵ وسایل

۵-۱ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت کششی، شامل وسایلی برای اندازه‌گیری نیرو (مثل سلول بار)، ازدیاد طول و سطح بین منحنی نیرو- ازدیاد طول و محور ازدیاد طول می‌باشد. طراحی دستگاه به گونه‌ای است طراحی دستگاه به گونه‌ای است که ازدیاد طول آزمون را با میزان ثابت  $(10 \pm 100)$  میلی‌متر بر دقیقه انجام می‌دهد و نیروی کششی و ازدیاد طول را ثبت می‌کند.

یادآوری ۱- مقدار واقعی ازدیاد طول کمتر از مقدار حرکت گیره‌ی متحرکی است که منجر به انحراف سلول بار و دستگاه آزمون می‌شود. با این وجود، معمولاً این اختلاف سرعت تأثیر ناچیزی بر روی مقادیر مقاومت دارد.

دستگاه آزمون باید دارای دو گیره برای نگهداری آزمون باشد. هر یک از گیره‌ها باید طوری طراحی شده باشد، که آزمون را به طور یکنواخت و بدون آسیب در طول خطی مستقیم (خط نگهداری) در سرتاسر عرض آزمون تثبیت کرده و وسیله‌ای برای تنظیم نیروی نگهداری باشد.

یادآوری ۲- خط نگهداری، منطقه‌ی تماس ناشی از تثبیت آزمون بین یک سطح استوانه‌ای و یک سطح صاف بوده و یا دو سطح استوانه‌ای که دارای محورهای موازی می‌باشد. برای برخی از انواع کاغذ، ممکن است گیره‌های خط تماس مناسب نباشد و لازم است آنها را با نوع دیگری جایگزین نمود تا آزمون در حین انجام آزمون، دچار لغزش و آسیب نشود.

هنگامی که آزمون توسط گیره محکم و ثابت شد، خطوط نگهداری باید با یکدیگر موازی باشند و زاویه‌ای به اندازه‌ی یک درجه داشته باشد (طبق شکل ۱). در حین انجام آزمون، زاویه‌ی بین خطوط نگهداری نباید بیش از نیم درجه در سطح آزمون تغییر کند. خط مرکزی آزمون باید عمود بر خطوط نگهداری بوده و با زاویه یک درجه باشد.

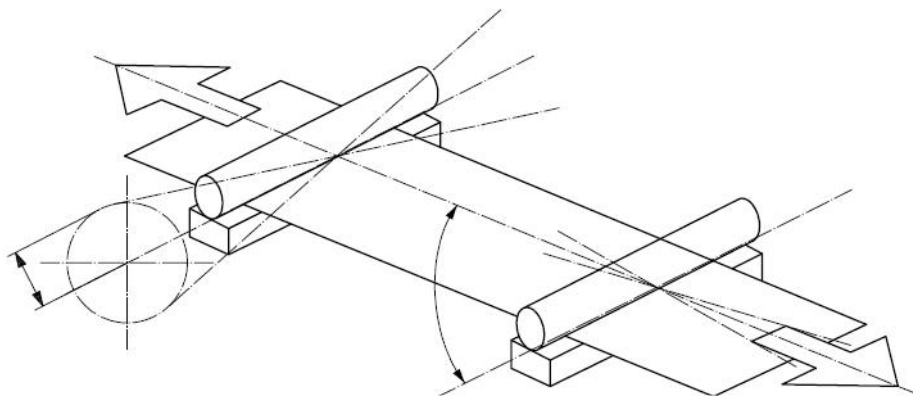
در صورتی که حدس می‌زنید آزمون دچار لغزش می‌شود، لازم است آزمون کششی با نیروهای نگهداری متفاوت انجام شود. در صورتی که نیروی نگهداری بر روی کشش در نقطه پارگی تأثیرگذار است، به این

معنی است که آزمون ممکن است در گیره دچار لغزش شود. وقتی کشش در نقطه پارگی مستقل از نیروی نگهداری است، هیچ نوع لغزشی در گیره‌ها اتفاق نخواهد افتاد. نیروی کششی اعمال شده باید موازی با خط مرکزی آزمون، در جهت آزمون و دارای زاویه‌ای به اندازه‌ی یک درجه باشد. فاصله بین دو فک باید  $(100 \pm 0/5)$  میلیمتر باشد. دستگاه باید دارای وسایلی برای ثبت ازدیاد طول و نیرو به صورت جدول زیر باشد.

جدول ۱- ویژگی‌ها و ضوابط اندازه‌گیری دستگاه اندازه‌گیری مقاومت کششی

ویژگی	ازدیاد طول	نیرو
مقاومت کششی	-	با دقت ۱٪ نیروی واقعی
کشش در نقطه‌ی پارگی	با دقت ۰/۱ میلی‌متر	-
انرژی جذب کششی	با دقت ۰/۱ میلی‌متر	با دقت ۱٪ نیروی واقعی
سفتی (شقی) کششی	با دقت ۰/۱ میلی‌متر، در دامنه‌ی صفر تا یک میلی‌متر	با دقت ۱٪ نیروی واقعی

ازدیاد طول باید با استفاده از تغییر فاصله بین گیره‌ها و یا به وسیله یک اکستنسیومتر<sup>۱</sup> اندازه‌گیری و محاسبه شود.



نیروی کششی موازی با خط مرکزی آزمون دارای زاویه‌ی یک درجه است. خط مرکزی آزمون بر خط نگهداری دارای زاویه یک درجه عمود است. خطوط نگهداری موازی با هم دارای زاویه‌ی یک درجه هستند.

شکل ۱- رابطه‌ی بین خط نگهداری و آزمون

یادآوری- در صورتی که سرعت ازدیاد طول از روی حرکت گیره‌های متحرک محاسبه شود، انحراف سلول بار و یا دستگاه آزمون بایستی به حساب آمده و تنظیمات لازم انجام شود.

۲-۵ وسیله برش، برای برش آزمون‌ها با ابعاد مورد نیاز (طبق بند ۷-۳).

<sup>۱</sup> - Extensometer

## ۶ کالیبراسیون و تنظیم دستگاه

کالیبراسیون دستگاه باید طبق دستورالعمل سازنده دستگاه انجام شود. اطمینان حاصل کنید که ضوابط بیان شده در جدول ۵-۱ به طور کامل رعایت شده است.

گیره‌ها را طوری در جای خود قرار دهید که فاصله بین دو گیره  $(100 \pm 0.5)$  میلی‌متر باشد. از طریق اندازه‌گیری دو اثر ایجاد شده توسط گیره‌ها، هنگامی که برای مثال نوارهای باریک فویل آلومینیوم تحت تأثیر کشش بین دو گیره قرار می‌گیرد، فاصله‌ی بین دو فک را از نظر فاصله امتحان کنید.

سرعت دور شدن گیره‌ها را به میزان  $(10 \pm 10)$  میلی‌متر بر دقیقه تنظیم نمایید. نیروی نگهداری را طوری تنظیم کنید که هیچ گونه لغزش و یا آسیب دیدگی به آزمون‌ه وارد نشود.

## ۷ نمونه‌برداری و آماده‌سازی آزمون‌ها

### ۷-۱ نمونه‌برداری

اگر قرار است آزمون کشش بر روی یک بهر انجام شود، نمونه‌برداری را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۳ انجام دهید. در صورتی که آزمون بر روی نوع دیگری از آزمون‌ه انجام می‌شود، باید اطمینان حاصل شود که آزمون‌ها معرف نمونه‌های آزمونی دریافت شده هستند.

### ۷-۲ مشروط کردن

مشروط کردن نمونه‌های آزمونی را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶ انجام دهید. در مدت آزمون، آزمون‌ها را در شرایط محیطی مشروط کردن نگه دارید. این آزمون مانند سایر آزمون‌های مکانیکی، بسیار حساس به تغییرات میزان رطوبت آزمون‌ه می‌باشد. آزمون‌ها را به دقت جابجا نموده و از تماس مستقیم دست با آن بخش از آزمون‌ه که قرار است بین گیره‌ها قرار گیرد، خودداری نمایید. آزمون‌ها را دور از رطوبت، حرارت و سایر اثرات محیطی که ممکن است میزان رطوبت آن‌ها را تغییر دهد، قرار دهید.

### ۷-۳ آماده‌سازی آزمون‌ها

در صورتی که شاخص کششی، شاخص سفتی (شقی) کششی و یا شاخص انرژی جذب کششی مورد نیاز است. جرم پایه‌ی نمونه‌های آزمونی را بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۱ تعیین کنید. در صورتی که مدول الاستیسیته مورد نیاز است، ضخامت کاغذ یا مقوا را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۱ اندازه‌گیری کنید.

از نمونه‌های آزمونی آسیب ندیده کاغذ و مقوا، آزمون‌هایی را با عرض  $(15 \pm 0.1)$  میلی‌متر و طول کافی برای قرار گرفتن بین گیره‌ها ببرید. همچنین از برداشتن آزمون‌هایی که دارای نقش باطنی، تاخوردگی و چین و چروک هستند، خودداری کنید. اطمینان حاصل کنید که آزمون‌ها معرف بهر دریافت شده هستند. لبه‌های طولی آزمون‌ه‌ی گیره شده باید صاف و موازی با دقت  $(\pm 0.1)$  میلی‌متر بوده و به صورت تمیز و فاقد

آسیب‌دیدگی و پارگی باشند. آزمون‌ها را به تعداد کافی برای انجام حداقل ۱۰ آزمون در جهات مورد نظر (طولی و/ یا عرضی) تهیه نمایید.

**یادآوری** - آزمون‌های متعددی را می‌توان همزمان تهیه کرد به طوری که آزمون‌های تهیه شده تمام موارد ذکر شده در بند ۹ را شامل شده و با آزمون‌هایی که به صورت جداگانه تهیه شده‌اند نتایج مشابهی داشته باشند. عرض آزمون (۲۵/۰±۰/۱) میلی‌متر یا (۵۰/۰±۰/۱) میلی‌متر نیز مجاز می‌باشد، اما باید در گزارش آزمون ذکر شود.

## ۸ روش آزمون

اطمینان حاصل کنید که دستگاه کشش طبق بند ۶ کالیبره شده است. آزمون‌ها را طوری در گیره‌ها قرار دهید که تحت کشش نبوده و به صورت آشکار شل نباشد. از تماس مستقیم دست با ناحیه‌ی آزمون بین گیره‌ها خودداری کنید. آزمون‌ها را به صورت محکم تراز کرده و آزمون را انجام دهید.

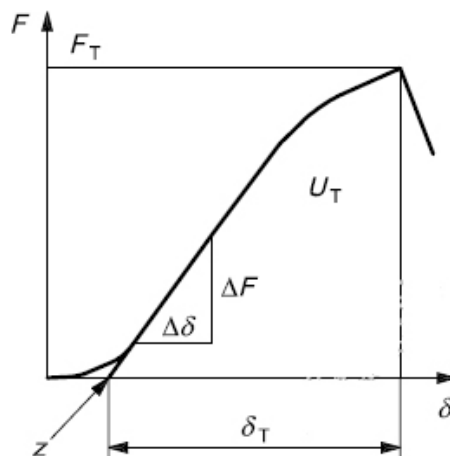
در هر یک از جهات مورد نیاز (طولی و/ یا عرضی) حداقل ۱۰ آزمون انجام دهید. تمام نتایج را که پارگی آزمون در محدوده‌ی ۲ میلی‌متری فک‌ها رخ می‌دهد، حذف کنید.

**یادآوری** - در صورتی که بیش از ۲۰ درصد آزمون‌ها در محدوده‌ی ۲ میلی‌متری خطوط نگهداری دچار پارگی می‌شوند، برای اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه و مطابقت با مشخصات لازم برای اندازه‌گیری‌های مناسب، دستگاه را مورد بازرسی قرار دهید. در صورتی که تنظیم دستگاه مطابق با شرایط بند ۵-۱ است، نتایج مورد قبول است. در غیر این صورت، نتایج مربوط به نمونه‌ی آزمونی مربوطه را حذف کنید.

## ۹ محاسبه و بیان نتایج

برای هر یک از جهات مورد نیاز (طولی و/یا عرضی) عملیات محاسبه و گزارش نتایج را به طور جداگانه انجام دهید.

به منظور مشخص کردن نتایج مورد گزارش، از پسوندهای MD و CD به ترتیب برای جهت طولی و جهت عرضی استفاده کنید. برای مثال  $\sigma_{T,MD}^W$  بیانگر ضریب کششی در جهت طولی و  $\sigma_{T,CD}^W$  بیانگر ضریب کششی در جهت عرضی می‌باشد. نوع متداول منحنی نیرو-ازدیاد طول در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- مقادیر اندازه‌گیری شده برای محاسبه ویژگی‌های کششی

راهنما:

$F$  نیروی کششی (برحسب نیوتن)

$\delta$  ازدیاد طول (برحسب میلی‌متر)

$Z$  نقطه‌ای که در آن تانژانت منحنی با بیشترین شیب منحنی محور ازدیاد طول را قطع می‌کند.

$F_T$  حداکثر نیروی کششی (برحسب نیوتن)

$\delta_T$  ازدیاد طول در نقطه پارگی (برحسب میلی‌متر)

$U_T$  سطح زیر منحنی کشش نیرو - ازدیاد طول (برحسب میلی‌ژول)

برای سایر نمادها فرمول ۶ را ملاحظه کنید.

### ۹-۱ مقاومت کششی

برای هر آزمونه، نیروی کششی حداکثر را محاسبه نمایید. میانگین نیروی کششی حداکثر را محاسبه نموده و سپس مقاومت کششی را طبق فرمول ۱ بدست آورید.

$$\sigma_T^b = \frac{\bar{F}_T}{b} \quad (1)$$

که در آن:

$\bar{F}_T$  میانگین نیروی کششی حداکثر (برحسب نیوتن)

$b$  عرض اولیه‌ی آزمونه (معمولاً ۱۵ میلی‌متر)

$\sigma_T^b$  مقاومت کششی (برحسب کیلو نیوتن بر متر)

مقاومت کششی را تا سه رقم معنی‌دار گزارش کنید.

### ۹-۲ شاخص کششی

شاخص کششی را طبق فرمول ۲ محاسبه کنید.

$$\sigma_T^w = \frac{1000 \times \sigma_T^b}{w} \quad (2)$$

که در آن:

$\sigma_T^w$  شاخص کششی (برحسب کیلو نیوتن متر بر کیلوگرم)

$\sigma_T^b$  مقاومت کششی (کیلو نیوتن بر متر)

$w$  جرم پایه (گرم بر متر مربع)

شاخص کششی را تا سه رقم معنی‌دار گزارش کنید.

### ۹-۳ کشش در نقطه پارگی

مقادیر ازدیاد طول باید از نقطه  $Z$  که در آن تانژانت منحنی با شیبی برابر با شیب حداکثر منحنی، محور ازدیاد طول را قطع می‌کند، محاسبه شود (طبق شکل ۲).

مقدار ازدیاد طول در نقطه پارگی را برای هر آزمون از روی منحنی‌های نیرو- ازدیاد طول ، از نقطه  $z$  تا ازدیاد طول مربوط به نیروی کششی حداکثر محاسبه نمایید (طبق شکل ۲). میانگین ازدیاد طول در نقطه پارگی را محاسبه کرده و سپس مقدار کشش در نقطه پارگی را طبق فرمول ۳ محاسبه کنید.

$$\varepsilon_T = \frac{100\bar{\delta}_T}{l} \quad (3)$$

که در آن:

$\varepsilon_T$ : ازدیاد طول در نقطه پارگی (برحسب درصد نسبت به طول اولیه آزمون)  
 $\bar{\delta}_T$ : میانگین ازدیاد طول در نقطه پارگی (برحسب میلی‌متر)  
 $l$ : طول اولیه آزمون (۱۰۰ میلی‌متر)

در صورتی که از دقت بیشتری برای اندازه‌گیری ازدیاد طول استفاده شود، کشش در نقطه پارگی می‌بایست تا دو رقم اعشار گزارش شود و اگر از دقت کمتری برای این اندازه‌گیری استفاده می‌کنید، کشش در نقطه پارگی را تا یک رقم اعشار گزارش کنید.

#### ۹-۴ انرژی جذب کششی

برای هر یک از آزمون‌ها، سطح زیر منحنی نیرو- ازدیاد طول را از نقطه  $z$  تا نقطه نیروی حداکثر کشش تعیین کنید (طبق شکل ۲). میانگین سطح را محاسبه نموده و سپس انرژی جذب کششی را از فرمول ۴ محاسبه کنید.

$$W_T^b = \frac{1000 \bar{U}_T}{bl} \quad (4)$$

که در آن:

$W_T^b$ : انرژی جذب کششی (TEA)، (برحسب ژول بر متر مربع)  
 $\bar{U}_T$ : میانگین سطح زیر منحنی نیرو- ازدیاد طول (برحسب میلی‌ژول)  
 $b$ : عرض اولیه آزمون، (معمولاً ۱۵ میلی‌متر)  
 $l$ : طول اولیه آزمون (۱۰۰ میلی‌متر)

مقادیر انرژی کششی را تا سه رقم معنی‌دار گزارش کنید.

#### ۹-۵ شاخص انرژی جذب کششی

ضریب انرژی جذب کششی را طبق فرمول ۵ محاسبه کنید.

$$W_T^w = \frac{1000 W_T^b}{w} \quad (5)$$

که در آن:

$W_T^w$ : ضریب انرژی جذب کششی، (ژول بر کیلوگرم)  
 $W_T^b$ : انرژی جذب کششی (TEA)، (ژول بر متر مربع)  
 $w$ : جرم پایه (گرم بر متر مربع)

مقادیر شاخص انرژی جذب کششی را تا سه رقم معنی‌دار گزارش کنید.

### ۹-۶ سفتی (شقی) کششی

با کمک رایانه، برای هر یک از نمونه‌ها حداکثر شیب منحنی نیرو-ازدیاد طول را ترجیحاً به وسیله رگرسیون خطی مقادیر نیرو و ازدیاد طول مربوطه، تعیین نمایید (طبق شکل ۲).

$$S_{\max} = \left( \frac{\Delta F}{\Delta \delta} \right)_{\max} \quad (6)$$

که در آن:

$S_{\max}$  حداکثر شیب منحنی نیرو-ازدیاد طول (نیوتن بر میلی‌متر)

$\Delta F$  افزایش نیرو (نیوتن)

$\Delta \delta$  ازدیاد طول (میلی‌متر)

مقدار ازدیاد طول ( $\Delta \delta$ ) را به اندازه‌ی ۰/۱ میلی‌متر انتخاب کنید. رگرسیون خطی باید حداقل شامل ۱۰ عدد نیرو-ازدیاد طول باشد.

میانگین حداکثر شیب ( $S_{\max}$ ) را محاسبه نموده و سپس سفتی (شقی) کششی را از فرمول ۷ محاسبه کنید:

$$E^b = \frac{\bar{S}_{\max} l}{b} \quad (7)$$

که در آن:

$E^b$  سفتی (شقی) کششی (نیوتن بر میلی‌متر)

$S_{\max}$  میانگین حداکثر شیب (نیوتن بر میلی‌متر)

$b$  عرض اولیه آزمون، (میلی‌متر - معمولاً ۱۵ میلی‌متر)

$l$  طول اولیه آزمون (میلی‌متر - ۱۰۰ میلی‌متر)

مقادیر سفتی (شقی) کششی را تا سه رقم معنی‌دار محاسبه و گزارش کنید.

**یادآوری-** از آنجایی که سفتی (شقی) (در صفحه کاغذ) برای کشش و فشار یکسان است، شاخص T در فرمول ۷ حذف شده است.

### ۹-۷ شاخص سفتی (شقی) کششی

شاخص سفتی (شقی) کششی را طبق فرمول ۸ محاسبه کنید.

$$E^w = \frac{E^b}{w} \quad (8)$$

که در آن:

$E^w$  شاخص سفتی (شقی) کششی (مگا نیوتن متر بر کیلوگرم)

$E^b$  سفتی (شقی) کششی (کیلو نیوتن بر متر)

$w$  جرم پایه (گرم بر متر مربع)

مقادیر سفتی (شقی) کششی را تا سه رقم معنی‌دار گزارش کنید.

### ۹-۸ مدول الاستیسیته

مدول الاستیسیته را طبق فرمول ۹ محاسبه کنید.

$$E = \frac{E^b}{t} \quad (9)$$

که در آن:

$E$  مدول الاستیسیته (مگا پاسکال)

$E^b$  سفتی (شقی) کششی (کیلو نیوتن بر متر)

$t$  ضخامت (میلی متر)

مدول الاستیسیته را تا سه رقم معنی دار محاسبه و گزارش کنید.

## ۱۰ دقت

### ۱-۱۰ تکرارپذیری<sup>۱</sup>

نتایج حاصل از تکرار اندازه گیری ها در شرایط معمول آزمایشگاهی با استفاده از نمونه های حاصل از یک نمونه با توجه به نوع کاغذ برای مقاومت کششی و سفتی (شقی) کششی به ترتیب دارای ضریب تغییرات ۳ تا ۵ درصد هستند، در حالی که این ضریب برای انرژی جذب کششی، ۵ تا ۱۰ درصد می باشد.

### ۲-۱۰ تجدیدپذیری<sup>۲</sup>

کاغذها و مقوای مشابه توسط هفت آزمایشگاه (کمیته آزمون خمیرکاغذ، کاغذ و مقوای کشورهای اسکاندیناوی) مورد آزمون قرار گرفتند. سفتی (شقی) کششی بر اساس فرمول ۷ محاسبه شد. تکثیرپذیری به عمل آمده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی های کششی و ضریب تغییرات بین آزمایشگاه ها برای انواع مختلف کاغذ (فاصله بین دو فک ۱۰۰

میلی متر، ازدیاد طول ۱۰۰ میلی متر بر دقیقه)

سفتی (شقی) کششی		انرژی جذب کششی		تنش در نقطه پارگی		مقاومت کششی		نوع کاغذ یا مقوا
CV (%)	kN/m	CV (%)	J/m <sup>2</sup>	CV (%)	(%)	CV (%)	kN/m	
۱۰/۲	۳۹۵	۴/۳	۱۶/۴	۸/۱	۱/۱	۱/۹	۲/۶۲	روزنامه (MD)
۱۷	۱۵۲	۷/۸	۱۲/۸	۸/۷	۱/۹	۳/۳	۱/۰۹	روزنامه (CD)
۶	۸۸۸	۸/۵	۱۳۱	۶/۴	۲/۴	۴/۳	۸/۳۴	کاغذ ساک (MD)
۱۴/۲	۴۲۲	۳/۵	۲۳۱	۳/۴	۶/۹	۱/۹	۴/۸۸	کاغذ ساک (CD)
۶	۲۳۱۱	۸/۸	۲۱۲	۹/۳	۱/۷	۱/۷	۱۹/۳	مقوای توپر (MD)
۴/۷	۷۳۰	۳/۷	۲۷۹	۴/۲	۵/۷	۲/۲	۶/۶۹	مقوای توپر (CD)
۶	۱۹۴۸	۵/۲	۲۶۲	۵/۳	۲/۱	۱/۷	۱۹/۳	مقوای چندلایه (MD)
۷/۷	۶۸۲	۴/۷	۲۶۴	۳	۵/۱	۲/۲	۷/۲۷	مقوای چندلایه (CD)

CV : ضریب تغییرات      MD : جهت طولی      CD : جهت عرضی

## ۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل آگاهی های زیر باشد:

۱-۱۱ روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران؛

<sup>1</sup> Repeatability

<sup>2</sup> Reproducibility



- ۲-۱۱ تاریخ و محل آزمون؛
- ۳-۱۱ توصیف و تعیین مشخصات نمونه مورد آزمون؛
- ۴-۱۱ شرایط محیطی مورد استفاده در حین انجام آزمون؛
- ۵-۱۱ جهت آزمون (طولی یا عرضی) آزمون؛
- ۶-۱۱ نوع گیره‌های مورد استفاده؛
- ۷-۱۱ دقت ازدیاد طول (ازدیاد طول) در محدوده‌ی صفر تا یک میلی‌متر در صورتی که سفتی (شقی) کششی تعیین می‌شود؛
- ۸-۱۱ نتایج بدست آمده طبق بند ۹؛
- ۹-۱۱ عرض آزمون در صورتی که ۱۵ میلی‌متر نباشد؛
- ۱۰-۱۱ ضریب تغییرات نتایج بدست آمده؛
- ۱۱-۱۱ هر گونه انحراف از روش‌های این استاندارد یا هر گونه اتفاق‌هایی که بر روی نتایج آزمون، تأثیر نامطلوب بگذارد.

پيوست الف

(اطلاعاتی)

کتابنامه

ISO 12625-4, *Tissue paper and tissue products — Determination of tensile strength, stretch at break and tensile energy absorption*