



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۱۴۳

چاپ اول

ISIRI


8143

1 St- Edition


پلیمرها- پلاستیک- اندازه گیری خواص مکانیکی- دینامیکی
به روش خمشی سه نقطه ای- روش آزمون


Polymers- Plastic- Determination of dynamic-
mechanical properties by three point
bending- Test method


www-parsehyaleekish.com


نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵ 


دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵


تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸ 

تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵ 

دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۷۱۰۳ 

بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ 

پیام نگار: [Standard @ isiri.or.ir](mailto:Standard@isiri.or.ir) 

بهاء: ۱۱۲۵ 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](mailto:Standard@isiri.or.ir)

 **Price:** 1125 RLS

« 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.

کمیسیون استاندارد « پلیمرها - پلاستیک - اندازه گیری خواص مکانیکی

-دینامیکی به روش همیش سه نقطه ای-روش آزمون»

سمت یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی پلیمر

رئیس

میرمحمد صادقی، گیتی

(دکتری مهندسی پلیمر)

اعضاء

شکراللهی، فاطمه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

عسکری، فهیمه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

فتحی، شیوا

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دانشگاه تهران

وفاییان، مهدی

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

هنرکار، هنگامه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دبیر

میری قلعه سری، سیده عظمت

(لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران

www.parsethylene-kish.com

اعضای شرکت کننده در سیمد و شصت و چهارمین اجلاس کمیته ملی

استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۴/۴/۲۷

رئیس

میرمحمد صادقی، گیتی

(دکتری مهندسی پلیمر)

سمت یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی پلیمر

اعضاء

حافظ امینی، طناز

(لیسانس شیمی)

خیراللهی، ایوب

(لیسانس مهندسی شیمی)

خطیبزاده، داوود

(لیسانس شیمی)

شکراللهی، فاطمه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

مرکز تحقیقات وزرات کار

بازرسی و نظارت - وزارت بازرگانی

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

طلوعی ، شهره

(لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

عسکری، فهیمه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

مرکز پژوهشهای مجلس (گروه صنایع و معادن)

معادی رودسری ، محمدحسن

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران

میری قلعه سری، سیده عظمت

(لیسانس مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

هنرکار، هنگامه

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دبیر

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فتحی رشتی ، ام البنین

(لیسانس شیمی)

پیش گفتار

استاندارد «پلیمرها-پلاستیک-اندازه گیری خواص مکانیکی _ دینامیکی به روش خمش سه نقطه ای - روش آزمون» که بوسیله کمیسیون فنی صنایع شیمیایی و پلیمر تهیه و تدوین شده و در سیصدوشصت و چهارمین جلسه کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۴/۴/۲۷ مورد تصویب 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 به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ارائه شود، در تجدیدنظر بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تجدیدنظر این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

1 – ASTM D 5023: 2001 – Standard Test Method for Plastics:Dynamic

Mechanical Properties:In Flexure(Three Point Bending)

پلیمرها - پلاستیک - اندازه گیری خواص مکانیکی - دینامیکی به روش

فروش سه نقطه ای - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد بررسی خواص ویسکوالاستیک از طریق عکس العمل های مکانیکی - دینامیکی پلاستیک ها می باشد. داده های حاصل از این روش قابلیت کاربرد در تعریف خواص ترمومکانیکی مواد پلاستیکی را داراست .

این روش برای دامنه وسیعی از فرکانس (۰/۰۱ تا ۱۰۰ هرتز) پاسخگو می باشد.

این استاندارد روش ساده ای برای شناسایی رفتار ترمومکانیکی پلاستیک با استفاده از مقادیر بسیار کم از مواد است. داده های حاصل از آن برای کنترل کیفیت، تحقیق، توسعه و برقراری شرایط فرآیندی بهینه کاربرد دارد.

یادآوری ۱- این روش استاندارد برای موارد زیر استفاده می شود: ۱-مدول بر حسب دما ۲-مدول بر حسب زمان ۳-مدول بر حسب فرکانس ۴-اثرات فرایند آماده سازی و آرایش یافتگی بر مدول ۵-اثر افزودنی های فرمول بندی بر قابلیت فرایند پذیری و عملکردی

یادآوری ۲- این استاندارد در خصوص ایمنی کاربر اطلاعاتی ارائه نمی کند، لذا کاربر این استاندارد باید ملاحظات ایمنی خاص را در نظر داشته باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها 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 اینست. معهدا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۸۵ سال ۱۳۸۳ : راهنمایی آنالیز و شناسایی پلیمرها.

۲-۲ استاندارد ملی ایران - شماره ۵۵۳۶، سال ۱۳۸۰، عملیات آماده سازی پلاستیک ها برای آزمایش.

2-3 ASTM D4065:95(2000), Determining and Reporting Dynamic Mechanical Properties of Plastics.

2-4 ASTM D4092:95(2000), Standard Terminology Relating to Dynamic Mechanical Measurements on Plastics.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر به کار می روند:

۱-۳ مدول مقلط^۱

نسبت تنش به کرنش که بصورت عدد مختلط بیان می شود. در حالت کشش مدول کمپلکس (E^*) به صورت عدد مختلط زیر داده می شود که در آن E' بیانگر مدول کشسانی و E'' مدول اتلافی است:

$$E^* = E' + iE''$$

۲-۳ مدول کشسانی (ذفیره)^۲

به نسبت تنش ظاهری به کرنش معادل آن در محدوده رفتار کشسان ماده اطلاق می شود که بر حسب نیرو بر واحد سطح بیان می گردد و جز واقعی مدول مختلط است..

۳-۳ مدول اتلافی^۳

کمیتی است که نشان دهنده اتلاف انرژی به صورت گرما به هنگام تغییر شکل یافتن ماده می باشد و جز موهومی مدول مختلط است.

۴-۳ (Tan δ) Tan delta

به نسبت مدول اتلافی به مدول کشسانی اطلاق می شود.

1 - Complex Modulus

2 - Elastic Modulus(Storage)

3 - Loss Modulus(Viscous)

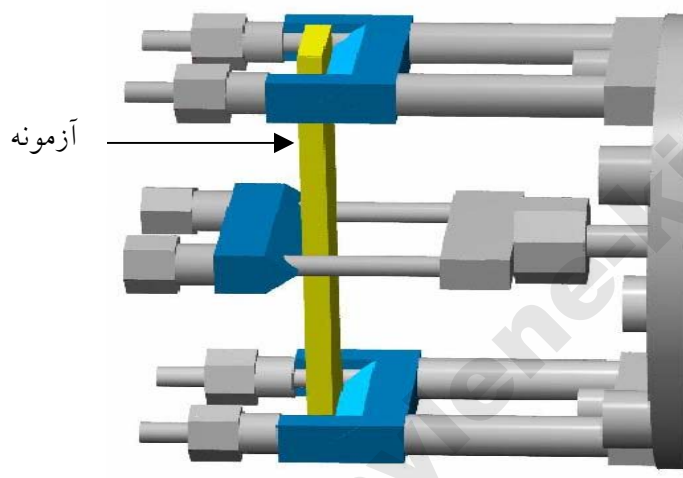
۴ اصول روش

آزمونه با سطح مقطع مستطیل تحت خمش قرار می گیرد. آزمونه بین دو تکیه گاه قرار داده می شود و در حالیکه نیرو بر روی آزمونه بین دو تکیه گاه اعمال می شود، با ابعاد مشخص ، توسط اعمال نیروی مکانیکی با فرکانس ثابت جابجا (جابجایی خطی) می شود. این عمل تحت شرایط همدمای و یا شرایط غیر همدمای با افزایش خطی دما صورت می گیرد. مدول الاستیک (ذخیره) یا مدول ویسکوز(اتلافی) با اعمال خمش در سه نقطه اندازه گیری می شود. آزمون مکانیکی _ دینامیکی روشی برای تعیین مشخصه های ترمومکانیکی است که مدول الاستیک و ویسکوز بعنوان تابعی از فرکانس، دما یا زمان اندازه گیری می شود. نمودار مدول و دمپینگ (Tan delta) ماده در مقابل دما، بیانگر خواص عملکردی، اثر پخت (در رزین ترموست) و رفتار ویسکوز تحت شرایط خاص می باشد.

۵ وسایل لازم

- ۱-۵ دستگاه تجزیه گر مکانیکی که شامل موارد ذیل می باشد:
- ۱-۱-۵ بخش اتصال آزمونه همراه با گیره ها (مطابق شکل ۱).
- ۲-۱-۵ وسیله ای که بتواند تغییر شکل (کرنش) خطی پیوسته را برای آزمونه فراهم کند.
- ۳-۱-۵ وسیله و نمایشگر، برای تعیین مؤلفه های مستقل و وابسته آزمون نظیر: نیرو یا تنش، تغییر شکل یا کرنش ، فرکانس و دما. دما باید با دقت ± 1 درجه سلسیوس و فرکانس و نیرو با دقت $\pm 1\%$ قابل اندازه گیری باشد.

۲-۵ محفظه ای با قابلیت ایجاد و کنترل دما ، برای گرم کردن و سرد کردن ،همدمما و یا ترکیبی از اینها . کنترل کننده دما باید بگونه ای باشد که امکان پایداری کافی برای اندازه گیری درجه حرارت کوره با دقت یک درجه سلسیوس را فراهم کند.



نیترژن () یا

۳-۵ سیلندر

گاز بی اثر دیگر)

شکل ۱- نمای ساده از انواع گیره ها

۶ آماده کردن آزمونه

۱-۶ آزمونه ها ممکن است از ورق، صفحات و یا قطعات قالبگیری شده تهیه گردند و یا مستقیماً در ابعاد مورد نیاز قالبگیری شوند. ابعاد آزمونه مستطیل شکل می تواند $3 * 13 * 64$ mm باشد. می توان از آزمونه مستطیل شکل با ابعاد دیگر نیز استفاده کرد، اما باید در گزارش آزمون قید شود. آزمونه ها را قبل از آزمون بر روی قفسه های مناسب ، توسط گیره های فلزی آویزان کنید یا بر روی قابهای توری سیمی با سوراخهای درشت و حداقل ۲۵ میلی متر فاصله بین توری سیمی و سطح میزی

که توری روی آن است قرار دهید سپس در 23 ± 2 و رطوبت نسبی 50 ± 5 به مدت حداقل ۴۰ ساعت، قرار دهید. (این بند مطابق شرایط الف بیان شده در استاندارد بند ۲-۲ است).

۷ کالیبراسیون

کالیبراسیون ابزار و دستگاهها مطابق با پیشنهاد سازنده آن انجام می شود.

۸ روش اجرای آزمون

۱-۸ ضخامت و عرض آزمون را با تقریب 0.03 میلی متر در وسط آزمون اندازه گیری کنید.

۲-۸ آزمون را در گیره ها قرار دهید .

۳-۸ فرکانس (ها) مطلوب را انتخاب کنید.

۴-۸ دامنه نوسان را انتخاب کنید.

دما باید به طور خطی، با سرعت ۲-۵ درجه سلسیوس بر دقیقه بالا رود ، طوری که در هر مرحله افزایش دما ، حداقل به مدت یک دقیقه ، مکث شود. به واسطه این عمل می توان مدول را در ناحیه انتقال شیشه ای پلیمر و در حالت نرمی یا حالت لاستیکی - چرمی^۱ تشخیص داد. تغییر شدید مدول در ناحیه انتقال شیشه ای مشخص کننده پیک میرایی یا $Tan\ delta$ است).

۹ بیان نتایج

مطابق فرمول مندرج در جدول ۱ موارد زیر محاسبه می شود. (فرمول و جدول از استاندارد بند ۲-۳ استخراج شده است).

۱-۹ مدول کشسانی (E').

۲-۹ مدول اتلافی (E'').

۳-۹ مدول مختلط (E^*).

۴-۹ Tan delta، (d^*)

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید دارای اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۰ شماره استاندارد ملی ایران که آزمون بر اساس آن انجام شده است.

۲-۱۰ مشخصات کامل ماده مورد آزمون شامل نوع، کد تولید کننده (نام تولید کننده)، شماره، شکل،

ابعاد و تاریخچه قبلی.

۳-۱۰ روش آماده کردن آزمونه: شرایط آزمون و قالبگیری (چنانچه قالبگیری انجام شده باشد نحوه آن

بیان شود).

۴-۱۰ روش کالیبراسیون

۵-۱۰ مشخصات اتمسفر آزمون (نیتروژن و یا...)، نرخ جریان گاز، خلوص گاز.

جدول ۱- فرمول های مورد نیاز در مناسبه خواص مکانیکی-دینامیکی

	فرکانس ثابت سینوسی	مولفه ورودی
۶-۱۰	۰/۰۰۱۶-۸۰	محدوده فرکانس (هرتز)
ضخامت و پهنای آزمونه و تعداد آزمونه های مورد استفاده	$L = ۶۳/۵$ و $t = ۰/۵$ $b = ۱۲/۷$	ابعاد آزمونه (سانتیمتر)
	$\frac{3ta}{L^2}$	کرنش
	$E' = \frac{NL^3 \cos \delta}{2bt^3 a}$	جز کشسان (الاستیک)
	$E'' = \frac{NL^3 \sin \delta}{2bt^3 a}$ و Tan delta مستقیما خوانده می شود.	جز اتلاف (ویسکوز)
۷-۱۰	زیر نویس:	
دامنه فرکانس جابجایی	L : طول آزمونه بین دو گیره t : ضخامت آزمونه b : پهنای آزمونه a : مقدار جابجایی در راستای نیرو D : فاصله بسته شدن توسط گیره ها	

۸-۱۰ تعداد دفعات جابجایی

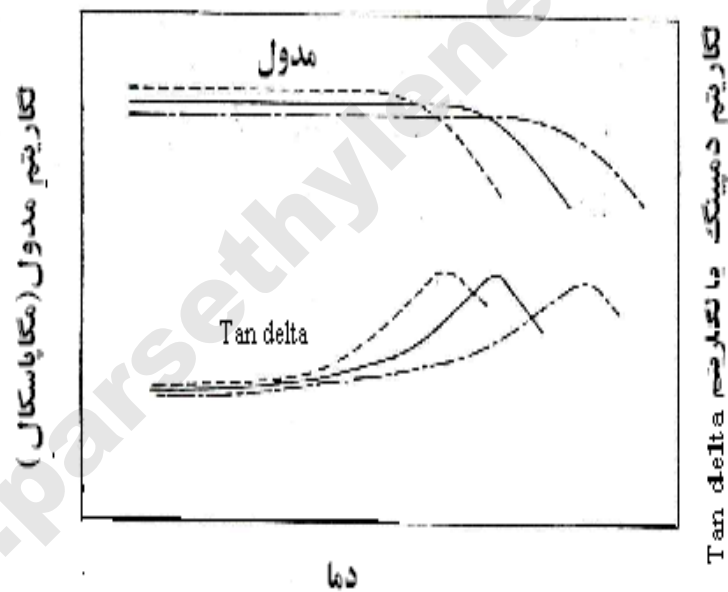
۹-۱۰ گرادیان دما.

۱۰-۱۰ معادلات به کار رفته برای محاسبه

۱۱-۱۰ جدول داده ها و نتایج ، شامل مدول و $\tan \delta$ به صورت تابعی از دما.

۱۲-۱۰ نمودار مدول و $\tan \delta$ بصورت تابعی از دما مطابق شکل ۲.

۱۳-۱۰ تاریخ انجام آزمون



شکل ۲- خواص مکانیکی - دینامیکی تحت بار سه نقطه ای (فرکانس متغیر)

www.parsethylene-kish.com