



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۴ ۶۹۸۴

تجدید نظر اول

ISIRI

6984-2

1st. Revision

پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی

قسمت ۲: خزش خمشی با استفاده از بارگذاری

سه نقطه ای - روش آزمون

**Plastics – Determination of creep behaviour
Part 2: Flexural creep by three- point
loading-Test method**

ICS:83.080.01

به نام خدا

آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان موسسه^{*} صاحب نظران مراکز و موسسات 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 تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. بیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظر خواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای 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 موسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح 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 شود که براسال مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک^۲ (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور

فعالیت می کند در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های

خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 اقدام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. موسسه 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 سازمانها و موسسات 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، موسسه استاندارد این گونه سازمان ها و موسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این موسسه است.

* موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for standardization
- 2- International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Lrgal Metrology (Organion International de Metrology Legal)
- 4- Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با موسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ وسایل لازم
۵	۵ مشخصات آزمون
۵	۶ روش اجرای آزمون
۸	۷ بیان نتایج
۱۲	۸ گزارش آزمون
۱۴	پیوست الف (اطلاعاتی)

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی قسمت ۲: خزش خمشی با استفاده از بارگذاری سه نقطه ای - روش آزمون

(تجدید نظر اول)

<u>رئیس:</u>	<u>سمت یا نمایندگی</u>
اکبریان، ماسیس (فوق لیسانس مهندسی پلیمر)	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر
<u>دبیر:</u>	
جوادی، عزیزه (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر
<u>اعضا:</u> (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اتحاد، مهدیه (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت سازه گستر سایپا
باستانی، مهشید (لیسانس مهندسی شیمی)	دانشگاه صنعتی امیر کبیر
جلالی، اعظم (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر
طلوعی، شهره (لیسانس مهندسی شیمی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
مشایخی، ژیلا (لیسانس مهندسی شیمی)	دانشگاه صنعتی امیر کبیر
میر محمد صادقی، گیتی (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

پیش گفتار

استاندارد " پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی قسمت ۲: خزش خمشی با استفاده از بارگذاری سه نقطه ای - روش آزمون"، نخستین بار در سال ۱۳۸۲ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط دانشگاه امیرکبیر و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و چهل و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۸۸/۱۱/۱۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه، ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۴ ۶۹۸۴ : سال ۱۳۸۳ است.

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

ISO 899-2: 2003 (E), Plastics – Determination of creep behaviour Part 2: Flexural creep by three- point loading

پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی

قسمت ۲: خزش خمشی^۱ با استفاده از بارگذاری سه نقطه‌ای - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۴ هدف از تدوین این استاندارد ارایه روشی برای تعیین خزش خمشی پلاستیک‌ها به شکل آزمون‌های استاندارد تحت شرایط خاص مانند عمل‌آوری اولیه^۲، دما و رطوبت است. این روش آزمون فقط برای بارگذاری سه نقطه‌ای به کار می‌رود که در آن میله روی دو تکیه‌گاه قرار گرفته و بار در وسط آن اعمال می‌شود.

۲-۴ این روش برای مواد پلاستیکی تقویت نشده سخت و نیمه‌سخت و مواد پرشده و تقویت شده با الیاف مناسب است. آزمون‌های دمبلی شکل می‌توانند مستقیماً قالب‌گیری شده یا از ورق‌ها یا قطعات قالب‌گیری شده بریده شوند.

یادآوری این روش ممکن است برای بعضی از مواد تقویت شده با الیاف، به دلیل اختلاف در آرایش یافتگی الیاف مناسب نباشد.

۳-۴ هدف از این آزمون تهیه اطلاعات برای طراحی‌های مهندسی، تحقیق و توسعه است. به منظور استفاده از داده‌ها در طراحی‌های مهندسی، اندازه‌گیری طول مشخصه^۳ باید با استفاده از اکستنسومتر^۴ انجام شود. برای به کارگیری داده‌ها در تحقیقات و کنترل کیفی ممکن است از فاصله بین فک‌ها (افزایش طول اسمی)^۵ استفاده نمود.

۴-۴ خزش خمشی ممکن است با تغییر در نحوه تهیه آزمون، ابعاد آن و شرایط محیطی آزمون به میزان قابل توجهی تغییر کند. پیشینه حرارتی^۶ آزمون نیز می‌تواند اثرات قابل توجهی بر نتایج آزمون بگذارد (مطابق پیوست الف). بنابراین در صورت نیاز به نتایج قابل مقایسه دقیق، این عوامل باید به دقت کنترل شوند.

¹ Flexural creep

² Pretreatment

³ Gage length

⁴ Extensometer

⁵ Nominal extension

⁶ Thermal history

۵ ۴ در صورت استفاده از خواص خزش خمشی جهت مقاصد طراحی مهندسی، مواد پلاستیکی باید در دامنه وسیعی از تنش، زمان و شرایط محیطی مورد آزمون قرار گیرند.

۶ ۴ این روش ممکن است برای تعیین خزش خمشی پلاستیک‌های اسفنجی سخت مناسب نباشد^۱.

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 تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱ ۴ استاندارد ملی ۳۵۷ : سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - تعیین خواص خمشی

۲ ۴ استاندارد ملی ۲۱۱۷: سال ۱۳۸۷ پلاستیک‌ها شرایط محیطی استاندارد برای رسیدن به شرایط

تثبیت و آزمون

۳ ۴ استاندارد ملی ۹۱۱ سال ۱۳۸۵ "پلاستیک‌ها - تعیین جذب آب - روش آزمون

2-4 ISO 472:1999, Plastics – Vocabulary

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 472 به همراه تعاریف زیر به کار می‌رود:

رود:

۱ ۴ خزش:

۱ برای تعیین خزش خمشی پلاستیک‌های اسفنجی سخت از استانداردهای زیر استفاده کنید:

ISO 1209-1: 1990, Cellular plastics, rigid – Flexural tests – Part 1: Bending test

ISO 1209-2: 1990, Cellular plastics, rigid – Flexural tests – Part 2: Determination of flexural properties

افزایش کرنش با زمان تحت تنش ثابت.

یادآوری - در پلیمرها تحت بار ثابت، به مرور زمان تغییرات ابعادی ایجاد می شود که به آن خزش اطلاق می شود.

۳ ۲ تنش خمشی،

تنش سطحی وارده بر آزمون در وسط آن که از معادله ارائه شده در بند ۷ ۴ ۲ محاسبه می شود.

۳ ۳ انحراف S_t^1

مقدار انحراف عمودی سطح بالا یا پائین آزمون در وسط آن و در حین خمش، نسبت به وضعیت پیش از بارگذاری.

۳ ۴ کرنش خزش خمشی، t

مقدار کرنشی که توسط یک تنش معین در زمان t در حین آزمون خزش در سطح آزمون بوجود می آید.

این کرنش با استفاده از معادله ۷ ۴ ۳ محاسبه شده و بر حسب نسبت بدون بعد یا درصد بیان می شود.

۳ ۵ مدول خزش خمشی، E_t

نسبت تنش خمشی به کرنش خزش خمشی که روش محاسبه آن در بند ۷ ۴ ۱ شرح داده شده است.

۳ ۶ نمودار تنش - کرنش همزمان^۲

نمودار کارتیزین تغییرات تنش بر حسب کرنش خزشی در مدت زمانی مشخص پس از بارگذاری.

۳ ۷ زمان شکست

مدت زمان بین بارگذاری کامل بر روی آزمون و شکست آزمون.

۳ ۸ حد استحکام خزشی

تنش اولیه ای که سبب شکست می شود (B_t) یا کرنش معینی (t) را در زمان مشخص t ، تحت دما و

رطوبت نسبی مشخص ایجاد می کند.

۳ ۹ فاصله اولیه بین تکیه گاه های نگهدارنده، L

فاصله اولیه بین خطوط تماس آزمون و تکیه گاه ها (مطابق شکل ۱).

۴ وسایل لازم

۴ ۱ دستگاه

۴ ۱ پایه دستگاه آزمون، متشکل از یک قاب سخت با دو تکیه‌گاه برای دو انتهای آزمون است. فاصله بین تکیه‌گاه‌ها قابل تنظیم بوده و برای آزمون‌های معمولی تا (1 ± 16) برابر ضخامت (ارتفاع) آزمون می‌باشد (مطابق شکل ۱). این مقدار برای آزمون‌های تقویت شده با الیاف یک جهته^۱ و ضخیم بیش از ۱۷ برابر ضخامت (ارتفاع) آزمون یا یک فاصله ثابت (۱۰۰ میلی متر) برای آزمون‌های سخت تقویت شده با الیاف در جهت طولی است (مطابق بند ۲.۶). پایه آزمون باید تراز بوده و فضای کافی در زیر آزمون برای خمش تحت تأثیر بار اعمال شده به وسط آن وجود داشته باشد. شعاع R_1 مربوط به لبه بارگذاری و شعاع R_2 مربوط به تکیه‌گاه‌ها باید مطابق جدول ۱ باشد.

«جدول ۱»

مقادیر شعاع لبه بارگذاری و شعاع تکیه‌گاهها با توجه به ضخامت آزمون

(ابعاد بر حسب میلی متر)

شعاع تکیه‌گاه ها R_2	شعاع لبه بارگذاری R_1	ضخامت آزمون
2 ± 0.2	5 ± 0.1	۳
5 ± 0.2	5 ± 0.1	>۳

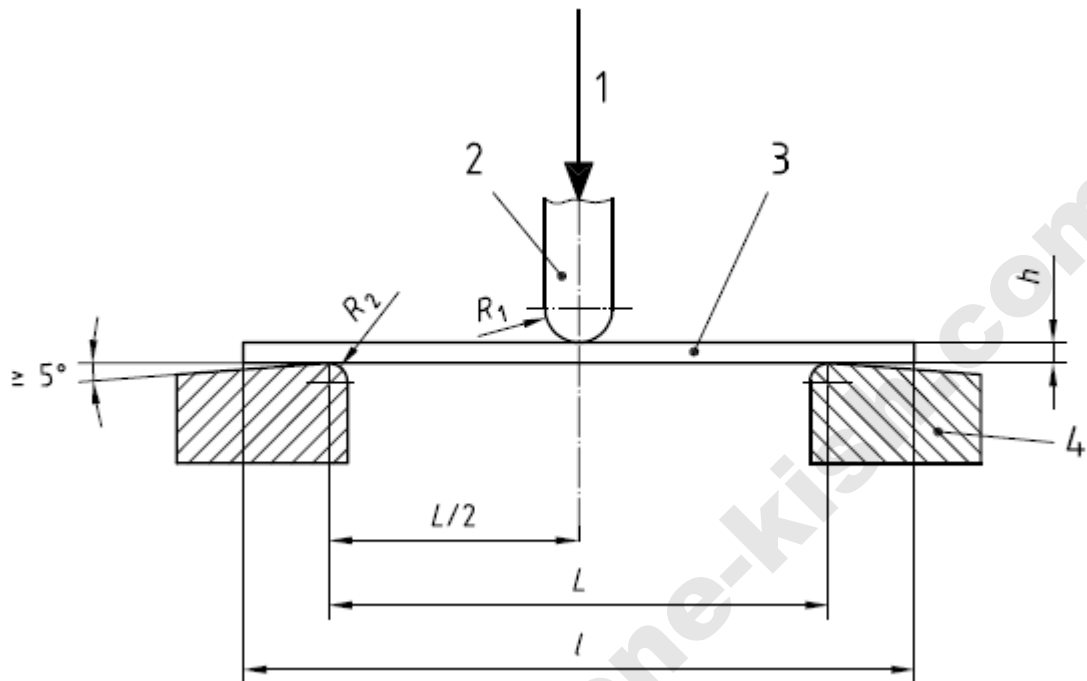
۴ ۲ سامانه بارگذاری، باید این قابلیت را داشته باشد که بار روی آزمون با ملایمت و بدون ایجاد اضافه بار لحظه‌ای و با دقت ± 1 درصد بار مورد نظر، اعمال شود. در آزمون‌های خزش تا شکست، جهت جلوگیری از وقوع هرگونه شوکی که در لحظه شکست اتفاق افتاده و به سامانه‌های بارگذاری مجاور منتقل می‌شود، باید راهکارهایی در نظر گرفته شود. همچنین ساز و کار به کار گرفته شده باید امکان بارگذاری سریع و تجدیدپذیر را فراهم کند.

۴ ۳ وسیله اندازه‌گیری انحراف، باید بدون اینکه اثری روی رفتار آزمون بگذارد بدون تماس یا با تماس با آزمون، قادر به اندازه‌گیری انحراف آزمون تحت بار باشد. این اثرات شامل اثرات مکانیکی نظیر تغییر شکل‌های نامطلوب، ایجاد شکاف و اثرات فیزیکی دیگر مانند گرمادهی آزمون، یا اثرات شیمیایی می‌باشد. دقت وسیله اندازه‌گیری انحراف باید تا ± 0.1 درصد انحراف نهایی باشد.

۴ ۲ وسیله اندازه‌گیری زمان، با دقت 0.1 درصد.

¹ Unidirectional

- ۴ ۳ میکرومتر، با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر (یا بهتر) جهت اندازه‌گیری ضخامت و عرض آزمون.
- ۴ ۴ کولیس، با دقت ۰/۱ درصد فاصله دو تکیه‌گاه (یا بهتر) جهت اندازه‌گیری فاصله بین دو تکیه‌گاه.



راهنما:

- ۴ نیروی اعمال شده، F
- ۴ لبه بارگذاری
- ۴ آزمون
- ۴ پایه نگهدارنده

شکل ۱ - شمای دستگاه خزش خمشی

۵ مشخصات آزمون

از آزمون‌هایی با شکل و ابعاد ذکر شده در استاندارد ملی ۳۵۷ سال ۱۳۸۲ استفاده کنید.

۶ روش اجرای آزمون

۶ ۱ شرایط تثبیت و شرایط محیطی آزمون

تثبیت آزمون‌ها را بر اساس استاندارد بین‌المللی مواد تحت آزمون، انجام دهید. در صورت عدم وجود اطلاعات لازم در مورد نحوه آماده‌سازی، از مناسب‌ترین شرایط مشخص شده در استاندارد ملی ۲۱۱۷ سال ۱۳۸۲ استفاده کنید، مگر شرایط دیگری مورد توافق قرار گیرد.

رفتار خزشی آزمون علاوه بر وابستگی به پیشینه حرارتی، تحت تأثیر دما و (در صورت استفاده) رطوبت محیط شرایط تثبیت آزمون نیز می‌باشد. توصیه می‌شود که از زمان آماده سازی 90t (مطابق استاندارد ملی 357 سال 1382) استفاده شود.

آزمون را در شرایطی مشابه با شرایط تثبیت آزمون انجام دهید، مگر اینکه شرایط دیگری مثل انجام آزمون در دمای بالا یا پایین مورد توافق قرار گیرد. از عدم تغییرات دما، بیشتر از ± 2 درجه سلسیوس، در طی انجام آزمون اطمینان حاصل کنید.

۲ ۶ اندازه‌گیری ابعاد آزمون و فاصله بین تکیه‌گاه‌ها

ابعاد آزمون‌های آماده‌سازی شده را بر اساس استاندارد ملی 357 سال 1382 (زیر بند A 2 این استاندارد) اندازه بگیرید.

برای آزمون‌های معمولی، فاصله L بین تکیه‌گاه‌های آزمون را برابر با (16 ± 1) برابر ضخامت آزمون (h) تنظیم کنید. در مورد آزمون‌های سخت تقویت شده با الیاف یک جهته، جهت جلوگیری از لایه‌لایه شدن آزمون تحت برش یا فشار، فاصله بین تکیه‌گاه‌ها در صورت نیاز ممکن است بیش از 17 برابر ضخامت آزمون و یا مقدار ثابت 100 میلی متر انتخاب شود. فاصله بین تکیه‌گاه‌ها را با دقت ± 0.5 درصد اندازه‌گیری کنید.

۳ ۶ قرار دادن آزمون‌ها روی تکیه‌گاه‌ها

آزمون‌های آماده‌سازی شده با ابعاد معین را به صورت متقارن به نحوی که محور طولی آن عمود بر دو تکیه‌گاه باشد، روی تکیه‌گاه‌ها قرار داده و وسیله اندازه‌گیری انحراف را نصب کنید.

۴ ۶ انتخاب مقدار تنش

مقدار تنش را با توجه به کاربرد قطعه تحت تنش انتخاب کرده و با استفاده از معادله $4 - 2$ بار اعمالی بر آزمون را محاسبه کنید.

مقدار تنش را چنان انتخاب کنید که میزان انحراف آزمون در طی انجام آزمون بیشتر از 0.1 فاصله بین دو تکیه‌گاه نشود.

۵ ۶ روش بارگذاری

۶ ۵ ۱ بارگذاری اولیه^۱

در صورت نیاز به بارگذاری اولیه، قبل از افزایش بار آزمون به میزان اصلی، اطمینان حاصل کنید که استفاده از بارگذاری اولیه روی نتایج آزمون اثر نگذارد. بار اولیه را پیش از رسیدن شرایط محیطی (دما و رطوبت آزمون) به شرایط موردنظر جهت آزمون، اعمال نکنید. وسیله اندازه‌گیری انحراف را پس از اعمال بار اولیه، صفر کنید. بار اولیه باید در تمام طول آزمون روی آزمون قرار داشته باشد.

۶ ۵ ۲ بارگذاری

بارگذاری روی آزمون را به طور پیوسته تا رسیدن به بار کامل در مدت زمان یک تا پنج ثانیه پس از شروع بارگذاری، تکمیل کنید. برای انجام یکسری آزمون بر روی یک ماده از نرخ بارگذاری یکسان استفاده کنید.

بار کل (با احتساب بار اولیه) را به عنوان بار آزمون در نظر بگیرید.

۶ ۶ برنامه زمان‌بندی اندازه‌گیری انحراف

زمانی که آزمون کاملاً بارگذاری شده است را به عنوان $t = 0$ در نظر بگیرید. در مواردی که اندازه‌گیری به صورت اتوماتیک یا پیوسته انجام می‌شود، زمان‌های انجام اندازه‌گیری را بر مبنای نمودار خزش ماده تحت آزمون انتخاب کنید. بهتر است از برنامه زمان‌بندی زیر استفاده کنید:

۱ دقیقه، ۳ دقیقه، ۶ دقیقه، ۱۲ دقیقه، ۳۰ دقیقه؛

۱ ساعت، ۲ ساعت، ۵ ساعت، ۱۰ ساعت، ۲۰ ساعت، ۵۰ ساعت، ۱۰۰ ساعت، ۲۰۰ ساعت، ۵۰۰ ساعت، ۱۰۰۰ ساعت و ...

اگر در نمودار کرنش خزشی بر حسب زمان، ناپیوستگی مشاهده شود اندازه‌گیری‌ها را در فواصل زمانی کوتاه‌تری نسبت به مقادیر توصیه شده فوق انجام دهید.

۶ ۷ اندازه‌گیری زمان

کل زمان سپری شده برای هر اندازه‌گیری خزش را با دقت ± 0.1 درصد یا ± 2 ثانیه (هر کدام که رواداری ۱ کمتری نشان می‌دهد) اندازه‌گیری کنید.

۶ ۸ کنترل دما و رطوبت

دما و رطوبت نسبی (در صورت نیاز به اندازه‌گیری) را در ابتدای آزمون و سپس حداقل سه بار در روز ثبت کنید، مگر در مواردی که آن‌ها به صورت اتوماتیک ثبت می‌شوند. پس از برقراری شرایط پایدار در محدوده تعیین شده می‌توان بررسی آنها را در فواصل زمانی طولانی‌تر انجام داد.

۹۶ اندازه‌گیری نرخ بازگشت (اختیاری)

در مورد آزمون‌هایی که پاره نمی‌شوند، وزنه را سریعاً و با ملایمت، برداشته و نرخ بازگشت را به عنوان مثال با استفاده از جدولی که قبلاً برای اندازه‌گیری خزش استفاده شده بود، اندازه‌گیری کنید.

۷ بیان نتایج

۱۴ روش محاسبه

۱۴۱ مدول خزش خمشی

مدول خزش خمشی، E_t ، بر حسب مگاپاسکال در زمان‌های اندازه‌گیری انتخاب شده معادله زیر مشخص می‌شود:

$$E_t = \frac{L^3 \cdot F}{4b \cdot h^3 \cdot S_t}$$

که در آن:

L : فاصله بین دو تکیه‌گاه آزمون بر حسب میلی‌متر؛

F : نیروی اعمالی بر حسب نیوتن؛

b : عرض آزمون بر حسب میلی‌متر؛

h : ضخامت (ارتفاع) آزمون بر حسب میلی‌متر؛

S_t : انحراف در وسط آزمون در زمان t بر حسب میلی‌متر است.

۱۴۲ تنش خمشی

مقدار تنش خمشی، σ ، را بر حسب مگاپاسکال با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$\sigma = \frac{3F \cdot L}{2b \cdot h^2}$$

که در آن:

F : نیروی اعمالی بر حسب نیوتن؛

L : فاصله تکیه‌گاه‌های آزمون برحسب میلی‌متر؛

b : عرض آزمون برحسب میلی‌متر؛

h : ضخامت (ارتفاع) آزمون برحسب میلی‌متر است.

۳ ۴ ۷ کرنش خزش خمشی

کرنش خزش خمشی، ϵ_t ، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\epsilon_t = \frac{6S_t \cdot h}{L^2} \quad (\text{بدون بعد})$$

$$\epsilon_t = \frac{600S_t \cdot h}{L^2} \quad (\text{درصد})$$

که در آن:

S_t : انحراف وسط آزمون در زمان t برحسب میلی‌متر؛

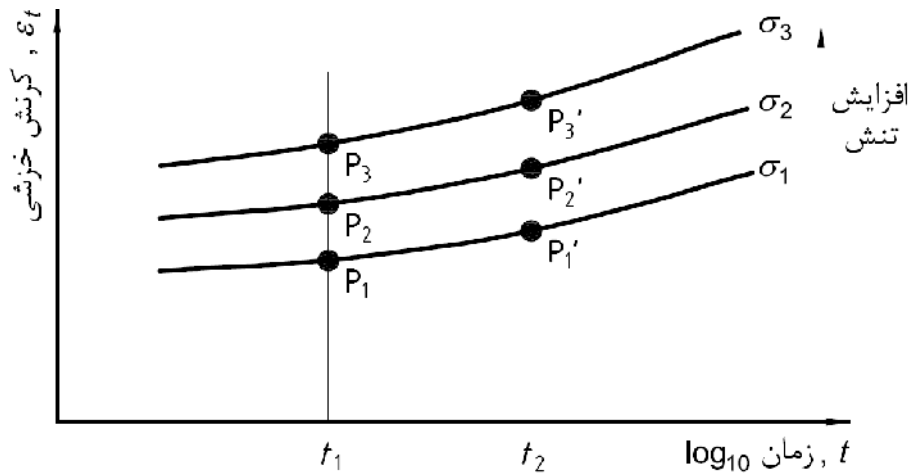
h : ضخامت (ارتفاع) آزمون برحسب میلی‌متر؛

L : فاصله بین دو تکیه‌گاه برحسب میلی‌متر است.

۲ ۴ ارائه نتایج

۱ ۴ ۷ نمودارهای خزش

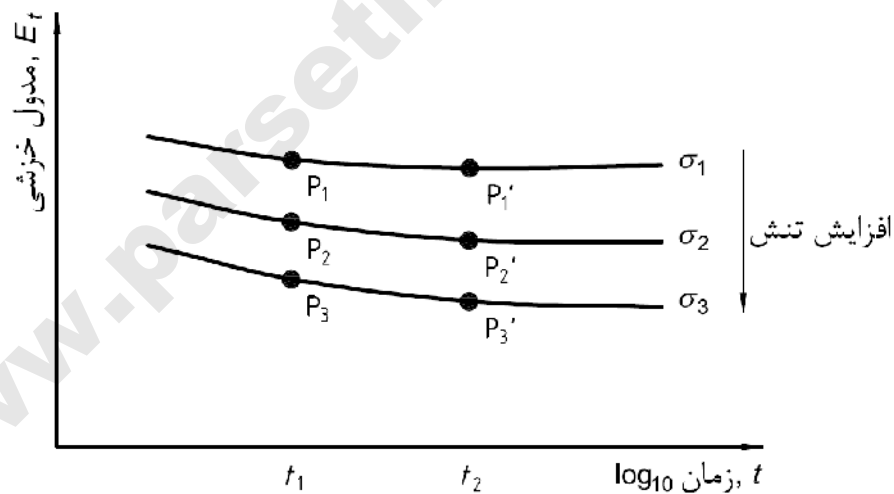
اگر آزمون در دماهای مختلف انجام شود، ترجیحاً باید داده‌های اولیه برای هر دما به صورت نمودارهای خزش نشان داده شوند که در آن تغییرات کرنش خمشی برحسب لگاریتم زمان ارائه شود. به ازای هر تنش اولیه مورد استفاده یک نمودار رسم می‌شود (مطابق با شکل ۲). همچنین ممکن است داده‌ها به صورت دیگری نیز ارائه شود (که به عنوان مثال در بندهای ۲ ۴ ۷ و ۳ ۴ ۷ برای کاربردهای خاص توضیح داده شده است).



شکل ۴ نمودارهای خزش

۲ ۴ ۷ نمودارهای مدول خزشی بر حسب زمان

برای هر تنش اولیه به کار رفته می‌توان مطابق بند ۷ + ۱ مدول خزش خمشی را بر حسب لگاریتم مدت زمانی که آزمون تحت بار بوده است رسم نمود (شکل ۳).
اگر آزمون در دماهای مختلفی انجام شود، برای هر دما یک سری نمودار رسم کنید.



شکل ۳ - نمودارهای مدول خزشی بر حسب زمان

۳ ۴ ۴ نمودارهای تنش - کرنش همزمان

نمودار تنش - کرنش همزمان نموداری کارترزین است که چگونگی وابستگی کرنش به نیروی اعمالی را در زمان مشخص پس از بارگذاری را نشان می‌دهد. معمولاً با توجه به مدت زمان‌های مختلفی که آزمون تحت بار بوده است چند نمودار رسم می‌شود (مثلاً برای ۱، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساعت). از آنجائیکه آزمون خزش فقط یک نقطه از هر نمودار را بدست می‌دهد، لازم است که آزمون لااقل در سه تنش مختلف و ترجیحاً بیشتر از آن انجام شود تا بتوان نمودار تنش - کرنش همزمان را بدست آورد.

برای تعیین یک نمودار تنش - کرنش همزمان برای یک مدت زمان مشخص تحت بار (مثلاً ۱۰ ساعت) از نمودارهای نشان داده شده در شکل ۲ استفاده کنید. از هر نمودار، مقدار کرنش در ۱۰ ساعت را بخوانید سپس مقادیر کرنش را (در محور افقی یا محور X) برحسب مقدار تنش مربوطه (در محور عمودی یا محور Y) رسم کنید. این کار را برای مدت زمان‌های دیگر نیز تکرار کنید تا یک سری نمودار همزمان بدست آید (مطابق شکل ۴).

اگر آزمون در دماهای مختلف انجام می‌شود، یک سری نمودار برای هر دما رسم کنید.

۴ ۴ - ارائه نتایج به صورت سه‌بعدی

در انواع مختلف نمودارها که از داده‌های اولیه آزمون خزش بدست می‌آیند (رجوع شود به اشکال ۲ تا ۴) معادله $\varepsilon = f(t, \sigma)$ برقرار است. این معادله می‌تواند در فضای سه‌بعدی به صورت یک سطح نمایش داده شود.

همه نمودارهایی که از داده‌های اولیه آزمون خزش بدست می‌آیند قسمتی از سطح مذکور را تشکیل می‌دهند. به دلیل اینکه خطاهای تجربی در هر اندازه‌گیری اجتناب ناپذیر است، نقاط مربوط به نتایج دقیقاً روی نمودار قرار نمی‌گیرند.

بنابراین سطح $\varepsilon = f(t, \sigma)$ می‌تواند براساس تعدادی از نمودارهای فوق بدست آید. ولی برای انجام این کار معمولاً از روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته‌ای استفاده می‌شود. تکنیک‌های کامپیوتری به ما اجازه می‌دهد که این کار را با سرعت و صحت بالا انجام دهیم.

۵ ۴ ۴ نمودارهای خزش تا شکست

نمودارهای خزش تا شکست به ما امکان پیش بینی زمان شکست در هر تنش را می‌دهد، این نمودارها ممکن است به صورت تنش برحسب لگاریتم زمان (مطابق شکل ۵) یا لگاریتم تنش برحسب لگاریتم زمان تا شکست رسم شود.

۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف) شماره این استاندارد ملی؛

ب) توصیف کاملی از مواد مورد آزمون شامل نوع ترکیب، طرز تهیه و ساخت، سازنده، نام تجاری، شماره ساخت، تاریخ ساخت، نوع قالب‌گیری و هرگونه عملیات حرارتی و سرد کردن آهسته؛

پ) ابعاد هر آزمون و نسبت طول به ضخامت $\left(\frac{L}{h}\right)$ ، یا فاصله بین تکیه گاهها، اگر غیر از ۱۶ باشد (مطابق بند ۶ ۲)؛

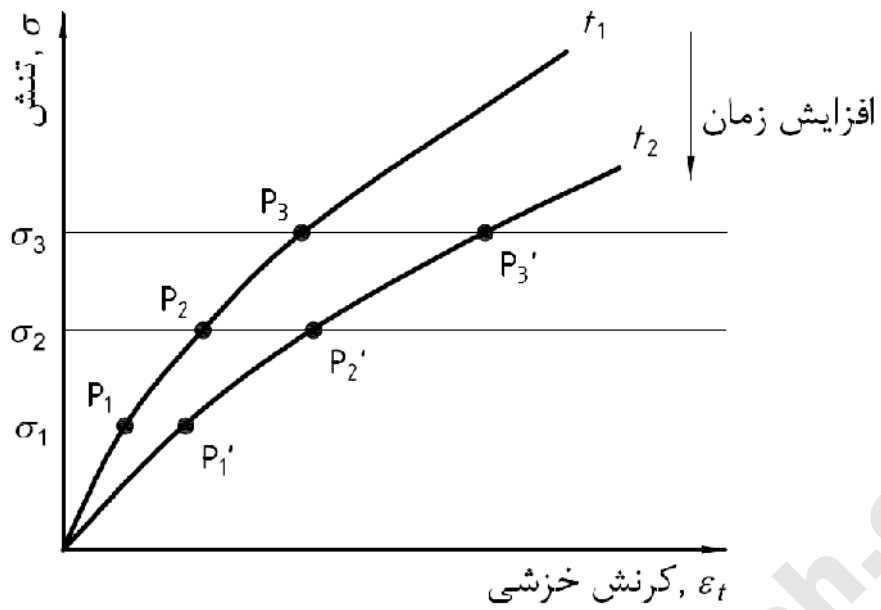
ت) روش تهیه آزمونها؛

ث) تعیین جهت محورهای اصلی آزمونها با توجه به ابعاد محصول یا آرایش یافتگی در ماده؛

ج) جزئیات شرایط استفاده شده برای تثبیت آزمون و آزمون؛

چ) ارائه داده‌های مربوط به آزمون خزش در هر دما بوسیله یک یا چند نمودار مطابق بند ۴ ۲، یا در یک جدول؛

ح) تاریخ انجام آزمون.



شکل ۴ - نمودارهای تنش - کرنش هم‌زمان



یادآوری: تنش نیز می‌تواند به صورت لگاریتمی رسم شود.

شکل ۵ - نمودارهای خزش تا شکست

«پیوست الف»

(اطلاعاتی)

اثرات زمانمندی^۱ فیزیکی بر روی خزش پلیمرها

الف ۱ اصول کلی

زمانمندی فیزیکی هنگامی روی می‌دهد که پلیمر از دمای بالایی که در آن تحرک مولکولی زیاد است به دمای پائین‌تری که در آن مدت زمان‌های آسودگی^۲ برای حرکات مولکولی (در مقایسه با مدت زمان نگهداری در آن دما) طولانی است، برسد. تحت این شرایط، تغییرات ساختاری در طی مدت زمان طولانی به وقوع می‌پیوندد. این تغییرات شامل نظم یافتن مجدد^۳، شکل و فشردگی^۴ مولکول‌ها می‌باشد، تا جایی که پلیمر به حالت تعادل ساختاری در دمای پایین‌تر برسد. به همراه این فرآیند زمانمندی، کاهش فزاینده در حرکت مولکولی پلیمر حتی زمانی که دما ثابت بماند، ادامه می‌یابد. به عنوان یک نتیجه مستقیم این فرآیند، تغییر شکل خزشی بوجود آمده در اثر اعمال تنش بر پلیمر، به عمر پلیمر بستگی خواهد داشت، به طوری که نرخ خزش در مواد با عمر بالاتر کمتر می‌باشد.

این مسئله در شکل الف ۱ که مربوط به نمودارهای نرمش خزشی (عکس مدول خزشی)^۵ آزمون‌های PVC با عمرهای مختلف می‌باشد مشخص شده است. هر یک از این آزمون‌ها از دمای ۸۵ درجه سلسیوس (نزدیک Tg) سریع سرد شده و در دمای ۲۳ درجه سلسیوس که دمای آزمون می‌باشد برای زمان‌های مختلف (te) قبل از بارگذاری نگهداری شده‌اند. پس عمر فیزیکی یک آزمون با te تعریف می‌شود و مشاهده می‌شود که هرچه عمر آزمون بیشتر باشد نمودار خزش بیشتر به سمت محور زمان انتقال می‌یابد.

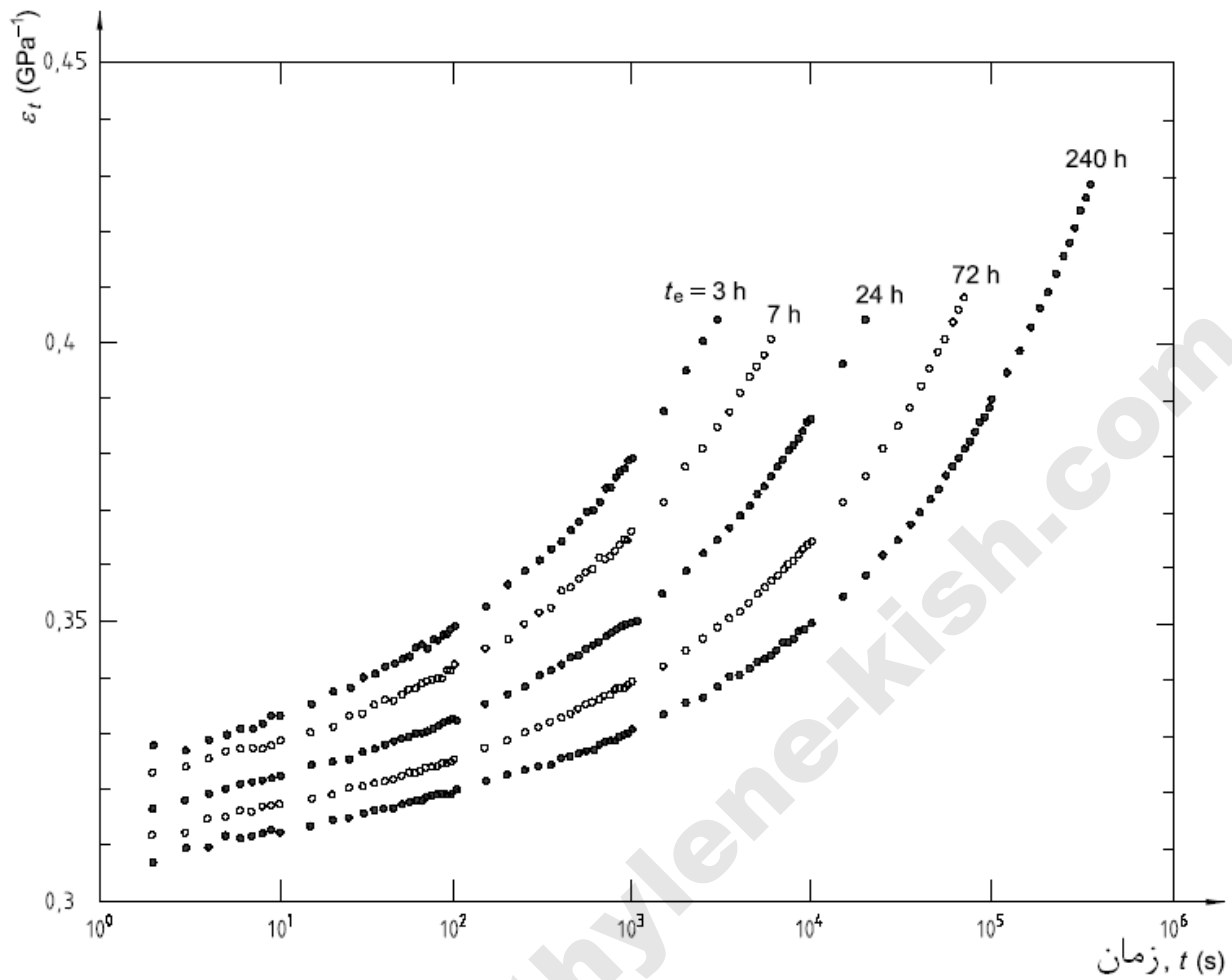
-
- 1- Ageing
 - 2- Relaxation times
 - 3- Rearrangement
 - 4- Packing
 - 5- Creep compliance

الف ۲ خزش در دماهای بالا

اثر زمانمندی فیزیکی بر روی رفتار خزش، هنگامی که اندازه‌گیری در دماهای بالاتر و بدنبال یک دوره زمانی نگهداری در دمای پائین‌تر، انجام گیرد به مراتب پیچیده‌تر می‌شود. تحت چنین شرایطی زمانمندی فیزیکی که در طی زمان نگهداری در دمای پایین‌تر بوجود آمده، هنگامی که آزمون تا رسیدن به دمای آزمون حرارت ببیند، موقتاً برگشت‌پذیر خواهد بود. نرخ این برگشت‌پذیری به میزان تغییرات دما و عمر آزمون در هنگام افزایش دما بستگی دارد. به دنبال کاهش عمر ظاهری (یا مؤثر) آزمون، زمانمندی فیزیکی در دمای بالاتر، دوباره فعال می‌شود. ابعاد زمانی که در آن این امر اتفاق می‌افتد به شرایط آزمون بستگی دارد. یک نتیجه این تغییرات در حالت زمانمندی که در اثر افزایش دما صورت می‌گیرد، وابستگی رفتار خزش در دمای بالا به زمان نگهداری آزمون در آن دما (قبل از بارگذاری) می‌باشد.

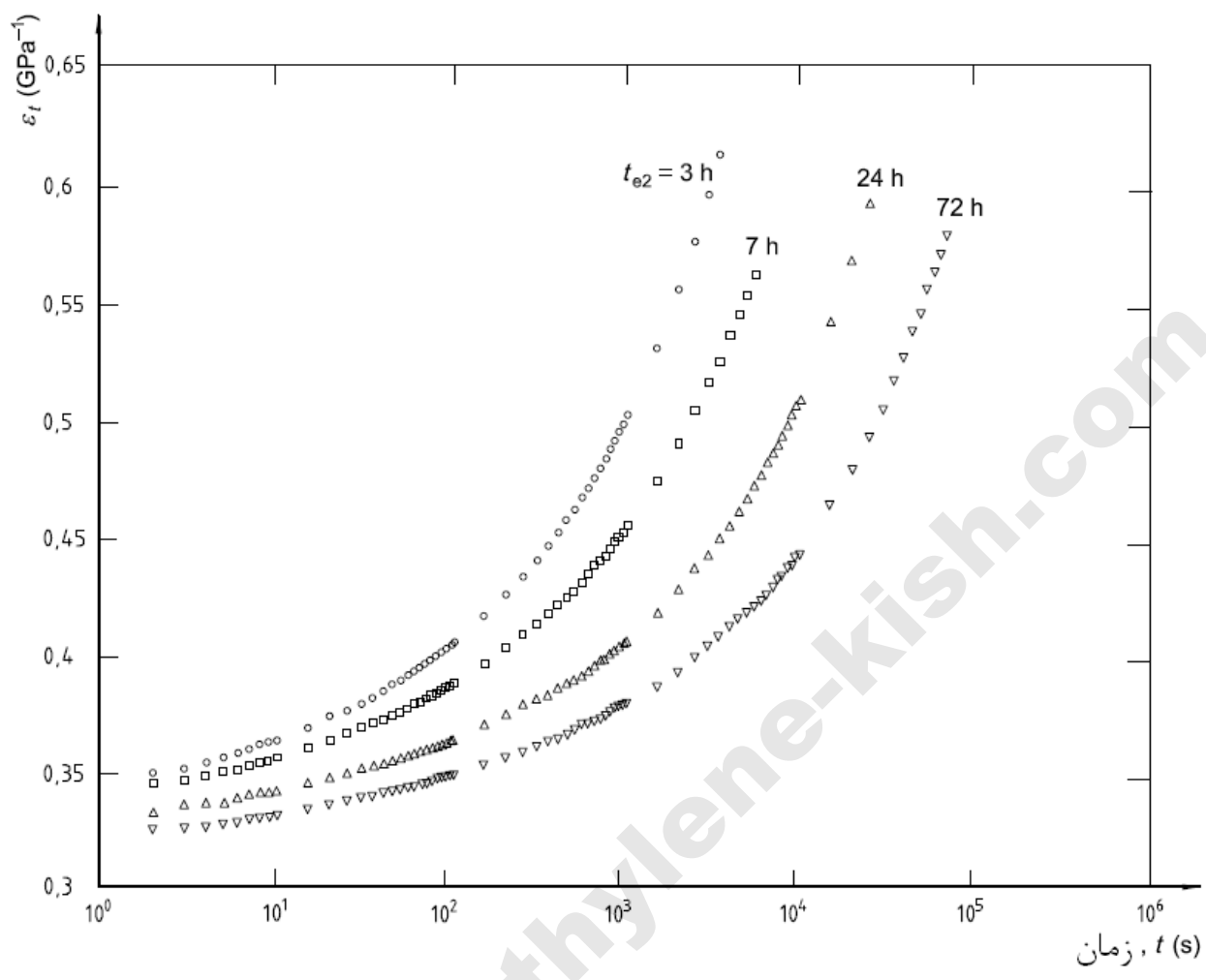
در شکل الف ۲ نمونه‌ای از روش‌هایی که این نوع پیشینه حرارتی بر عکس مدول خزشی اثر می‌گذارد نشان داده شده است. در اینجا آزمون‌ها به مدت ۲۰۰ ساعت (t_{e1}) در دمای ۲۳ درجه سلسیوس نگهداری شده و سپس در دمای ۴۴ درجه سلسیوس تحت آزمون خزش قرار گرفتند. سپس نمودارهای خزش بعد از نگهداری در دمای ۴۴ درجه سلسیوس (t_{e2}) در مدت زمان‌های مختلف (قبل از بارگذاری) تعیین شدند. علی‌رغم زمان نسبتاً طولانی قرارگیری آزمون‌ها در دمای محیط (t_{e1})، رفتار خزش آنها وابستگی شدید به زمان نگهداری t_{e2} را نشان می‌دهد.

در شکل الف ۳ نمودارهای آزمون خزش در شرایط مشابه، اما در زمان نگهداری t_{e1} بیش از یکسال (در دمای ۲۳ درجه سلسیوس قبل از حرارت دادن تا دمای آزمون) نشان داده شده است. در اینجا کاهش فزاینده در عمر مؤثر آزمون‌ها، در حقیقت به صورت انتقال نمودار به زمان‌های خزش کوتاه‌تر مشاهده می‌شود. این امر بیانگر تغییرات ساختاری گسترده‌تر در آزمون‌ها بر اثر زمانمندی فیزیکی قبل از حرارت دیدن می‌باشد.

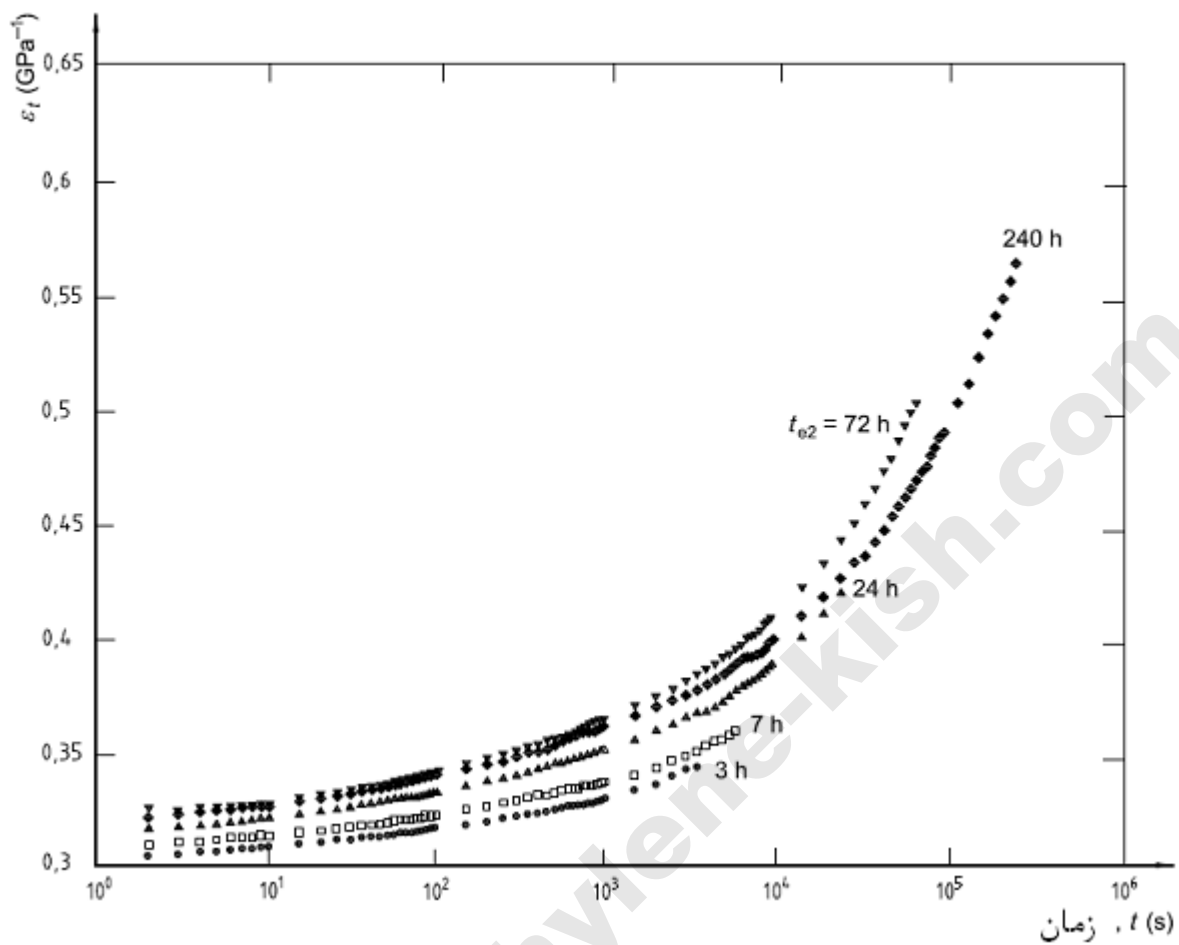


شکل الف ۱ - نمودارهای خزش برای PVC در ۲۳ درجه سلسیوس که در

زمان‌های مختلف (t_e) بعد از سرد شدن سریع آزمون از ۸۵ درجه سلسیوس به ۲۳ درجه سلسیوس تعیین شده‌اند.



شکل الف ۲ - نمودارهای خزش برای PVC در ۴۴ درجه سلسیوس که توسط اعمال بار در زمان‌های مختلف (t_{e2}) بعد از گرمادهی از ۲۳ درجه سلسیوس تعیین شده است. (آزمونه قبل از حرارت دیدن به مدت ۲۰۰ ساعت در دمای ۲۳ درجه سلسیوس قرار گرفته است).



شکل الف ۳ - نمودارهای خزش برای PVC در ۴۴ درجه سلسیوس که توسط اعمال بار در زمان‌های مختلف (t_{e_2}) بعد از گرمادهی از ۲۳ درجه سلسیوس تعیین شده است. (آزمونه قبل از حرارت دیدن به مدت یکسال در دمای ۲۳ درجه سلسیوس قرار گرفته است).

www.parsethylene-kish.com