



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



ستاندارد ملی ایران

۸۱۸۱

چاپ اول

**ISIRI**

8181

1 St- Edition

**پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه – خواص کششی  
روش آزمون**

**Glass fiber reinforced plastics – Tensile  
properties – Test method**

## « بسمه تعالی »

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد. تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود. پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره (۵) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور 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 استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردها کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید. همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

> نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳  
( دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹  
) تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸  
) تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵  
) دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۷۱۰۳  
Π بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵  
: پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir  
× بهاء: ۱۳۷۵ ریال

> **Headquarters :** Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran  
**P.O.Box:** 31585-163 Karaj – IRAN  
( **Tel:** 0098 261 2806031-8  
) **Fax:** 0098 261 2808114  
**Central Office:** Southern corner of Vanak square, Tehran  
**P.O.Box:** 14155-6139 Tehran-IRAN  
( **Tel:** 0098 21 8879461-5  
) **Fax:** 0098 21 8887080, 8887103  
: **Email:** Standard @ isiri.or.ir  
∅ **Price:** 1375 RLS

## شیشه - پلاستیک های تقویت شده با الیاف "کمپسیون استاندارد

### " فواص کششی - روش آزمون

#### سمت یا نما یندگی

دانشگاه صنعتی اصفهان

#### رئیس

معصومی ، محمود

( دکترای مهندسی پلیمر )

#### اعضاء

پاکمنش، محمد رضا

( لیسانس مهندسی مواد )

توکلی ، محمدرضا

( لیسانس مهندسی پلیمر )

شریفی ، علیرضا

( فوق دیپلم شیمی )

صادقیان ، پرویز

( لیسانس شیمی )

صادقیان ، رضا

( لیسانس مهندسی شیمی )

قاسمی ، مجید

( فوق لیسانس شیمی )

محبان ، مجید رضا

( لیسانس شیمی )

مختاری ، مسعود

( فوق لیسانس مدیریت صنعتی )

نکوئی ، معصوم السادات

( لیسانس شیمی )

#### دبیر

نصراصفهانی ، مجتبی

( فوق لیسانس شیمی معدنی )

#### ویزاستار

طلوعی، شهره

( لیسانس مهندسی پلیمر )

مرکز تحقیقات مهندسی جهاد اصفهان

شرکت مبنا گستر سپاهان

شرکت فایبرگلاس سپاهان تکنیک

شرکت هواپیما سازی ایران (هسا)

شرکت پلیمر ایران

شرکت ریف ایران

شرکت گیتی آسا

شرکت پوشش لوله کوهپایه

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

# لیست افراد شرکت کننده در سیمد و شصت و دومین کمیته ملی استاندارد

## شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۴/۴/۱۱

### سمت یا نما یندگی

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

### رئیس

اکبری حقیقی، کریم  
(لیسانس شیمی)

### اعضاء

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

خطیب زاده، داود  
(لیسانس شیمی)

وزارت کار

حاجی نوروژی، فاطمه  
(فوق لیسانس شیمی)

سازمان حمایت از مصرف کنندگان و تولیدکنندگان

دانیالی، شهرام  
(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

طلوعی، شهره  
(لیسانس مهندسی پلیمر)

عضو هیئت علمی پژوهشکده پلیمر

علوی، سید محمد باقر  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مهدوی، آذر  
(کمک کارشناس)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

نصراصفهانی، مجتبی  
(فوق لیسانس شیمی معدنی)

### دبیر

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فتحی رشتی، ام البنین  
(لیسانس شیمی)

### پیشگفتار

استاندارد "پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص کششی - روش آزمون" توسط کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده است و در سیمد و شصت و دومین جلسه کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۴/۴/۱۱ مورد تأیید قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابر این برای مراجعه به استاندارد های ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد. در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشور های صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. لذا با بررسی امکانات و مهارت های موجود و اجرای آزمایش های لازم این استاندارد با استفاده از منبع زیر تهیه گردیده است:

JIS K7054-1987: Testing Method for Tensile Properties of Glass Fiber Reinforced Plastics

## پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص کششی - روش آزمون

هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش آزمون خواص کششی پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه (GFRP)<sup>1</sup> است. یادآوری ۱- هرگاه شرایط تثبیت آزمون، دمای آزمون، رطوبت آزمون، آزمون، دستگاه آزمون، وسایل و عملکرد آزمون مطابق این استاندارد، امکان پذیر نباشد، در این حالت می توان روش آزمون مورد توافق بین طرفین را به کار برد.

یادآوری ۲- واحدها و مقادیر عددی که در { } آورده شده اند، مترادف با واحدهای مرسوم مقادیر این استاندارد هستند.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و /یا تجدید نظر اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذاً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و /یا تجدید نظر آخرین چاپ و /یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی شماره ۶۸۸۳ : سال ۱۳۸۳ پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه - قواعد عمومی جهت روش های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی شماره ۳۱۲۹ : سال ۱۳۶۹ کولیسهای ورینه دار با دقت دو صدم میلیمتر

۳-۲ استاندارد ملی شماره ۱-۶۴۴۲ : سال ۱۳۸۲ میکرومتر - ویژگیها و روشهای آزمون

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و واژه ها با تعاریف زیر به کار می رود:

تنش کششی<sup>۳</sup>

مقدار حاصل از تقسیم نیروی کششی اعمال شده بر حداقل سطح مقطع اولیه آزمون بین دو خط نشانه در هر لحظه است.

استحکام کششی<sup>۴</sup>

حداکثر تنش کششی اعمال شده به آزمون است

استحکام کششی در نقطه تسلیم<sup>۵</sup>

تنش کششی در نقطه ای که کرنش شروع به افزایش کند بدون اینکه تنش در منحنی تنش-کرنش افزایش یابد.

1- Glass fiber reinforced

2- Conditioning of test piece

<sup>1</sup>- Tensile stress

<sup>2</sup>- Tensile strength

<sup>3</sup>- Tensile strength at yield point

## استحکام کششی در نقطه شکست<sup>۶</sup>

تنش کششی در لحظه ای که آزمون می شکند.

## تنش کششی ایمن<sup>۷</sup>

به معنی تنش کششی است که یک مقدار ثابت کرنش پایدار در آزمون ایجاد می کند. برای موادی که نقطه تسلیم نشان نمی دهند، از تنش کششی ایمن بجای نقطه تسلیم استفاده می شود.

## حد تناسب<sup>۸</sup>

تنش در زمانی که که منحنی تنش-کرنش شروع به تفکیک از خط مستقیم می کند.

## طول اولیه<sup>۹</sup>

فاصله بین دو خط نشانه که قبل از آزمون، روی قسمت باریک و موازی آزمون به منظور اندازه گیری کرنش علامت گذاری می شود.

## کرنش<sup>۱۰</sup>

تغییر سرعت از یاد طول آزمون توسط نیروی کششی

## کرنش کششی در نقطه تسلیم<sup>۱۱</sup>

کرنش مربوط به استحکام کششی در نقطه تسلیم است.

## کرنش کششی در نقطه شکست<sup>۱۲</sup>

کرنش مربوط به استحکام کششی در نقطه شکست است.

## مدول کششی کشسانی<sup>۱۳</sup>

نسبت تنش کششی به کرنش مربوط به آن در محدوده حد تناسب است. وقتی هیچ خط مستقیمی در منحنی تنش-کرنش کششی وجود ندارد، مدول کششی کشسانی از شیب خط مماس در نقطه شروع تغییر شکل بدست می آید. علاوه بر این، وقتی جمعی از پاره خط های مستقیم در این منحنی ظاهر می شود، مدول کششی کشسانی از شیب بلندترین پاره خط مستقیم بدست می آید.

## نسبت پواسون<sup>۱۴</sup>

مقدار مطلق نسبت کرنش ( $\epsilon_1$ ) در جهت اعمال تنش کششی به کرنش ( $\epsilon_2$ ) در جهت عمود بر آن و در محدوده حد تناسب در طول فرایند بارگذاری تنش کششی است.

## ۴ شرایط عمومی آزمون

شرایط عمومی این آزمون باید مطابق با استاندارد بند ۲-۱ باشد.

## ۵ وسایل آزمون

<sup>4</sup> Tensile strength at fracture point

<sup>5</sup> Tensile proof stress

<sup>6</sup> Proportional limit

<sup>7</sup> Gage length

<sup>8</sup> Strain

<sup>11</sup> Tensile strain at yield point

<sup>2</sup> Tensile strain at fracture point

<sup>3</sup> Tensile modulus of elasticity

<sup>4</sup> Poisson's ratio

## ۱-۵ دستگاه آزمون

باید از دستگاه آزمونی استفاده شود که سرعت انتقال فک های آن در طی آزمون ثابت بوده و به اجزای زیر مجهز باشد:

### ۱-۱-۵ گیره ها<sup>۱۵</sup>

گیره ها باید بتوانند آزمون را به فک متحرک و ثابت دستگاه محکم نگهدارند. وقتی نیرو اعمال می شود، گیره ها با فک متحرک و ثابت دستگاه آزمون باید به نحوی جفت شوند که محور اصلی آزمون بر خط فرضی مرکزی دو گیره منطبق شود. گیره ها ترجیحاً باید از نوع خود تنظیم باشند. لازم است گیره ها از سرخوردن آزمون در طی آزمون جلوگیری کنند. ترجیحاً نیروی اعمال شده از سوی فک های گیره به آزمون در طی آزمون باید ثابت باشد و در صورت افزایش نیروی اعمالی بر آزمون باید افزایش یابد.

### ۲-۱-۵ نشانگر نیرو<sup>۱۶</sup>

نشانگر نیرو باید قابلیت نشان دادن کلیه نیروهای کششی اعمال شده به آزمون را در طی آزمون داشته باشد و باید نیرو را با دقت حداقل  $\pm 1\%$  درصد مقدار اعمال شده نشان دهد.

### ۲-۵ وسیله اندازه گیری ازدیاد طول<sup>۱۷</sup>

این وسیله باید قابلیت ثبت پیوسته تغییرات طول اولیه آزمون را در طی آزمون داشته باشد و باید دقت تغییرات طول اولیه حداقل  $\pm 1\%$  درصد مقدار نشان داده شده باشد.

### ۳-۵ نشانگر کرنش<sup>۱۸</sup>

نشانگر کرنش باید قابلیت ثبت پیوسته تغییرات مقدار کرنش در طول آزمون را داشته باشد و باید دقت تغییرات کرنش حداقل  $\pm 1\%$  درصد مقدار نشان داده شده باشد.

### ۴-۵ وسایل اندازه گیری ابعاد

#### ۱-۴-۵ ریزسنج

ریز سنج، که ضخامت و پهنای آزمون را اندازه گیری می کند، باید مطابق با استاندارد بند ۲-۳ باشد.

#### ۲-۴-۵ کولیس ورنیه

کولیس ورنیه، که طول آزمون را اندازه گیری می کند، باید مطابق با استاندارد بند ۲-۲ باشد.

<sup>5-</sup> Grips

<sup>1-</sup> Load Indicating meter

<sup>2-</sup> Extensometer

<sup>3-</sup> Strain indicating meter

## ۶-۱-۱ شکل و ابعاد آزمون

آزمون باید به دو نوع زیر مطابق با شکل و ابعاد آن طبقه بندی شود:

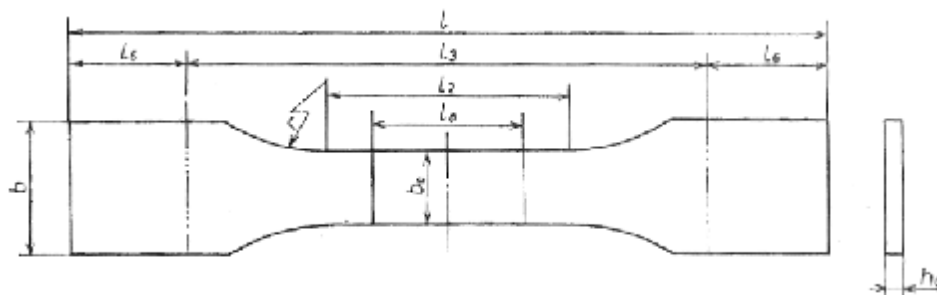
### ۶-۱-۱-۱ آزمون نوع الف

آزمون نوع الف برای آزمون کششی مواد تقویت شده تک سو<sup>۱۹</sup> GFRP یا مواد نسبتاً همسان<sup>۲۰</sup> در صفحه GFRP یعنی مواد تقویت شده به وسیله موادی از قبیل حصیری<sup>۲۱</sup> یا سوزنی<sup>۲۲</sup> و غیره مناسب است. شکل آزمون در شکل ۱ و ابعاد آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

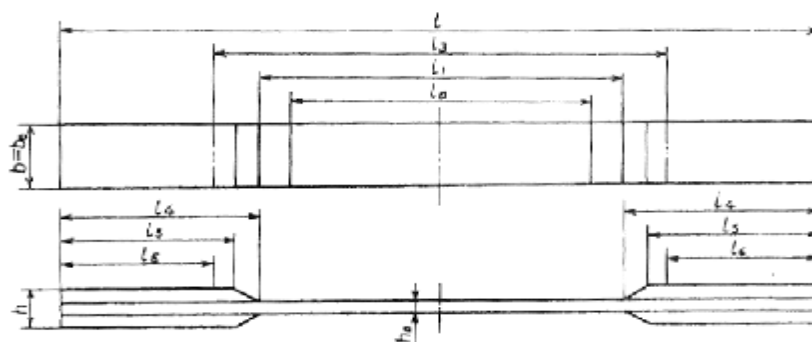
### ۶-۱-۱-۲ آزمون نوع ب

آزمون نوع ب برای آزمون کششی مواد تقویت شده تک سو GFRP یا مواد بطور قابل ملاحظه نا همسان GFRP است. شکل آزمون در شکل ۲ و ابعاد آن در جدول ۱ داده شده است. وقتی استفاده از آزمون نوع ب-۱ مشکل باشد، آزمون نوع ب-۲ انتخاب می شود.

علاوه بر این، برای آزمون کششی در راستای حدوسط ( $\pm 45^\circ$ ) مواد نا همسان، آزمون نوع ب-۲ ترجیحاً باید استفاده شود.



شکل ۱- آزمون نوع الف



شکل ۲- آزمون نوع ب

1- Unidirectional  
2- Anisotropic  
3- Cloth  
4- Chopped strand

جدول ۱- ابعاد آزمون

نوع الف (میلی متر)	نوع ب-۱ (میلی متر)	نوع ب-۲ (میلی متر)	وضعیت قسمت های آزمون
۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	L : طول کل
۵۰±۰/۵	۵۰±۰/۵	۵۰±۰/۵	I <sub>0</sub> : طول اولیه
۱۲۰	۷۰	-	I <sub>1</sub> : فاصله بین قسمت های تقویت شده
-	-	۸۰±۰/۵	I <sub>2</sub> : طول قسمت موازی
۱۵۰	-	۱۷۰	I <sub>3</sub> : فاصله بین گیره ها
۶۵	۶۵	-	I <sub>4</sub> : طول قسمت تقویت شده
۵۵	۵۵	-	I <sub>5</sub> : طول قسمت موازی قسمت تقویت شده
۵۰	۵۰	۴۰	I <sub>6</sub> : حداقل طول قسمت در تماس با گیره
۲۵ یا ۵۰±۰/۵	۱۰±۰/۵	۴۵±۰/۵	B: پهنای دو انتها
۲۵ یا ۵۰±۰/۵	۱۰±۰/۵	۲۵±۰/۵	b <sub>0</sub> : پهنای قسمت موازی
۱۰ تا ۲	۳ تا ۱	۱۰ تا ۲	h <sub>0</sub> : ضخامت
حداکثر ۳h <sub>0</sub>	حداکثر ۳h <sub>0</sub>	-	H: ضخامت قسمت در تماس با گیره
-	-	۶۰±۰/۵	R: شعاع گردی شانه

## ۲-۶ تهیه آزمون

**۱-۲-۶** آزمون باید از ورق چند لایه GFRP توسط ماشین کاری یا روش های مشابه تهیه شود. برای آزمون نوع ب، بعد از چسباندن یک ورق GFRP یا ورقه آلومینیمی به نواحی در تماس با گیره<sup>۳</sup>، آن را ماشین کاری کنید.

**۲-۲-۶** دو وجه انتهایی آزمون باید موازی با یکدیگر و عمود بر راستای محور آزمون پرداخت شود.

**۳-۲-۶** وقتی آزمون با روش برش زدن تهیه می شود، باید دقت شود گرمای اضافی تولید نشود.

**۴-۲-۶** برای علامت گذاری خطوط نشانه باید از جوهر، مداد رنگی و سایر لوازمی استفاده شود که اثری روی آزمون ندارند. خطوط نشانه نباید باعث خراش سطح آزمون شود.

۳-۶ تعداد آزمون

**۱-۳-۶** تعداد آزمون نباید کمتر از ۵ قطعه باشد.

**۲-۳-۶** برای آزمون نوع الف، آزمون هایی که شکست در خارج از ناحیه باریک و موازی آزمون باشد، باید حذف شوند و آزمون با افزودن همان تعداد آزمون انجام شود.

**۳-۳-۶** برای آزمون نوع ب، آزمون هایی که شکست در خارج از ناحیه باریک و موازی آزمون باشد، باید حذف شوند و آزمون با افزودن همان تعداد آزمون انجام شود.

**۴-۳-۶** در آزمون های ناهمسان<sup>۲</sup>، تعداد آزمون در جهت مورد نظر نباید کمتر از ۵ قطعه باشد.

## ۷ سرعت آزمون

۷-۱ سرعت آزمون به معنی سرعت حرکت فک های دستگاه آزمون در طی آزمون است. در حالتی که در دستگاه آزمون، وجود نمونه یا نبود آن تغییری در سرعت حرکت فک ها ایجاد نکند، می توان سرعت حرکت بدون نمونه را به عنوان سرعت آزمون در نظر گرفت.

۷-۲ سرعت آزمون باید مطابق سرعت های داده شده در جدول ۲ باشد. در غیر از موارد تعیین شده، سرعت الف باید در نظر گرفته شود.

جدول ۲- سرعت آزمون

طبقه بندی سرعت	سرعت آزمون (میلی متر بر دقیقه)
سرعت A	۱±۰/۵
سرعت B	۲±۰/۵
سرعت C	۵±۱/۰
سرعت D	۱۰±۲/۰

## ۸ روش کار

۸-۱ پهنا و ضخامت ناحیه باریک و موازی آزمون را در یک نقطه از قسمت مرکزی خطوط نشانه و دو نقطه بین خطوط نشانه و به فاصله ۵ میلی متر از هر خط با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری کنید و میانگین سطح مقطع را برای مدول کششی کشسانی و حداقل سطح مقطع را برای استحکام کششی محاسبه کنید.

۸-۲ طول اولیه<sup>۲۵</sup> آزمون را با دقت ۰/۰۵ میلی متر اندازه گیری کنید.

۸-۳ آزمون را از ناحیه در تماس با گیره به دستگاه آزمون متصل کنید. در این مورد، مراقب باشید که محور اصلی آزمون بر خط فرضی مرکزی دو گیره در نقاطی که دو گیره به دستگاه آزمون متصل می شوند، منطبق شود. سپس، گیره ها را محکم کنید بطوری که آزمون در طول آزمون از گیره ها لیز نخورد. در این مورد، گیره ها را نباید آنقدر محکم کرد که آزمون خرد شود.

۸-۴ وقتی مدول کشسانی اندازه گیری می شود، وسیله اندازه گیری از طول<sup>۲۶</sup> را بین خطوط نشانه آزمون نصب کنید. در صورت استفاده از کرنش سنج، آن را در ابتدا به آزمون وصل کنید.

۸-۵ بعد از تنظیم سرعت دستگاه آزمون در مقدار تعیین شده، دستگاه آزمون را روشن کنید و اندازه گیری های زیر را انجام دهید:

۸-۵-۱ منحنی نیرو-کرنش را بطور پیوسته در محدوده حد تناسب یا در یک فاصله کرنش تقریباً یکنواخت ثبت کنید.

۸-۵-۲ مقدار نیرو و تغییرات طول اولیه یا مقدار کرنش در لحظه تسلیم

۸-۵-۳ مقدار نیرو و تغییرات طول اولیه یا مقدار کرنش در لحظه حداکثر بارگذاری

۸-۵-۴ مقدار نیرو و تغییرات طول اولیه یا کرنش در لحظه شکست

1- Gage length  
2- Strain gage

## ۹ مماصابات

۱-۹ استحکام کششی در نقطه تسلیم، استحکام کششی، استحکام کششی در نقطه شکست یا تنش کششی ایمن را از معادله زیر محاسبه کنید (شکل ۳-الف، ۳-ب، ۳-ج):

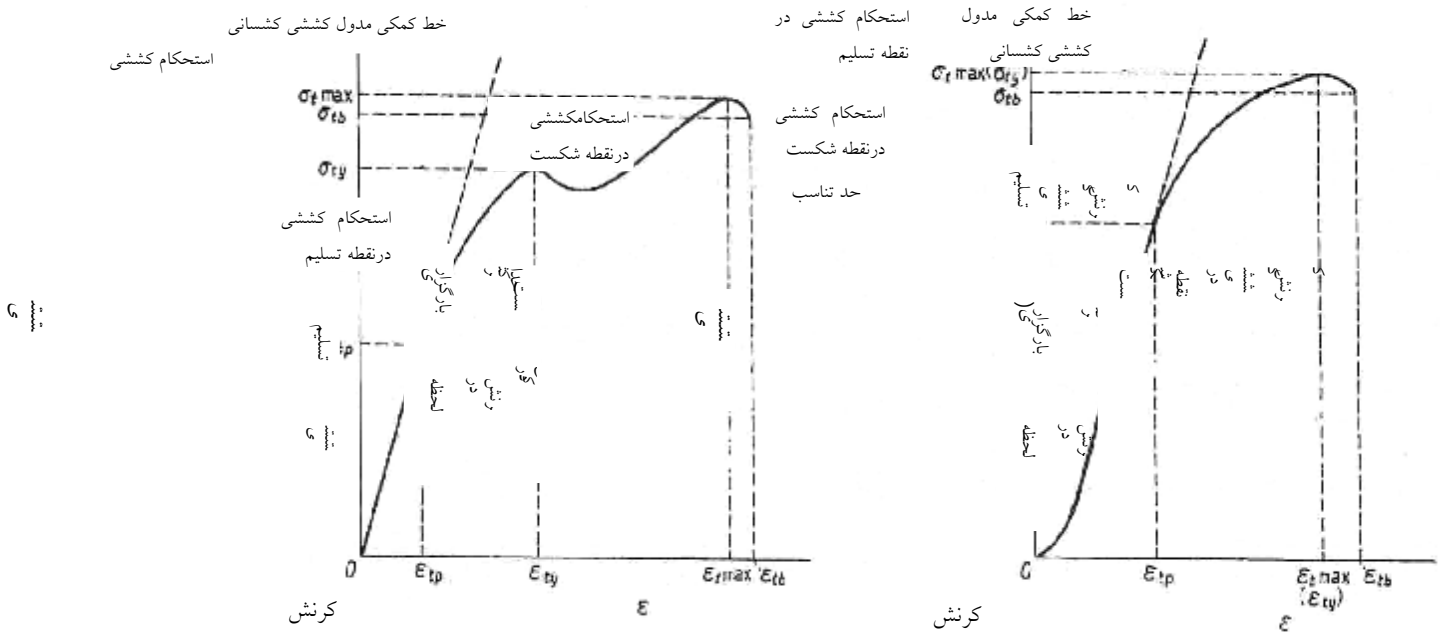
$$s_t = \frac{P_t}{A}$$

که در آن:

$\sigma_t$  : استحکام کششی در نقطه تسلیم، استحکام کششی، استحکام کششی در نقطه شکست یا تنش کششی ایمن (Mpa)  
 $\{kgf/mm^2\}$

$P_t$  : نیرو در لحظه تسلیم، لحظه بیشترین بارگذاری و لحظه شکست یا نیرو در یک کرنش معین (N) {kgf}

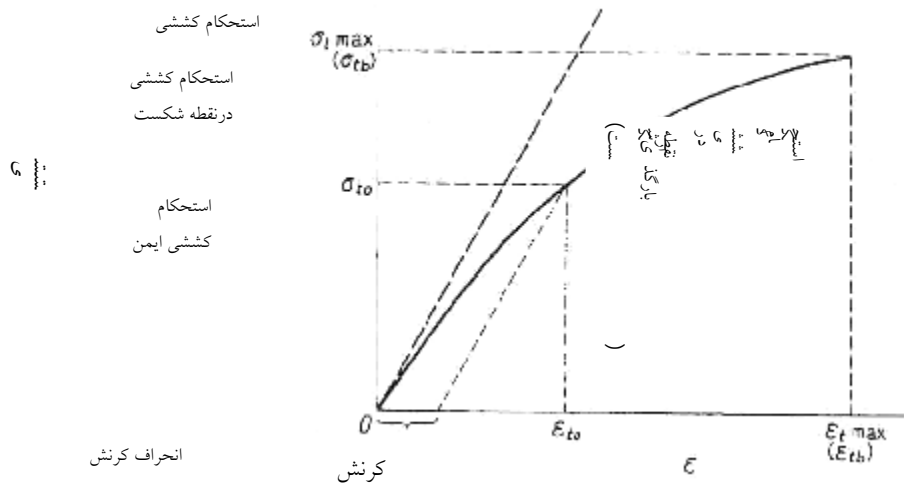
A : حداقل سطح مقطع اولیه آزمون (mm<sup>2</sup>)



شکل ۲-ب - منحنی تنش-کرنش کششی (مدل ۲)

شکل ۲-الف - منحنی تنش-کرنش کششی (مدل ۱)

خط کمکی مدول کششی کشسانی



شکل ۲-۲ پ - منحنی تنش - کرنش کششی (مدل ۳)

۹-۲ کرنش کششی در نقطه تسلیم یا کرنش کششی در نقطه شکست را از معادله زیر (در حالت استفاده از وسیله اندازه گیری از یاد طول) محاسبه کنید:

$$e_c = \frac{l_t - l_0}{l_0} \times 100$$

که در آن:

$e_c$ : کرنش کششی در نقطه تسلیم یا کرنش کششی در نقطه شکست (%)

$l_t$ : طول اولیه در زمان تسلیم یا زمان شکست (mm)

$l_0$ : طول اولیه (mm)

۹-۳ مدول کشسانی را از معادله زیر با استفاده از پاره خط مستقیم منحنی تنش - کرنش محاسبه کنید:

$$E_t = \frac{\Delta \sigma_t}{\Delta e}$$

که در آن:

$E_t$ : مدول کشسانی (Mpa) {kgf/mm<sup>2</sup>}

$\Delta \sigma_t$ : اختلاف بین تنش های کششی به سطح مقطع اولیه در دو نقطه روی پاره خط مستقیم منحنی تنش کرنش (Mpa)

{kgf/mm<sup>2</sup>}

$\Delta e$ : اختلاف بین کرنش های مربوط به تنش ها

۹-۴ کرنش سنج را برای اندازه گیری کرنش در دو محور عمود برهم به قسمت مرکزی آزمون وصل کرده و کرنش های دو

محور ( $e_1$  و  $e_2$ ) را در محدوده کشسانی اندازه گیری کنید. سپس، نسبت پواسون را از معادله زیر محاسبه کنید:

$$n = \left| \frac{e_2}{e_1} \right|$$

که در آن:

$e_1$ : کرنش در راستای تنش کششی

$e_2$ : کرنش در راستای عمود بر جهت کشش

## ۱۰ بیان نتایج

نتایج باید مطابق با استاندارد بند ۲-۱ بیان شود.

## ۱۱ گزارش

گزارش آزمون باید دارای اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۱ شماره استاندارد ملی که بر اساس آن آزمون انجام می شود

۲-۱۱ ترکیب ماده، ساختمان ورق لایه کاری شده، و میزان الیاف شیشه آزمون،

۳-۱۱ روش قالب گیری و شرایط قالب گیری آزمون،

۴-۱۱ شکل، ابعاد، روش تهیه و راستای نمونه برداری آزمون،

۵-۱۱ تعداد آزمون،

۶-۱۱ شرایط تثبیت آزمون،

۷-۱۱ دما و رطوبت آزمون،

۸-۱۱ وسایل و تجهیزات آزمون،

۹-۱۱ سرعت آزمون،

۱۰-۱۱ نتایج آزمون،

۱-۱۰-۱۱ استحکام کششی در نقطه تسلیم،

۲-۱۰-۱۱ استحکام کششی،

۳-۱۰-۱۱ استحکام کششی در نقطه شکست،

۴-۱۰-۱۱ تنش کششی ایمن،

۵-۱۰-۱۱ مدول کششی کشسانی،

۶-۱۰-۱۱ کرنش کششی در نقطه تسلیم،

۷-۱۰-۱۱ کرنش کششی در نقطه شکست،

۸-۱۰-۱۱ کرنش در لحظه حداکثر نیرو کششی،

۹-۱۰-۱۱ نسبت پواسون،

۱۱-۱۱ تاریخ انجام آزمون،

۱۲-۱۱ موارد دیگری که بطور خاص گزارش می شود.