



[جیدمان آزمون ESCR مطابق ASTM D 1693](#)

۴. خلاصه روش آزمون

۴.۱ نمونه‌های آزمون خم‌شده پلاستیک که هرکدام دارای یک ناپیوستگی کنترل‌شده روی یک سطح هستند، در معرض اثر یک ماده فعال سطحی قرار می‌گیرند. نسبت تعداد کل نمونه‌های آزمونی که در مدت‌زمان مشخص ترک می‌خورند، مشاهده می‌شود.

TABLE 1 Standard Test Conditions

Condition	Specimen Thickness		Notch Depth		Bath Temperature, °C
	mm ^A	in.	mm ^A	in.	
A ^B	min	3.00	0.120	0.50	50
	max	3.30	0.130	0.65	
B ^B	min	1.84	0.0725	0.30	50
	max	1.97	0.0775	0.40	
C ^C	min	1.84	0.0725	0.30	100 ^C
	max	1.97	0.0775	0.40	

^A Dimensional values are not exactly equivalent. However, for referee purposes the metric units shall apply.

^B For referee purposes, concentration of Igepal will be consistent with the appropriate material standard. If no concentration is given, then 10 % volume solution shall be used.

^C At a temperature of 100°C, a full-strength reagent, rather than an aqueous solution of a reagent, is generally used because solutions tend to change their compositions by water evaporation losses during the period of test.

۶. دستگاه

- ۶.۱ □□□□ □□□□—یک قالب مستطیلی یا وسیله دیگری مناسب برای برش نمونه‌های آزمون به ابعاد 0.8 mm 6 13 در 2.5 mm 6 38 (0.1 in 6 1.5 در 0.50 in 6 0.03). این نمونه‌های آزمون باید با لبه‌های گونیا بریده شوند. به‌ویژه باید از ایجاد انتهای اریب اجتناب شود.
- ۶.۲ □□□□—جیگی برای ایجاد یک ناپیوستگی کنترل‌شده در نمونه‌های آزمون با ابعاد نشان‌داده‌شده در جدول ۱، موازی با لبه‌های طولی نمونه آزمون و در مرکز یکی از سطوح پهن آن. باید از جیگ نشان‌داده‌شده در شکل ۱^۵ استفاده شود.
- یادداشت ۴—توصیه می‌شود جیگ به‌صورت دائمی نصب شود تا یکنواختی شیارزنی تضمین گردد.

۶.۴ لوله‌های شیشه‌ای سخت با طول اسمی 200 mm و حداقل قطر داخلی ترجیحاً

یادداشت ۵— قطر داخلی برخی لوله‌های آزمون قدیمی کمتر از 31.5 mm است. استفاده از این لوله‌ها، مشروط بر آن‌که فضای کافی برای وارد کردن نگهدارنده نمونه آزمون پر شده به داخل لوله بدون هیچ‌گونه تداخلی وجود داشته باشد، قابل قبول است.

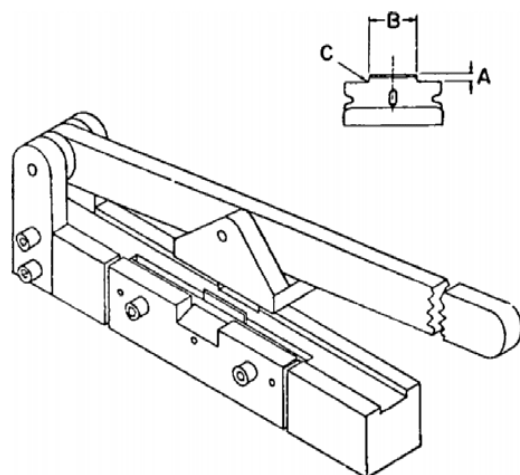
یادداشت ۶-لوله‌های شیشه‌ای سخت (بوروسیلیکات) و چوب‌پنبه‌های شماره ۱۵ مناسب تشخیص داده شده‌اند.

۶.۵ □□□□□□□□□□ — با ضخامت تقریبی 0.08 تا 0.13 mm

(0.003 تا 0.005) برای پیچیدن.

۶.۶ جدول ۱ و ۲ جدول ۳ — حمام مایع با دمای ثابت که برای شرایط A و B جدول ۱ در دمای 6 50.0 °C و برای شرایط C جدول ۱ در دمای 100.0 °C نگه داشته می‌شود.

۶.۷ □□□□ □□□□ — رکی برای نگهداشتن لوله‌های آزمون به صورت غوطه‌ور تا سطح معرف.

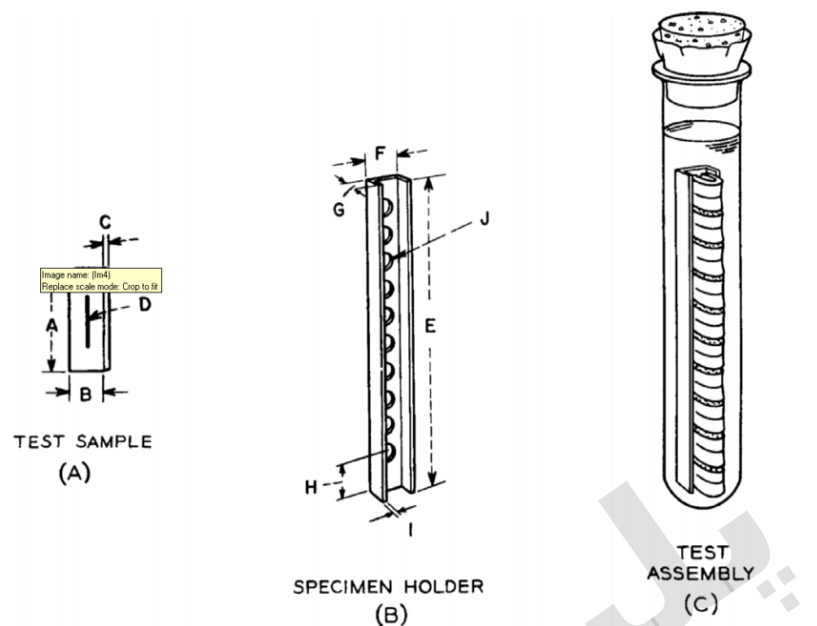


	mm	in.
A	3	$\frac{1}{8}$
B	18.9–19.2	0.745–0.755
C (radius)	1.5 max	$\frac{1}{16}$ max

FIG. 1 Nicking Jig

۶.۸ □□□□□□ □□□□□□ — مطابق شکل ۳.

۶.۹ □□□□□□ □□□□□□ — مطابق شکل ۴.



	Dimensions	
	mm	in.
A	38 ± 2.5	1.5 ± 0.1
B	13 ± 0.8	0.5 ± 0.03
C	see Table 1	
D	see Table 1	
E	165	$6 \frac{1}{2}$
F	16	$\frac{5}{8}$
(outside)	11.75 ± 0.05	0.463 ± 0.002
(inside)	10	$\frac{3}{8}$
G	15	$\frac{37}{64}$
H	2	$0.081 (12 \text{ B \& S})$
I	ten 5-mm holes	ten $\frac{3}{16}$ -in. holes, $\frac{19}{32}$ -in. centers
J	15-mm centers	

FIG. 2 Test Equipment

۷. معرف

۷.۱ معرف ترجیحی، nonylphenoxy poly(ethyleneoxy)ethanol است.⁶

یادداشت ۷—دفع (CAS 68412-54-4) Nonylphenoxy poly(ethyleneoxy) ethanol، برای مثال Igepal CO-630، نگرانی‌های زیست‌محیطی به همراه دارد. به کاربران توصیه می‌شود با تأمین‌کننده یا اداره محیط‌زیست محلی خود مشورت کرده و دستورالعمل‌های ارائه‌شده برای دفع صحیح این ماده شیمیایی را رعایت کنند.

یادداشت ۸—معرف باید در ظروف فلزی یا شیشه‌ای در بسته نگهداری شود، زیرا تا حدی رطوبت‌گیر است.

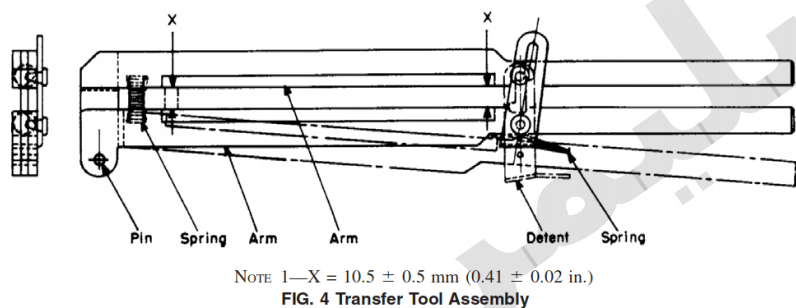
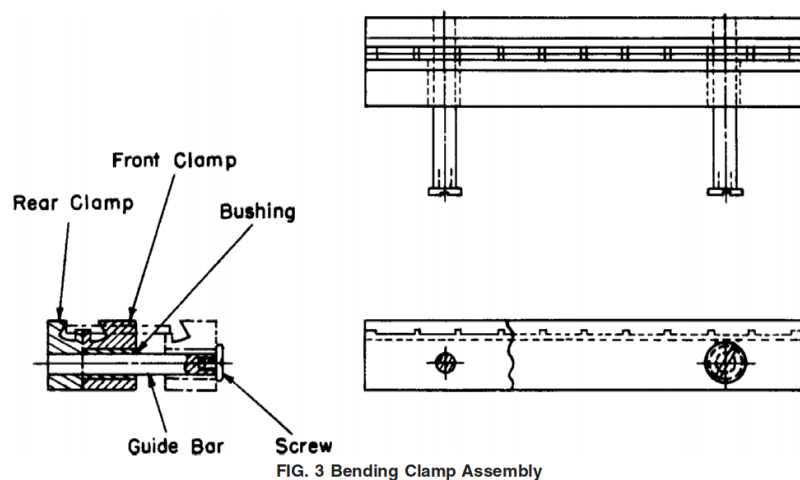
یادداشت ۹—تولیدکننده اعلام کرده است که این عامل تهاجمی هنگام استفاده به روش زیر، دچار هیچ‌گونه تخریب شناخته‌شده‌ای نمی‌شود: محلول حجمی % 10 A در آب، در دمای 50°C به مدت 1000 h آزمون.

یادداشت ۱۰—ظهور نوارهای کربونیل در اسکن طیف‌سنجی تبدیل فوری مادون قرمز (FT-IR) مربوط به Igepal، نشان‌دهنده تخریب است.

۷.۲ سایر مواد فعال سطحی، صابون‌ها یا هر ماده آلی مایعی که به میزان قابل‌توجهی توسط پلیمر جذب نشود نیز قابل استفاده هستند.

۸. نمونه آزمون

۸.۱ مگر آن‌که خلاف آن مشخص شده باشد، نمونه‌های آزمون باید مطابق روش C پیوست A1 استاندارد D4703 قالب‌گیری شوند.



یادداشت ۱۱—هنگام قالب‌گیری از مواد رها ساز مایع، واکس، پولیش و موارد مشابه استفاده نکنید. باین حال، مواد خنثی مانند فیلم پلی‌استر، سلولوفان بدون نرم‌کننده، پلی‌تترافلوئورواتیلن و فویل آلومینیومی مناسب تشخیص داده شده‌اند.

۸.۲ ورق‌ها را می‌توان از نظر تنش‌های داخلی با برداشتن نمونه‌های آزمون از نقاط تصادفی ورق و قرار دادن آن‌ها در پتری‌دیش حاوی 0.3 mm ($1/8 \text{ in}$) تالک و قرار دادن دیش در آون هوایی با دمای 130°C برای پلی‌اتیلن نوع I و II و دمای 150°C برای پلی‌اتیلن نوع III و IV، به مدت 30 دقیقه بررسی کرد. اگر جمع‌شدگی نمونه‌های آزمون در جهت طولی کمتر از 10 % باشد، می‌توان ورق قالب‌گیری‌شده را مناسب در نظر گرفت (همچنین به روش آزمون D1204 مراجعه شود).

۸.۳ نمونه‌های آزمون را از ورق صاف فشرده‌شده از گرانول‌ها یا ماده آسیاب‌شده، مطابق ابعاد ارائه‌شده در شکل ۲ (A) برش دهید. از قالب یا وسیله دیگری استفاده کنید که نمونه‌های آزمون را با لبه‌های تمیز، گونیا و بدون پخ ایجاد کند. نمونه‌های آزمون باید حداکثر تا 24 h پس از آماده‌سازی ورق‌ها بریده شوند.

۱۰. روش اجرا

۱۰.۱ شرایط موردنظر را از جدول ۱ انتخاب کنید.

یادداشت ۱۲—به‌طور کلی، پلاستیک‌های پلی‌اتیلن با چگالی بین

0.910 و 0.925 تحت شرایط A آزمون می‌شوند. پلی‌اتیلن‌هایی با چگالی $gt;0.925$ تحت شرایط B آزمون می‌شوند. شرایط C را می‌توان برای تسریع آزمون مواد دارای مقادیر ESCR بسیار بالا به‌کار برد. کاربر این روش آزمون باید برای تعیین شرایط اختصاصی آزمون به مشخصات ماده، مانند D1248، D3350 یا D4976، مراجعه کند.

۱۰.۲ به هر نمونه آزمون آماده‌سازی‌شده، مطابق (A) شکل ۲، روی یک سطح ناپیوستگی کنترل‌شده (شیار) ایجاد کنید. برای ایجاد این ناپیوستگی از تیغه تیزی که در جیگ نشان‌داده‌شده در شکل ۱ نصب شده است استفاده کنید. برای تنظیم تیغه در جیگ می‌توان از میکرومتر عمق‌سنج استفاده کرد تا عمق شیار مطابق جدول ۱ کنترل شود. برای اطمینان از تنظیم صحیح تیغه، اختلاف بین ارتفاع قسمت بالایی لبه تیغه و کانال جیگ، یعنی محلی که قسمت بالایی نمونه آزمون هنگام شیارزنی روی آن قرار می‌گیرد، اندازه‌گیری می‌شود.

یادداشت ۱۳—چنانچه لازم باشد نمونه‌های آزمون با عمق شیار موردنیاز شرایط B و C در جدول ۱ شیارزنی شوند، اما جیگ موجود برای ایجاد عمق شیار موردنیاز شرایط A جدول ۱ طراحی شده باشد، می‌توان برای ایجاد شیار کم‌عمق‌تر از ورق شیم برنجی با ضخامت 0.21 mm (0.008 in.) استفاده کرد. ورق شیم برنجی باید به اندازه‌ای عریض بریده شود که به‌طور کامل و محکم درون کانال جیگ، یعنی محل قرارگیری نمونه آزمون هنگام شیارزنی، جای گیرد. طول شیم باید به‌گونه‌ای باشد که از روی تیغه عبور کرده، دور انتهای جیگ پیچد و از زیر انتها امتداد یابد؛ به‌طوری‌که جیگ روی

حدود 1 یا 2 in. از ورق شیم قرار گیرد. وزن جیگ که روی ورق شیم قرار دارد، از تغییرشکل آن هنگام عملیات شیارزنی جلوگیری می‌کند. در انتهای دیگر ورق شیم، سوراخی کشیده و بیضی‌شکل، با طولی کافی برای قرارگیری کامل روی تیغه بیرون‌زده، ایجاد کنید. ورق شیمی را که چروک یا به‌گونه‌ای تغییرشکل‌یافته است که مانع قرارگیری افقی نمونه آزمون در جیگ می‌شود، دور بیندازید.

یادداشت ۱۴—برای حفظ یکنواختی شیار، توصیه می‌شود نیروی اعمال‌شده به دسته جیگ ثابت نگه داشته شود. این کار را می‌توان با اعمال نیرو در محل یکسانی از دسته جیگ در هر نوبت و با استفاده از آچار گشتاور انجام داد.

یادداشت ۱۵—عمق شیار با عمق تنظیم تیغه که به‌وسیله میکرومتر عمق‌سنج اندازه‌گیری می‌شود، ارتباط دارد (به ۱۰.۲ مراجعه شود). عمق شیار را می‌توان با میکروتوم‌کردن مقطع عرضی نمونه آزمون و سپس بررسی برش زیر میکروسکوپ راستی‌آزمایی کرد. همچنین می‌توان نمونه آزمون شیاردار را پس از سرد کردن با نیتروژن مایع شکست و سپس سطح شکست را زیر میکروسکوپ بررسی کرد.

یادداشت ۱۶—کیفیت شیار را از نظر صاف‌بودن لبه، تیزبودن شیار و عاری‌بودن از ناحیه تمرکز تنش، با بررسی مقطع عرضی نمونه آزمون زیر میکروسکوپ مجهز به نور قطبیده کنترل کنید.

۱۰.۳ پیش از نخستین شیارزنی و حداقل پس از انجام هر 30 شیارزنی متوالی، لبه تیغه را از نظر وجود شیار و پلیسه، با دید عادی بررسی کنید. در هیچ شرایطی نباید از یک تیغه برای بیش از 100 نمونه آزمون استفاده شود. هر زمان احتمال کند یا آسیب‌دیده‌شدن تیغه وجود داشت، آن را تعویض کنید.

۱۰.۴ ده نمونه آزمون را به‌گونه‌ای که ناپیوستگی کنترل‌شده آن‌ها رو به بالا باشد، در شکاف‌های تعبیه‌شده در گیره خم‌کاری قرار دهید. گیره را با استفاده از گیره‌دستی، پرس ستونی یا وسیله مناسب دیگری ببندید و عملیات بستن کامل را طی 30 تا 35 s انجام دهید. ابزار انتقال را روی گیره بسته‌شده در

موقعیت خود قرار دهید و آن را روی نمونه‌های آزمون ببندید. سپس نمونه‌های آزمون را با ابزار انتقال از گیره بلند کرده و با آزاد کردن ابزار انتقال، آن‌ها را در کانال قرار دهید. انتهای همه نمونه‌های آزمون باید به پایه کانال برنجی تکیه داشته باشد. اگر برخی نمونه‌های آزمون در نگهدارنده بیش از حد بالا قرار گرفته باشند، باید با فشار دستی به سمت پایین رانده شوند.

۱۰.۵ حداکثر 10 min پس از خم کردن نمونه‌های آزمون در نگهدارنده، نگهدارنده را داخل لوله آزمون قرار دهید. سپس بلافاصله لوله را تا حدود 13 mm (0.5 in.) بالاتر از قسمت بالایی نمونه آزمون، با معرف تازه‌ای که دمای آن 6 23 °C (73.4 6 1.8°F) است پر کنید. درپوش چوب‌پنبه‌ای پیچیده شده با فویل را روی لوله قرار دهید و بلافاصله آن را در حمام با دمای ثابت و دمای آزمون از پیش انتخاب شده قرار دهید. ناپیوستگی‌های کنترل شده نباید در طول آزمون با لوله آزمون تماس داشته باشند.

یادداشت ۱۷—ظرفیت گرمایی و ظرفیت انتقال حرارت حمام باید به اندازه‌ای زیاد باشد که هنگام افزودن نمونه‌ها، دما بیش از 1°C کاهش پیدا نکند.

۱۰.۶ نمونه آزمون را در زمان‌های سپری شده تعیین شده بررسی کرده و تعداد کل شکست‌ها را در آن زمان ثبت کنید.

۱۰.۷ نقطه شکست را به یکی از سه روش زیر به دست آورید:

۱۰.۷.۱ درصد شکست در پایان بازه‌های زمانی مشخص شده برای ماده مورد آزمون؛ برای مثال، 50 % شکست در 24 h.

۱۰.۷.۲ زمان تخمینی شکست برحسب ساعت، هنگامی که درصدی از شکست بر اساس مشاهده رخ می‌دهد. این مقدار با f_p نشان داده می‌شود که در آن p درصد شکست نمونه آزمون است. f_{50} زمان شکست پنجمین نمونه آزمون در یک آزمون ده نمونه‌ای خواهد بود.

۱۰.۷.۳ زمان تخمینی شکست برحسب ساعت، هنگامی که درصدی از شکست از طریق محاسبه گرافیکی، مطابق شرح ارائه شده در پیوست A1، به دست می‌آید. این مقدار با F_p نشان داده می‌شود که در آن p درصد شکست نمونه آزمون است. F_{50} زمان محاسبه شده در خط 50 % روی نمودار احتمال خواهد بود.

TABLE 2 ESCR of Polyethylene, F_{50} in Hours

Sample	Ave. F_{50} , h	S_r	S_R	r	R	S_r/X	S_R/X
Resin A, molded plaques	49.6	3.7	19.1	10.5	54.1	7.5 %	39 %
0.945/0.3 extruded sheets	52.7	2.3	28.8	6.5	81.5	4.4 %	55 %
Resin B, molded plaques	42.0	3.4	14.2	9.6	40.2	8.1 %	34 %
0.950/0.06 extruded sheets	49.1	8.0	14.2	22.6	40.2	16 %	29 %