INSO

6437

2nd Revision

2022

Identical with
EN 1177: 2018

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران

۶۴۳۷

تجدید نظر دوم

۱۴۰۱

سطوح جذب ضربه زمین بازی - روش‌های آزمون برای تعیین جذب ضربه

Impact attenuating playground surfacing – Methods of test for determination of impact attenuation

ICS: 97.200.40

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@inso.gov.ir

وبگاه: http://www.inso.gov.ir

Iran National Standards Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@inso.gov.ir

Website: http://www.inso.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶وظیفه تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و درصورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین‌ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته‌شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2]و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. درتدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سطوح جذب ضربه زمین بازی – روش‌های آزمون برای تعیین جذب ضربه»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
قنبری.، محمد (کارشناسی عمران)	کارشناس- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
دبیر:	
نیری، مریم (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- مدیریت سیستم و بهره‌وری)	رئیس اداره نظارت بر اجرای استاندارد تجهیزات تفریحی- سازمان ملی استاندارد
اعضا: (به ترتیب حروف الفبا)	
اعتمادی، شهراد (کارشناسی ارشد شیمی)	دبیر کمیته فنی متناظر ایمنی اسباب‌بازی
امیرکافی، رضا (کارشناسی مهندسی مکانیک- حرارت و سیالات)	کارشناس مسئول- پژوهشگاه استاندارد
امین‌الطاهری، هستی (کارشناسی ارشد مدیریت مهندسی)	مدیر کنترل کیفیت- شرکت قصر بازی پارسیان
رحیمی، میثم (کارشناسی مهندسی عمران)	مدیر فنی- شرکت بازرسی آریا فولاد قرن
سلیمانی، خدیجه (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر کنترل کیفیت- شرکت پارک سبز اریکه ایرانیان
علیزاده، نازیتا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس استاندارد
مستور، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	مدیر فنی- شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران
وزیر آبادی، احمد (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	بازرس- شرکت بازرسی بهینه سازان اعتماد صنعت ایرانیان

ویراستار:

امیرکافی، رضا
(کارشناسی مهندسی مکانیک- حرارت و سیالات)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس مسئول- پژوهشگاه سازمان ملی استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش گفتار ح
مقدمه ط
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ دستگاه آزمون ۴
۴-۱ ویژگی ۴
۴-۲ اجزای دستگاه ۴
۴-۳ دقت تجهیزات ۸
۵ مراحل انجام آزمون ۹
۵-۱ اصول کلی اندازه‌گیری ضربه ۹
۵-۲ انتخاب و تعیین موقعیت‌های آزمون ۱۱
۶ روش آزمون ۱– تعیین ارتفاع سقوط بحرانی (CFH) ۱۱
۶-۱ اصول کلی ۱۱
۶-۲ آزمون در آزمایشگاه ۱۱
۶-۳ آزمون در محل ۱۵
۷ روش آزمون ۲– تعیین جذب ضربه در محل ۱۶
۷-۱ اصول کلی ۱۶
۷-۲ انتخاب و ثبت موقعیت‌های آزمون ۱۶
۷-۳ انجام آزمون ۱۷
۷-۴ نتایج ۱۷
۸ گزارشات ۱۷
۸-۱ کلیات ۱۷
۸-۲ آزمون‌های انجام‌شده در آزمایشگاه مطابق با روش ۱ ۱۷
۸-۳ آزمون‌های انجام‌شده در محل مطابق با روش ۱ ۱۸
۸-۴ آزمون‌های انجام‌شده در محل مطابق با روش ۲ ۱۹

عنوان **صفحه**

پیوست الف (آگاهی‌دهنده) تجهیزات آزمون برای تعیین جذب ضربه ۲۱

پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌های معمول از اثر شتاب در برابر زمان و منحنی مقادیر HIC و g_{max} در برابر ارتفاع سقوط ۲۲

پیوست پ (آگاهی‌دهنده) تصدیق محاسبات عددی رایانه مورد استفاده برای محاسبه ۲۴

پیوست ت (الزامی) روش انتخاب موقعیت‌های آزمون در زمین های بازی با روش ۲ (به بند ۷ مراجعه شود) ۲۵

پیوست ث (الزامی) روش فشرده‌سازی ذرات نرم در مواد جذب ضربه (به زیربند ۶-۲-۴-۵-۱مراجعه شود) ۳۱

پیوست ج (آگاهی‌دهنده) مثالی از یک روش برای بررسی عملکرد دستگاه آزمون ۳۳

پیش گفتار

استاندارد «سطوح جذب ضربه زمین بازی – روش‌های آزمون برای تعیین جذب ضربه» که نخستین‌بار در سال ۱۳۸۲ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در پنجاه و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد ایمنی وسایل سرگرمی و کمک آموزشی کودکان مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۲۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند 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 ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۴۳۷: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه‌ای زیر به روش معادل یکسان تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و «معادل یکسان» استاندارد منطقه‌ای مزبور است:

EN 1177: 2018, Impact attenuating playground surfacing – Methods of test for determination of impact attenuation

مقدمه

این استاندارد مبتنی بر اصول ایمنی داده‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶ برای تجهیزات زمین بازی است و روشی برای ارزیابی سطوح جذب ضربه ارائه داده است که برای استفاده در منطقه برخورد تعریف‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶ در نظر گرفته شده است. هدف این استاندارد کاهش عواقب ریسک‌های تجربی است که برای رشد کودک مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶ مطلوب است.

ایجاد آسیب در طی استفاده از تجهیزات زمین بازی به دلایل مختلفی رخ می‌دهد که اکثر آنها جزئی هستند. حتی وجود تدابیر حفاظتی مانند، سطوح جذب ضربه به علاوه مراقبین و ارائه‌دهندگان بازی، بطور شناخته‌شده‌ای بر رفتار کودک اثر دارند که به نوبه خود می‌توانند در ریسک مؤثر باشند. اکثر آسیب‌های جدی را می‌توان به سقوط نسبت داد و عوامل زیادی در نحوه آسیب‌دیدگی در هنگام سقوط مؤثر هستند که مستقل از سطح است، مانند: جهت‌گیری بدن، سقوط نامناسب، تراکم استخوان و نظیر آن.

شدیدترین آسیب بطور احتمالی آسیب به سر است. تحقیقات اخیر نشان داده است که آسیب بازو و ساق‌پا شایع‌تر است و می‌تواند تحت تأثیر ضربات شتاب‌دار باشد. کمیته فنی این استاندارد ملی بررسی و تحقیق دائم در این زمینه را برای استفاده احتمالی در تجدیدنظر بعدی این استاندارد را ادامه می‌دهد. این کمیته وجود ارتباط بین ریسک آسیب به بازو و ساق پا و نوع سطح را می‌داند اما دیدگاه این است که چنین آسیب‌هایی بطور معمول در شدیدترین گروه آسیب قرار ندارند. در حال حاضر، داده‌های آسیب موجود را می‌توان با محدودیت بیشینه (بزرگترین) مقدار شتاب بدست آورد.

در نتیجه کمیته تصمیم گرفته است که اولویت خود را به کاهش احتمال ایجاد آسیب به سر ناشی از سقوط از تجهیزات زمین بازی قرار دهد زیرا اگرچه چنین آسیب‌هایی نادر است اما می‌تواند شدیدترین عواقب را درپی داشته باشد. شدت آسیب حاصل از ضربه به سر می‌تواند با کمیت معیار آسیب به سر (HIC [1]) بیان شود و سطح HIC = ۱۰۰۰ همراه با حد بالای بیشترین مقدار شتاب g_{max} = ۲۰۰ g (شتاب ثقل = g) به عنوان حد بالای سطح در هنگام ارزیابی مطابق این استاندارد انتخاب شده است.

محدوده مقدار HIC در بیشینه ۱۰۰۰ برابر: ٪ ۳ احتمال آسیب سر بحرانی (MAIS 5 [2])، [3] ٪ ۱۸ احتمال آسیب سر شدید (MAIS 4)، ٪ ۵۵ احتمال آسیب سر جدی (MAIS 3)، ٪ ۸۹ احتمال آسیب سر متوسط (MAIS 2) و ٪ ۹۹٫۵ احتمال آسیب سر جزئی (MAIS 1) برای مردی بالغ و متوسط است.

1- Head Injury Criterion

2- Maximum Abbrevizted Injury Scale

۳- بیشینه مقیاس آسیب‌پذیری در ابتدا توسط انجمن پیشرفته پزشکی خودرو گسترش یافت و استفاده گسترده‌ای در صنعت خودرو به عنوان شاخص شدت صدمات مربوط به سر داشت.

محدوده g_{max} برابر بیشیته g ۲۰۰ و همچنین محدوده HIC برای بیشینه ۱۰۰۰، ضربات در مدت بسیار کوتاه را درنظر می‌گیرد و تحقیقات موجود در مورد آسیب‌های وارده به بازو را به عنوان وسیله‌ای برای بهبود استاندارد دنبال می‌کند.

دو روش برای آزمون ضربه ارائه شده است. روش اول، تعیین ارتفاع سقوط بحرانی برای تأیید کامل و دقیق طیف مناسب محصول است. روش دوم، آزمونی برای سقوط در محل بدون تعیین ارتفاع سقوط بحرانی را شرح داده است که روی سطح نصب‌شده یا در دوره‌های بعد در طول عمر وسیله انجام می‌شود و تأیید بر اساس عملکرد مورد نیاز برای سطحی است که در زمان انجام آزمون در محل مشخص قرار گرفته است.

کمیته فنی این استاندارد از گفتگوهای درون انجمن مواد و آزمون آمریکا[1] از سال ۲۰۱۴ در مورد کاهش HIC تا آستانه ۷۰۰ در استاندارد مربوطه آگاه است. مقدار محدوده فعلی HIC ≤ ۱۰۰۰ از سال ۱۹۹۸ در اروپا استفاده می‌شود و نظر کمیته این است که در حال حاضر شواهدی کافی برای حمایت از تغییر در مقدار کلی و خالص HIC برای استفاده‌کنندگان زمین بازی وجود ندارد. بنابراین حفظ مقدار HIC ≤ ۱۰۰۰ انتخاب شده است و یک آستانه ثانویه g ۲۰۰ به عنوان معیار پذیرش در این استاندارد ارائه شده است، در حالی که همچنان نظارت بر نشریات تحقیقاتی در این موضوع ادامه دارد. و تصمیم گرفته‌شده در مورد انجمن مواد و آزمون آمریکا همچنان پابرجا است.

انواع مواد طبیعی و مصنوعی می‌تواند به عنوان سطح جذب ضربه با ویژگی‌ها و عملکرد مختلف استفاده شود. این مواد شامل چمن در حال رشد در خاک، شن، تراشه‌های چوب، پوست درخت، ماسه و محصولات پایه پلاستیکی مختلف است که می‌تواند به شکل قالب یا پوشش پیوسته یا ترکیباتی از این مواد باشد. در حالی که روش‌های شرح‌داده‌شده در این استاندارد ممکن است برای ارزیابی عملکرد کاهش ضربه هر یک از این سطوح استفاده شود، توجه استفاده‌کنندگان به این نکته جلب می‌شود که رفتار برخی از مواد بسیار متغیر است و بستگی به شرایط عمومی آزمون دارد و نتایج آزمون به احتمال زیاد با گذشت زمان یا با تغییر شرایط آب و هوایی متفاوت خواهد بود.

1- ASTM International

سطوح جذب ضربه زمین بازی- روش‌های آزمون برای تعیین جذب ضربه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین دستگاه‌های آزمون و روش‌های آزمون ضربه برای تعیین مقدار جذب ضربه سطح است که با اندازه‌گیری شتاب دریافت‌شده در طول ضربه حاصل می‌شود. دستگاه‌های آزمون مطابق این استاندارد برای انجام آزمون‌ها با روش شرح داده‌شده در آزمایشگاه یا در محل به‌کار می‌رود.

یادآوری- روش‌های آزمون شرح داده‌شده در این استاندارد برای منطقه برخورد مورد نیاز در سایر استانداردهای تجهیزات زمین بازی مانند تجهیزات بدن‌سازی و تجهیزات پارکور در فضای باز نیز به‌کار می‌رود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶: سال ۱۳۹۸، تجهیزات زمین بازی و سطوح آن- قسمت ۱: الزامات ایمنی عمومی و روش‌های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵: سال ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه آزمون و کالیبراسیون

2-3 EN 933-1, Tests for geometrical properties of aggregates – Part 1: Determination of particle size distribution – Sieving method

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶ به‌کار می‌رود:

۱-۳

جذب ضربه

impact attenuation

خاصیتی از سطح که انرژی جنبشی ضربه را با تغییر شکل یا جابجایی در آن به‌گونه‌ای کاهش می‌دهدکه شتاب دریافت‌شده توسط ضربه‌زننده کاهش می‌یابد.

۲-۳

سطح جذب ضربه (IAS)

impact attenuation surfacing
IAS

سطحی که برای کاهش ریسک آسیب در هنگام سقوط روی آن در نظر گرفته شده است.

یادآوری- محصول یا ماده‌ای که توانایی ذاتی کاهش ضربه در هنگام سقوط استفاده‌کننده روی خود را دارد.

۳-۳

ارتفاع سقوط بحرانی (CFH)

critical fall height
CFH

بیشینه ارتفاع سقوط آزاد (FHF [1]) که سطح می‌تواند حد قابل قبولی از کاهش ضربه را تأمین نماید و با روش آزمون ۱ شرح‌داده‌شده در بند ۶ این استاندارد، تعیین می‌شود.

۴-۳

مقیاس آسیب به سر (HIC)

head injury criterion
HIC

اندازه‌گیری شدت آسیب احتمالی به سر در اثر ضربه که مانند، روش شرح‌داده‌شده در بند ۵ این استاندارد، تعیین می‌شود.

1- Free Height of Fall

۵-۳

بیشترین مقدار شتاب (g_{max})

peak acceleration

g_{max}

بیشینه شتاب دریافت‌شده توسط سر مصنوعی[1] در طی ضربه که بر حسب واحد g (شتاب ثقل) بیان می‌شود.

۶-۳

اندازه‌گیری ضربه

impact measurment

مقدار HIC و g_{max} حاصل از شتاب a ثبت‌شده سر مصنوعی(بر حسب g) که از یک ارتفاع سقوط تا موقعیت آزمون، سقوط می‌کند (به زیربند ۵-۱ مراجعه شود).

۷-۳

موقعیت آزمون

test position

موقعیت روی سطح مورد آزمون که بطور قائم زیر مرکز سر مصنوعی قرار گرفته است.

۸-۳

ارتفاع سقوط

drop height

ارتفاع سقوط آزاد اندازه‌گیری‌شده بین موقعیت آزمون روی سطح آزمون و پایین‌ترین موقعیت سقوط آزاد سر مصنوعی پیش از رهاسازی است و یا در حالتی که سر مصنوعی هدایت می‌شود، این مقدار توسط اندازه‌گیری سرعت سر مصنوعی، بلافاصله قبل از ضربه، محاسبه می‌شود.

۹-۳

آزمون سقوط

drop test

روش و شرایط اندازه‌گیری ضربه در موقعیت آزمون و در منطقه برخورد است.

یادآوری- تعداد دفعات سقوط و ارتفاعات سقوط آزمون‌ها بطور جداگانه در روش ۱ برای انواع خاص محصولات (به زیربند ۶-۲-۴ مراجعه شود) و در روش ۲ برای همه انواع مواد سطوح (به زیربند ۶-۳-۵ مراجعه شود) تعیین شده است.

1- Headform

۳-۱۰

ماده دانه‌ای نرم

loose particulate material

ترکیباتی شامل ذرات مجزا و بی‌شکل از مواد است.

یادآوری- شن، ماسه، پوست درخت و تراشه‌های چوبی مثال‌هایی از مواد دانه‌ای نرم هستند.

۳-۱۱

منطقه برخورد

impact area

منطقه داخل فضای سقوط که استفاده‌کننده می‌تواند بعد از سقوط به آن برخورد کند.

۳-۱۲

ناحیه آزمون

test zone

بخشی از منطقه برخورد به منظور تأیید جذب ضربه است. تمام نواحی مورد آزمون برای تأیید در منطقه برخورد تجهیزات قرار دارد. (به زیربند ۵-۲ مراجعه شود).

۴ دستگاه آزمون

۴-۱ ویژگی

دستگاه و مراحل ثبتی که برای دو روش آزمون در این استاندارد شرح داده‌شده است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۲ اجزای دستگاه

۴-۲-۱ کلیات

دستگاه شامل: سر مصنوعی (به زیربند ۴-۲-۲ مراجعه شود) مجهز به یک یا چند شتاب‌سنج (به قسمت الف یا ب زیربند ۴-۲-۲-۳ مراجعه شود)، یک تغییردهنده سیگنال[1] انتخابی (به زیربند ۴-۲-۳ مراجعه شود)، یک سامانه رهاسازی برای سر مصنوعی (به زیربند ۴-۲-۶ مراجعه شود)، وسیله‌ای برای اندازه‌گیری ارتفاع سقوط آزاد مؤثر (به زیربند ۴-۲-۵ مراجعه شود)، سامانه انتقال سیگنال (به زیربند ۴-۲-۷ مراجعه شود) و تجهیزات اندازه-گیری ضربه (به زیربند ۴-۲-۸ مراجعه شود) است.

1- Signal conditioner

در صورت استفاده از شتاب‌سنج تک‌محوری، باید سامانه‌ای برای هدایت سر مصنوعی فراهم شود (به زیربند ۴-۲-۴ مراجعه شود).

اصول کلی دستگاه را در شکل الف-۱ مشاهده کنید.

۴-۲-۲ سر مصنوعی

۴-۲-۲-۱ سرمصنوعی باید به شکل یکی از حالت‌های زیر باشد:

الف- توپی از جنس آلیاژ آلومینیومی؛

ب- گلوله‌ای از جنس آلیاژ آلومینیوم با انتهای نیم‌کره.

۴-۲-۲-۲ سر مصنوعی باید دارای قطر mm (۵ ± ۱۶۰)، جرم kg (۰٫۰۵ ± ۴٫۶) و بیشینه انحراف سطح نیم‌کره mm ۰٫۵ باشد.

اگر آلیاژی که سر مصنوعی از آن ساخته شده است بسیار نرم باشد، هنگام آزمون مواد دانه‌ای نرم نظیر ماسه یا سایر مواد صلب و سخت در سطح جذب ضربه، می‌تواند باعث تغییرشکل در سطح آلومینیوم شود. این امر موجب خطاهای غیرقابل تشخیص در اندازه‌گیری g_{max} و HIC خواهد شد. هنگام آزمون مواد از این نوع، باید سطح ضربه‌پذیر سر مصنوعی بطور مکرر مورد بازرسی قرار گیرد. اگر تغییرشکل در سطح سر مصنوعی مشاهده شود، آزمون نامعتبر است.

در مورد سر مصنوعی سیم‌دار، وزن هر رابطی که بطور مستقیم به سر مصنوعی متصل شده است و وزن هر m ۱٫۵ از سیم یا کابل مربوط به آن باید در تعیین جرم سر مصنوعی محاسبه شود.

۴-۲-۲-۳ شتاب‌سنج(ها) باید به یکی از روش‌های زیر قرار گیرد:

الف- شتاب‌سنج(های) سه محوری برای سقوط آزاد سر مصنوعی که در مرکز ثقل (در mm ۵ ± محور قائم یا افقی) سر مصنوعی نصب می‌شود؛

ب- شتاب سنج تک‌محوری برای سر مصنوعی هدایت شده، تنظیم شده برای اندازه‌گیری در محور قائم با رواداری 5^{o} ± که به‌طور مستقیم در بالای مرکز ثقل قرار گرفته است.

۴-۲-۲-۴ قسمت‌های ضربه‌پذیر سر مصنوعی در زیر صفحه نصب شتاب‌سنج باید یکنواخت و عاری از حفره باشد.

یادآوری- این الزام برای جلوگیری از خطای اندازه‌گیری ناشی از ارتعاشات است.

۴-۲-۳ تغییردهنده سیگنال (انتخابی)

بسته به فن‌آوری شتاب‌سنج استفاده‌شده، روش‌های مختلفی برای تغییر سیگنال می‌تواند مورد نیاز باشد. مثال-هایی از این روش‌ها شامل: تقویت‌کننده بار[1]، پل و تقویت کننده ویتاستون[2] و یا تغییردهنده الکترونیکی یکپارچه است.

۴-۲-۴ سامانه هدایت‌کننده

در هنگام استفاده از شتاب‌سنج تک‌محوری، باید راهنمایی قائم برای هدایت سر مصنوعی، از جمله وسیله‌ای برای اندازه‌گیری سرعت سر مصنوعی بلافاصله قبل از ضربه، ارائه شود (به زیربند ۴-۲-۵-۲ مراجعه شود).

۴-۲-۵ وسیله اندازه‌گیری ارتفاع سقوط

روش‌های تعیین ارتفاع سقوط آزاد (FHF) مؤثر سر مصنوعی در هنگام ضربه به سطح به شرح زیر است:

۴-۲-۵-۱ آزمون ضربه سقوط آزاد، اندازه‌گیری فیزیکی ارتفاع سقوط یا محاسبه ارتفاع سقوط در زمان اندازه‌گیری‌شده بین رهاسازی و برخورد سر مصنوعی با سطح است.

هنگام محاسبه ارتفاع سقوط در زمان اندازه‌گیری‌شده بین رهاسازی و برخورد سر مصنوعی با زمین، توصیه می‌شود توجه ویژه‌ای به اختلاف زمان احتمالی بین شروع اندازه‌گیری زمان و رهاسازی مؤثر سر مصنوعی شود (به عنوان مثال: زمان ناشی از خاصیت آهنربای دائمی در سامانه رهاسازی مغناطیسی). ممکن است مقایسه ارتفاع سقوط اندازه‌گیری‌شده و ارتفاع سقوط محاسبه‌شده لازم باشد.

۴-۲-۵-۲ آزمون ضربه هدایت‌شده، اندازه‌گیری سرعت سر مصنوعی بلافاصله قبل از ضربه و ارتفاع سقوط آزاد تئوری است.

برای صرف‌نظر کردن از اصطکاک، سرعت سر مصنوعی بلافاصله قبل از ضربه ثبت می‌شود تا ارتفاع سقوط محاسبه‌شده معادل سقوط آزاد سر مصنوعی باشد.

ارتفاع سقوط آزاد (FHF) مؤثر باید در همه موارد ثبت شود.

۴-۲-۶ سامانه رهاسازی

سامانه رهاسازی در آزمون ضربه سقوط آزاد، در هنگام رهاسازی نباید در هیچ زمانی چرخش قابل توجه یا نیروی دیگری در سر مصنوعی ایجاد کند.

1- Charge amplifier
2- Wheatstone bridge and amplifier

یادآوری- یک لحظه چرخش یا اعمال نیروی دیگر در سر مصنوعی باعث افزایش شتاب ضربه در شتاب‌سنج و برای اندازه‌گیری قائم منجر به خطای غیرقابل کنترل در نتیجه آزمون می‌شود.

۴-۲-۷ سامانه انتقال سیگنال

در هنگام استفاده از کابل سیگنال برای انتقال، این امر نباید باعث مهار قابل توجه نیروهای فشار یا بی‌ثباتی سر مصنوعی شود.

۴-۲-۸ وسیله اندازه‌گیری ضربه

۴-۲-۸-۱ وسیله اندازه‌گیری ضربه باید شامل سامانه اندازه‌گیری شتاب (به زیربند ۴-۲-۸-۲ مراجعه شود)، وسیله ثبت‌کننده (به زیربند ۴-۲-۸-۳ مراجعه شود) و برنامه محاسبه HIC (به زیربند ۴-۲-۸-۴ مراجعه شود) باشد.

۴-۲-۸-۲ سامانه اندازه‌گیری شتاب باید قادر به اندازه‌گیری فرکانس‌های سیگنال در محدوده ۲۰ Hz تا ۱۰۰۰ Hz باشد و دارای پاسخ مناسب در همه فرکانس‌ها برای نگه‌داشتن خطاهای دامنه زیر ٪ ۵ باشد. این وسیله باید قادر به اندازه‌گیری، ثبت و نمایش شتاب و زمان در طی هر ضربه کامل باشد (به زیربند ۵-۱-۳ مراجعه شود).

در شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک برای داشتن پاسخ مناسب در فرکانس‌های پایین، فرکانس‌های محدود پایین‌تر از ۳ dB- باید کمتر یا برابر ۰٫۳ Hz باشد تا خطاهای ناشی از افت سیگنالی را که بطور بدیهی پس از ضربه بیش از مقدار پایه اولیه قابل مشاهده است را کاهش دهد. همچنین افت سیگنال منجر به ناچیز شمردن g و در نتیجه HIC، به‌ویژه برای مدت زمان طولانی‌تر پالس می‌شود. شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک با ثابت زمان ۲ s یا بیشتر، وتغییردهی سیگنال، بطور معمول این نیاز را برآورده می‌کند. سایر شتاب‌سنج‌ها مؤثر نیستند.

۴-۲-۸-۳ وسیله ثبت باید قادر به دریافت و ثبت سیگنال شتاب/زمان تولیدشده در طول ضربه با کمینه نرخ نمونه‌برداری ۲۰ kHz از جمله بیشینه شتاب (g_{max}) باشد که در طی هر ضربه اعمال می‌شود. تغییردهی و فیلتر سیگنال باید با شتاب‌سنج و کانال داده مشخص‌شده سازگار باشد.

هنگامی‌که پاسخ فرکانس بالاتر از ۳ dB- شتاب‌سنج باشد و سامانه تغییردهی سیگنال آن در فرکانس بزرگ‌تر از یک‌چهارم فرکانس نمونه‌برداری قرار داشته باشد، فیلتری غیرحساس با میرایی کمتر از ۳۰ dB در نیمی از نرخ نمونه‌برداری، باید به‌کار گرفته شود.

۴-۲-۸-۴ برنامه محاسبه مقدار HIC برای تاریخ شتاب ثبت‌شده هر ضربه مطابق بند ۵ است.

۴-۳ دقت تجهیزات

۴-۳-۱ کالیبراسیون توسط آزمایشگاه

۴-۳-۱-۱ تجهیزات باید بطور دوره‌ای توسط آزمایشگاه دارای گواهینامه استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵، کالیبره شوند.

۴-۳-۱-۲ کلیه قسمت‌های سامانه اندازه‌گیری شتاب از جمله شتاب‌سنج و بخش الکترونیکی (آنالوگ و عددی) برای کل محدوده فرکانس از ۲۰ Hz تا ۱۰۰۰ Hz باید کالیبره شوند. کالیبراسیون مجدد باید در فواصل زمانی توصیه‌شده توسط سازنده شتاب‌سنج یا کمینه هر دو سال انجام شود. کالیبراسیون‌ها باید مستندسازی شوند (مثلاً با گواهی‌نامه کالیبراسیون) و عدم قطعیت‌ها مشخص شوند.

عدم قطعیت کالیبراسیون شتاب‌سنج‌ها نباید بیشتر از ٪ ۵ باشد.

۴-۳-۱-۳ سامانه‌های اندازه‌گیری سرعت و همچنین الگوریتم‌های محاسبه ارتفاع سقوط باید برای کل محدوده سرعت (تا ارتفاع سقوط ۳٫۵ m) کالیبره شوند.

در سقوط آزاد سر مصنوعی، ارتفاع سقوط محاسبه‌شده باید با ارتفاع سقوط مؤثر اندازه‌گیری‌شده فیزیکی، مقایسه شود.

در همه موارد، ارتفاع سقوط آزاد (FHF) مؤثر، باید با عدم قطعیتی که بیش از ٪ ۱± نباشد، اندازه‌گیری شود.

۴-۳-۱-۴ الگوریتم رایانه‌ای که برای محاسبه HIC استفاده می‌شود، باید به عنوان مثال؛ با اعمال یک منحنی سینوسی بررسی شود و نتیجه در هنگامی که با یک محاسبه ریاضی مستقل از این منحنی مقایسه می‌شود، نباید بیش از ٪ ۱ اختلاف داشته باشد.

یادآوری- مثالی برای تأیید این موضوع در پیوست پ داده شده است.

۴-۳-۲ بررسی توسط اپراتور

۴-۳-۲-۱ اپراتور باید عملکرد صحیح تجهیزات مورد استفاده خود را در فواصل زمانی مناسب (بسته به فرکانس و نوع استفاده تجهیزات) بررسی کنند. نتایج هر بررسی باید در طول عمر تجهیزات ثبت شود (بطور مثال با استفاده از یک دفترچه بازرسی).

آزمون‌های ارائه‌شده در زیربندهای ۴-۳-۲-۲ و ۴-۳-۲-۳ برای بررسی هرگونه انحراف یا ناهنجاری در اجزاء است و هیچ جایگزینی برای کالیبراسیون و مطابقت تجهیزات با این استاندارد ملی محسوب نمی‌شود.

یادآوری- مثالی از روش بررسی برای عملکرد صحیح تجهیزات در پیوست ج شرح داده شده است.

۴-۳-۲-۲ آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع

فرایند آزمون برای تعیین ارتفاع سقوط بحرانی (CFH) (بند ۶ روش ۱) را روی یک سطح مرجع پیش‌ساخته با خواص ثابت تحت شرایطی که برای آزمون‌های آزمایشگاهی شرح داده شده است، انجام دهید (به زیربند ۶-۲-۴-۱ مراجعه شود).

مجموعه‌ای از دست‌کم سه آزمون سقوط متوالی در یک موقعیت آزمون را روی سطح مرجع با استفاده از ارتفاع سقوط مشخص و رواداری ۲ cm± در همه آزمون‌های سقوط، انجام دهید. نتایج را برای HIC و g_{max} در هر آزمون سقوط ثبت کنید و CFH را تعیین کنید.

مقادیر بدست‌آمده برای CFH نباید بیش از ٪ ۵ اختلاف داشته باشد.

در صورت انحراف بیشتر، تعمیر یا کالیبراسیون مجدد مورد نیاز است.

یادآوری- سطح مرجع می‌تواند هر محصولی باشد که خصوصیات خود را در محدوده ارتفاعات سقوط حفظ کند.

۴-۳-۲-۳ آزمون عدم قطعیت روی سطح مرجع

مجموعه‌ای از ۱۰ سقوط متوالی از یک ارتفاع سقوط و در یک موقعیت آزمون را بطور مداوم (در مدت زمان ۱۵ min) روی سطح مرجع انجام دهید.

از نتایجی که به وضوح نادرست هستند صرف‌نظر کنید و انحراف استاندارد HIC محاسبه‌شده و g_{max} اندازه‌گیری‌شده را حساب کنید.

انحراف استاندارد زیر ٪ ۵ از ۱۰ مقدار HIC محاسبه‌شده و ۱۰ مقدار و g_{max} اندازه‌گیری‌شده، رضایت‌بخش تلقی می‌شود. در غیر این‌صورت، باید عملیات تعمیر یا کالیبراسیون صورت گرفته و تأیید انجام شود.

۵ مراحل انجام آزمون

۵-۱ اصول کلی اندازه‌گیری ضربه

۵-۱-۱ کلیات

سطح مورد آزمون توسط سر مصنوعی مجهز به تجهیزات آزمون (به زیربند ۴-۲-۱ مراجعه شود) از ارتفاعات مختلف مورد اصابت قرار می‌گیرد (به آزمون سقوط در زیربند ۳-۹ مراجعه شود). سیگنال منتشرشده توسط شتاب‌سنج‌ها در سر مصنوعی در طی هر ضربه پردازش می‌شوند تا شدت انرژی حاصل از ضربه را اندازه‌گیری کنند و به عنوان معیاری برای آسیب به سر (HIC) است و بیشترین مقدار شتاب (g_{max}) دریافت‌شده می‌باشد.

شکل الف-۱ طرحی از دستگاه آزمون برای اندازه‌گیری ضربه را نشان می‌دهد.

در روش ۱، ارتفاعات سقوطی که در آن بیشینه HIC برابر ۱۰۰۰ و g_{max} برابر ۲۰۰ حاصل‌شده است برای تعیین ارتفاع سقوط بحرانی سطح استفاده می‌شود و در روش ۲، ارتفاعات سقوط برای اندازه‌گیری HIC و g_{max} به تجهیزات نصب‌شده وابسته است و برای تأیید سطح در آن مکان خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۱-۲ منحنی شتاب/زمان

ردیابی شتاب/زمان برای هر ضربه در یک آزمون سقوط، باید پیش از پردازش و سنجش برای هرگونه ناهنجاری مورد بررسی و نمایش قرار گیرد (به شکل ب-۱ مراجعه شود). اگر هر ضربه بطور مجزا نتیجه غیرعادی داشته باشد، با تکرار آزمون‌های سقوط در همان موقعیت آزمون یا در مورد مواد دانه‌ای نرم، در یک موقعیت جدید در زمین آزمون‌نشده برای قسمتی از منحنی دارای اشکال، بررسی بیشتری انجام دهید.

اگر اجزای فرکانس بالا به عنوان نتیجه‌ای از ارتعاشات آزمون سقوط سر مصنوعی ظاهر می‌شود، فیلترکردن سیگنال با یک فیلتر استانداردشده ضروری است. هر دو را با و بدون فیلتر اندازه‌گیری کنید و مقادیر HIC و g_{max} را برای تصمیم‌گیری درباره اینکه آیا داده‌های جمع‌آوری‌شده (از منحنی(های) شتاب/زمان) معتبر هستند، بایکدیگر مقایسه کنید.

۵-۱-۳ محاسبه نتایج

۵-۱-۳-۱ مقدار HIC در هر منحنی فشار/زمان، باید از فرمول زیر محاسبه و ثبت شود:

$$HIC = \left[\left(\frac{\int_{t_1}^{t_2} a \times dt}{t_2 - t_1} \right)^{2.5} \times (t_2 - t_1) \right] \max \qquad (۱)$$

که در آن (به شکل ب-۱ نیز مراجعه شود):

t_{start} زمان شروع رویداد ضربه در هنگامی‌که شتاب سر مصنوعی در آغاز بیشتر از صفر است؛

t_{end} زمان پایان رویداد ضربه در هنگامی‌که شتاب سر مصنوعی برای اولین مرتبه به صفر می‌رسد؛

a شتابی که توسط سر مصنوعی دریافت شده است و بر حسب g (شتاب ناشی از ثقل) بیان می‌شود؛

t_1, t_2 هر دو مقدار واسط t، بین t_{start} و t_{end} که این زمان بر حسب میلی‌ثانیه بیان می‌شود.

نرخ نمونه‌برداری از t_{start} تا t_{end} باید دست‌کم ۲۰ kHz باشد (به زیربند ۴-۲-۸-۳ مراجعه شود).
تجربه نشان داده است که زمان ضربه بزرگتر یا مساوی ۳ ms، یعنی: $(t_2 - t_1) \geq 3$ ms برای ضربه‌های تعیین‌شده در محدوده HIC (≤ 1000) و بیشترین مقدار شتاب a ($g_{max} \leq 200g$) قابل پیش‌بینی است. مشاهده

شده است که زمان ضربه کوتاه‌تر مربوط به ضربه‌هایی با مقادیر بالاتر g_{max} است که تمایل به افزایش خطر دارند، ازجمله آسیب به بازو و ساق‌پا، چنین سطحی هنگام آزمون مطابق با این استاندارد باید استثنا شود.

۵-۱-۳-۲ بیشینه شتاب (g_{max}) ایجادشده در هر منحنی شتاب/زمان، باید برای پردازش بعدی ثبت شود.

۵-۲ انتخاب و تعیین موقعیت‌های آزمون

۵-۲-۱ اندازه‌گیری ضربه باید در تمامی نواحی آزمون (به زیربند ۳-۱۲ مراجعه شود) مربوطه از سطوح، تا جایی که عملی باشد، انجام شود تا موقعیت‌های آزمون دارای کمترین مقدار جذب ضربه مشخص شود.

یادآوری- الزامات جذب ضربه در منطقه برخورد برای ارتفاع سقوط آزاد (FHF) و حرکت اجباری روی تجهیزات زمین بازی در مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۶۴۳۶ (به زیربند ۴-۲-۸-۱ و ۴-۲-۸-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶: سال ۱۳۹۸، مراجعه شود) یا سایر استانداردهایی که مورد نیاز است، تعیین شده است.

۵-۲-۲ فاصله بین دو موقعیت آزمون نباید کمتر از ۲۵۰ mm باشد و هیچ موقعیتی نباید نزدیک‌تر از ۲۵۰ mm از لبه نمونه آزمون، مجموعه یا قاب آزمون باشد.

یادآوری- این فواصل برای عدم تأثیرگذاری آزمون‌های قبلی و لبه‌های پیرامون نمونه آزمون روی موقعیت آزمون است.

۵-۲-۳ مکان دقیق هر موقعیت آزمون باید به نمونه‌های آزمون یا ماده مربوط به ساختار و/یا هندسه سطح ارجاع شود و در گزارش آزمون نشان داده شود (به بند ۸ و پیوست ت نیز مراجعه شود).

۶ روش آزمون ۱- تعیین ارتفاع سقوط بحرانی (CFH)

۶-۱ اصول کلی

۶-۱-۱ اندازه‌گیری ضربه باید مطابق فرایند آزمون زیربند ۵-۱ با انجام آزمون سقوط در هر موقعیت آزمون انتخاب‌شده و با روش‌هایی انجام شود که برای آزمون در آزمایشگاه (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود) و آزمون در محل (به زیربند ۶-۳ مراجعه شود) تعیین‌شده است.

۶-۱-۲ هر آزمون باید در مدت ۱۵ min انجام شود. در هر آزمون سقوط مقادیر HIC و g_{max} باید ثبت شود.

۶-۲ آزمون در آزمایشگاه

۶-۲-۱ آزمون باید در دمای ^{o}C (۵ ± ۲۳) انجام شود.

۶-۲-۲ آزمون باید روی سطحی صاف، بتنی صلب یا بستری معادل با جرم، چگالی و ضخامت کافی انجام شود که تغییر شکل آن در طی آزمون تأثیر قابل‌توجهی در نتایج آزمون نداشته باشد.

سایر بسترها، به غیر از بستر صاف و صلب، ممکن است در جذب ضربه ماده مورد آزمون نقش داشته باشد و فقط برای محدودیت‌های واضح تعیین‌شده در گزارشات آزمون کاربرد دارد.

۶-۲-۳ انتخاب داده برای تعیین ارتفاع سقوط بحرانی

۶-۲-۳-۱ نتایج HIC و g_{max} (به زیربند ۵-۱-۳ مراجعه شود) برای هر ضربه باید رسم شود و منحنی از HIC و g_{max} در برابر ارتفاع سقوط مربوطه در هر موقعیت آزمون و در هر ناحیه آزمون تهیه شود.

۶-۲-۳-۲ برای تعیین ارتفاع سقوط بحرانی (CFH)، منحنی‌ها را بگونه‌ای به‌کار بگیرید که ارتفاع سقوط معادل در HIC برابر ۱۰۰۰و g_{max} اندازه‌گیری‌شده برابر ۲۰۰g حاصل شود، این کار را با استفاده از اندازه‌گیری ضربه با دست‌کم دو مقدار HIC و g_{max} داده‌شده کمتر و دست‌کم دو مقدار HIC و g_{max} داده‌شده بیشتر از مقدار هدف، انجام دهید.

ارتفاع سقوط بحرانی پایین‌تر از این دو ارتفاع سقوط است.

ارتفاع سقوط باید در هر زمانی که امکان داشته باشد با استفاده از مقادیر HIC داده‌شده در جدول ۱ و با توجه به محدودیت‌های آن انتخاب شود:

جدول ۱- مقادیر HIC

شماره ضربه	مقدار HIC هدف‌گیری
ضربه ۱، m_1	۷۰۰ تا ۸۰۰
ضربه ۲، m_2	۸۵۰ تا ۹۵۰
ضربه ۳، m_3	۱۰۵۰ تا ۱۱۵۰
ضربه ۴، m_4	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰

یادآوری- مثالی از منحنی‌های صحیح در شکل ب-۲ نشان داده شده است (HIC و g_{max}).

۶-۲-۳-۳ ارتفاع سقوط بحرانی برای موادی با مقدار HIC داده‌شده کمتر از ۱۰۰۰ و g_{max} داده‌شده کمتر از ۲۰۰g در بیشینه ارتفاع آزمون، باید به شکل بزرگتر از M بیان شود (هرجا که M بزرگترین ارتفاع سقوط اندازه-گیری‌شده باشد).

یادآوری- بیشینه ارتفاع سقوط آزاد (FHF) در تجهیزات زمین بازی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶ برابر m ۳ است (به زیربند ۴-۲-۸-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶: سال ۱۳۹۸ مراجعه شود).

۶-۲-۴ روش‌کار برای انواع خاص محصول

۶-۲-۴-۱ آزمون چهارگوشه‌ها، ورقه‌ها یا سایر محصولات پیش‌ساخته مسطح

دست‌کم چهار نمونه آزمون با کمینه ابعاد کلی ۱ m × ۱ m باید مطابق دستورکار سازنده نصب شود، این دستورکار شامل تمام اجزاء اتصال‌دهنده و ثابت نگه‌دارنده‌ای است که برای نصب در محل زمین بازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

باید دست‌کم ۹ آزمون سقوط و هر کدام دست‌کم شامل ۴ ارتفاع سقوط افزایش‌یافته انجام شود و گزارش شود، هر آزمون سقوط باید در موقعیت آزمون مختلف روی نمونه‌های آزمون انجام شود (به زیربند ۵-۲ نیز مراجعه شود).

آزمون سقوط را در موقعیت‌های آزمون زیر انجام دهید:

الف- در مرکز نمونه‌ها؛

ب- در مرکز اتصال بین دو نمونه مجاور؛

پ- در اتصالی که بیشترین تعداد نمونه با یکدیگر برخورد دارند؛

ت- در هر نقطه دیگر ناهنجار یا ناپیوسته برای رسیدن به کمترین مقدار ارتفاع سقوط بحرانی در هر نقطه از مونتاژ؛

ج- اگر نمونه دارای ساختاری قالبی است که در آن سطح پوشش بطور یکنواخت حمایت نمی‌شود، موقعیت‌های آزمونی که در آن سطح بیش‌ترین و کم‌ترین حمایت را دارد، آزمون کنید.

۶-۲-۴-۲ آزمون سطوح ساخته‌شده در محل

هر یک از موارد زیر باید بدون درز یا اتصال ساخته شود:

الف- دست‌کم یک نمونه آزمون با کمینه ابعاد کلی ۱ m × ۱ m که مطابق دستورکار سازنده آماده شده باشد؛

ب- دست‌کم ۹ نمونه جداگانه که هر کدام کمتر از ۵۰۰ mm × ۵۰۰ mm نباشد و مطابق دستورکار سازنده آماده شده باشد.

باید دست‌کم ۹ آزمون سقوط و هر کدام دست‌کم شامل ۴ ارتفاع سقوط افزایش‌یافته انجام و گزارش شود، هر آزمون سقوط باید در موقعیت آزمون مختلف روی نمونه‌های آزمون (به زیربند ۵-۲ نیز مراجعه شود) در صورت کاربرد در موقعیت‌های آزمون مورد لزوم در زیربند ۶-۲-۴-۱ انجام شود.

۶-۲-۴-۳ آزمون محصولات شامل بیش از یک جزء

کل سیستم و سطوح با لایه زیری با ابعاد کلی ۱ m × ۱ m باید آزمون شود و به عنوان یک محصول کامپوزیت که امکان تکرارپذیری آزمون را دارد گزارش شود.

باید دست‌کم ۹ آزمون سقوط و هر کدام دست‌کم شامل ۴ ارتفاع سقوط افزایش‌یافته انجام و گزارش شود، هر آزمون سقوط باید در موقعیت آزمون مختلف روی محصول انجام شود (به زیربند ۵-۲ نیز مراجعه شود).

۶-۲-۴-۴ آزمون محصولات طراحی‌شده برای نصب در ترکیب با مواد طبیعی

امکان آزمون کامل برای محصولات نصب‌شده در ترکیب با مواد طبیعی که بر عملکرد آنها تاثیر دارد (به عنوان مثال، بستر لاستیکی با چمن یا ماسه) در آزمایشگاه وجود ندارد و امکان ارائه گزارش آزمون مطابق زیربند ۸-۲ یا زیربند ۸-۳ برای آنها نیست. ارتفاع سقوط بحرانی چنین محصولاتی را ممکن است فقط بطور جداگانه با آزمون در محل روی سطح نصب کاملاً آماده و تثبیت شده تعیین کرد و احتمالاً با گذشت زمان یا با شرایط آب و هوایی تغییر خواهد کرد.

۶-۲-۴-۵ آزمون مواد دانه‌ای نرم و سطوح طبیعی

۶-۲-۴-۵-۱ از یک چارچوب آزمون بدون پایه باید استفاده شود که ابعاد داخلی آن کمتر از ۱ m × ۱ m نباشد.

یادآوری ۱- ابعاد بیان‌شده فوق معمولاً برای عدم تأثیرگذاری چارچوب روی مواد دانه‌ای کافی است.

مواد دانه‌ای نرم باید در چارچوب آزمون و در بالای بستر صلب صاف قرارداده شوند و بطور یکنواخت داخل چارچوب تا عمق تعیین‌شده توسط تأمین‌کننده توزیع شوند.

مواد را مطابق با روش داده‌شده در پیوست ث، فشرده سازید.

هنگام آزمون ماسه یا سنگ‌ریزه، توزیع اندازه ذرات را با انجام آزمون غربال‌گری مطابق استاندارد EN 933-1 تعیین کنید و نتیجه ضریب یکنواختی را ثبت کنید (به جدول ۴ و پیوست چ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶: سال ۱۳۹۸ مراجعه شود).

اگر جذب ضربه مواد تحت تأثیر رطوبت قرار گیرد (بطور مثال، ماسه)، مقدار رطوبت در زمان انجام آزمون باید اندازه‌گیری و همراه با روش آزمون استفاده‌شده گزارش شود.

یادآوری ۲- جذب ضربه برخی مواد دانه‌ای نرم ممکن است به مقدار قابل توجهی تحت تأثیر مقدار رطوبت آن باشد.

۶-۲-۴-۵-۲ آزمون ضربه در هر موقعیت آزمون انتخاب‌شده باید با یک اندازه‌گیری ضربه از یک ارتفاع سقوط تعیین‌شده انجام شود. پس از فشرده‌سازی در چارچوب آزمون مطابق پیوست ث، سر مصنوعی را از

دست‌کم چهار ارتفاع سقوط افزایش‌یافته، هر کدام را در موقعیتی که قبلاً آزمون نشده است، رها کنید (به زیربند ۵-۲-۲ نیز مراجعه شود).

اگر بیش از یک عمق برای یک محصول مشخص شده است، چارچوب باید بطور جداگانه تا هر عمقی پرشود. مواد آزمون‌شده قبلی باید از چارچوب خارج شود و ممکن است تا عمق جدید، دوباره استفاده شود.

۶-۳ آزمون در محل

۶-۳-۱ آزمون فقط هنگامی انجام می‌شود که دمای سطح بین ۵ °C تا ۵۵ °C باشد. دما و همچنین همه شرایط آب و هوایی مربوطه موجود در طی آزمون، مانند رطوبت، نم و نظیر آن، باید اندازه‌گیری و ثبت شود.

۶-۳-۲ آزمون نباید روی سطحی که از آب اشباع شده است، انجام شود.

۶-۳-۳ آزمون نباید روی سطحی با زاویه بیشتر از ۱۰° نسبت به سطح افق انجام شود.

یادآوری – سامانه‌های هدایت‌کننده، نتایج نامعتبری در سطوح شیب‌دار ارائه می‌دهند و سقوط آزاد سر مصنوعی ممکن است با نیروهای چرخشی بیش‌از حد همراه باشد.

۶-۳-۴ اگر انواع و/یا ضخامت لایه مواد و/یا سطوح مختلف شناخته‌شده‌ای در منطقه برخورد وجود دارد، هر تغییر باید به عنوان یک ناحیه آزمون جداگانه در نظر گرفته شود و بطور جداگانه مورد آزمون قرار گیرد.

آزمون سقوط برای سطوح ساخته‌شده در محل، باید روی هر ناحیه آزمون مشخص‌شده انجام شود.

۶-۳-۵ سر مصنوعی را از دست‌کم چهار ارتفاع سقوط افزایش‌یافته و هر کدام را در یک موقعیت از قبل آزمون‌نشده و بدون فشرده‌سازی رها کنید و اطمینان حاصل کنید که در هر موقعیت آزمون، مواد تا همان عمق لایه موجود است و نتایج را گزارش کنید.

یادآوری – تعیین توزیع اندازه ذرات در هنگام آزمون ماسه و سنگریزه در محل ضروری نیست.

۶-۳-۶ هنگام آزمون در محل، موقعیت‌های مختلف آزمون برای اطمینان از بدترین وضعیت موجود (مانند: مناطق دسترسی/ خروج تجهیزات)، باید انتخاب شود (به زیربند ۵-۲-۱ نیز مراجعه شود).

۶-۳-۷ گزارش‌های آزمون انجام شده در محل باید با مقدمه زیر بیان شود:

«از آنجا که عملکرد برخی از محصولات ممکن است تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط حاکم باشد، از نتایج این گزارش نمی‌توان برای نشان دادن عملکرد همان محصول در شرایط دیگر یا در سایر مناطق استفاده کرد.»

۷ روش آزمون ۲- تعیین جذب ضربه در محل

۷-۱ اصول کلی

۷-۱-۱ اندازه‌گیری ضربه باید مطابق فرایند آزمون سقوط زیربند ۵-۱ در هر موقعیت انتخاب‌شده از سطح انجام شود تا تأیید آن مطابق با الزامات جذب ضربه برای تجهیزاتی که سطوح در زیر آن نصب شده است، صورت پذیرد.

۷-۱-۲ این روش ارتفاع سقوط بحرانی را تعیین نمی‌کند.

یادآوری – این آزمون برای تأیید نصب مشخص تحت شرایط آب و هوایی خاص آن محل است و قابل تعمیم به سایر سطوح نصب-شده نیست. این آزمون می‌تواند برای بررسی سطح نهایی نصب‌شده تا قبل از بکارگیری استفاده شود (به عنوان مثال، برای زمین-های بازی اشاره‌شده در زیربند ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۳۶: سال ۱۳۹۸) و همچنین برای بررسی‌های بعدی روی سطوح جذب ضربه در هنگام استفاده انجام می‌شود (به عنوان مثال، برای بازرسی‌های دوره‌ای یا برای بازرسی بعد از تغییرات در تجهیزات نصب‌شده زمین بازی).

۷-۲ انتخاب و ثبت موقعیت‌های آزمون

۷-۲-۱ سطوح داخل منطقه برخورد برای تعیین یکنواختی سطح یا دارا بودن نواحی با عملکرد متفاوت ضربه مورد بررسی قرار می‌گیرد. نواحی طراحی‌شده دارای عملکرد ضربه متفاوت، باید به عنوان نواحی آزمون جداگانه درنظر گرفته شود (به زیربند ۵-۲-۱ مراجعه شود).

۷-۲-۲ انتخاب موقعیت‌های آزمون برای تجهیزات خاص زمین بازی، باید مطابق مثال‌های داده‌شده در پیوست ت باشد. برای تجهیزات شرح‌داده‌نشده در پیوست ت، باید دست کم یک آزمون در هر $۱۰\ m^2$ در منطقه برخورد انجام شود، آزمون در هر دو مورد باید در موقعیت مشخص‌شده در زیربند ۷-۲-۳ باشد.

برای تجهیزات با منطقه برخورد بزرگتر از $۱۰۰\ m^2$، یک آزمون باید روی هر $۲۰\ m^2$ انجام شود.

۷-۲-۳ هر ناحیه آزمون برای شناسایی نقاط سنگین سایش، سیگنال وخیم و خسارت بیشتر بررسی شود. در صورت امکان می‌توان از یک کاوشگر باریک برای اندازه‌گیری ضخامت سطح و شناسایی نازک‌ترین سطح استفاده کرد. هدف از این بررسی اطمینان عملی برای انجام آزمون در موقعیتی است که بطور احتمالی کمینه حفاظت (بدترین حالت) در آن انجام شده است.

۷-۲-۴ مکان هر موقعیت آزمون در یک ناحیه باید بطور دقیق با هر وسیله مناسبی، مانند اندازه‌گیری از نقاط خاص روی تجهیزات زمین بازی، عکس‌برداری از نشانه‌گذاری و نظیر آن، تعیین و ثبت شود.

۷-۳ انجام آزمون

۷-۳-۱ در هر موقعیت آزمون انتخاب‌شده، یک آزمون سقوط باید از ارتفاع سقوط دست‌کم معادل ارتفاع سقوط آزاد واقعی (FHF) از تجهیزات یا سایر الزاماتی که در استاندارد تعیین شده است، انجام شود (به زیربند ۵-۲-۱ نیز مراجعه شود).

۷-۳-۲ اندازه‌گیری ارتفاع سقوط آزاد (FHF) در محل توصیه می‌شود، زیرا تجربه نشان داده است که اندازه‌گیری ارتفاع سقوط آزاد (FHF) در محل می‌تواند با آنچه مورد انتظار تولیدکننده تجهیزات است به دلیل روش نصب، متفاوت باشد.

۷-۳-۳ آزمون را به تعداد مناسبی از موقعیت‌های آزمون در داخل نواحی آزمون تکرار کنید.

۷-۴ نتایج

۷-۴-۱ معیار آسیب به سر (HIC) و همچنین بیشترین مقدار شتاب g_{max} حاصل از ضربه در هر موقعیت آزمون باید ثبت و مستندسازی شود.

۷-۴-۲ اگر نتیجه آزمون سقوط، مقدار HIC بین ۹۵۰ و ۱۰۵۰ یا بیشترین مقدار شتاب g_{max} بین ۱۹۵ و ۲۰۵ را نشان داد، سه آزمون سقوط دیگر در سه موقعیت آزمون دیگر (در فاصله کمینه ۲۵۰ mm) از همان ارتفاع سقوط انجام دهید و میانگین سه نتیجه از بیشترین مقدار HIC یا g_{max} را به عنوان نتیجه آزمون، محاسبه کنید.

۸ گزارشات

۸-۱ کلیات

گزارشات باید فقط برای مواد سطحی که بطور واضح تعیین شده، زیرسازه‌ها و شرایط آزمون، در هنگامی که مطابق با روش ۱ این استاندارد آزمون می‌شوند، صادر شود (به زیربندهای ۵-۲ و ۸-۳ مراجعه شود). برای روش ۲ باید گزارش بازرسی صادر شود (به زیربند ۸-۴ مراجعه شود).

۸-۲ آزمون‌های انجام‌شده در آزمایشگاه مطابق با روش ۱

گزارش آزمون برای آزمون در آزمایشگاه باید شامل موارد زیر باشد:

الف- شماره و تاریخ این استاندارد ملی، مانند: روش ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۳۷: سال ۱۳۹۸؛

ب- تشریح کامل محصول آزمون‌شده، ابعاد، وزن، چگالی، جرم/واحد سطح و هر ویژگی دیگری که ممکن است بر ارتفاع سقوط بحرانی ماده تاثیر بگذارد و یا برای عمق، اندازه ذرات و نتایج آزمون غربال‌گری مطابق با استاندارد EN 933-1 (برای شن و ماسه) موثر باشد؛

پ- عکسی از مواد آزمون‌شده برای تعیین کردن اندازه مواد دانه‌ای نرم؛

ت- روش ثابت نگه‌داشتن مورد استفاده برای نگه‌داری نمونه‌ها یا ابعاد داخلی ظرف آزمون استفاده‌شده و ضخامت لایه برای مواد دانه‌ای نرم؛

ث- نموداری برای نشان دادن همه موقعیت‌های آزمون؛

ج- شرایط سطح در زمان انجام آزمون شامل: درجه حرارت بیان‌شده بر حسب درجه سلسیوس و مقدار رطوبت در صورت وابسته بودن (مانند شن) و روش آزمون استفاده‌شده؛

چ- نتایج هر یک از آزمون‌های سقوط با ارائه همه ارتفاعات سقوط استفاده‌شده و مقادیر HIC و g_{max} متناظر با هر یک از آنها؛

ح- ارتفاع سقوط بحرانی برای سطح مورد آزمون و بیان‌شده بر حسب متر تا دو رقم اعشار و با عدم قطعیت $\pm$ ۷ ٪؛

یادآوری ۱ – این عدم قطعیت مبتنی بر یافته‌های انجام آزمون دوره‌ای در سال ۲۰۱۱ است.

خ- منحنی‌های HIC و g_{max} ارتفاع سقوط که از ارتفاع سقوط بحرانی سطح تعیین شده است؛

د- منحنی شتاب/زمان یک ضربه با HIC معادل یا بیشتر از ۱۰۰۰ یا g_{max} معادل یا بیشتر از ۲۰۰g یا برای بیشینه مقدار HIC کمتر از ۱۰۰۰ و g_{max} کمتر از ۲۰۰g در بیشترین مقدار اندازه‌گیری‌شده.

یادآوری ۲- روش ۱ برای اندازه‌گیری ارتفاع سقوط بحرانی سطح تحت کمترین شرایط سازگار در نظر گرفته شده است. گزارشات آزمون می‌تواند به عنوان مبنایی جهت انتخاب سطح برای هر وضعیتی تحت شرایط معمول آب و هوایی استفاده شود.

۸-۳ آزمون‌های انجام‌شده در محل مطابق با روش ۱

گزارش آزمون انجام‌شده در محل باید شامل عبارت زیر به عنوان مقدمه‌ای برای گزارش باشد:

«این آزمون در محل با شرایط آب و هوایی و مکانی خاص موجود در روز آزمون انجام شد. نتایج را نمی‌توان برای نشان دادن عملکرد محصول تحت هیچ شرایط یا مکان دیگری استفاده کرد.»

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

الف- شماره و تاریخ این استاندارد ملی، مانند: روش ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۳۷: سال ۱۳۹۸؛

ب- نشانی محل (مانند نشانی پستی) و در صورت لزوم، لایه‌ای که سطح مورد آزمون بر روی آن قرار گرفته است؛

پ- شرحی از محصول آزمون‌شده و هر مرجع قابل استفاده برای شناسایی آن؛

ت- عکسی از مواد آزمون‌شده برای تعیین کردن اندازه مواد دانه‌ای نرم؛

ث- ضخامت لایه برای مواد دانه‌ای نرم و برای محصولات تشکیل‌شده در محل؛

ج- شناسایی و محل هر موقعیت آزمون؛

چ- شرایط سطح در زمان انجام آزمون شامل درجه حرارت و رطوبت، عمر محصول (اگر معلوم شده است) و سایر عواملی که ممکن است در نتایج تأثیر داشته باشد، مانند مقدار رطوبت (در مورد مواد دانه‌ای نرم)؛

ح- نتایج حاصل از هر یک از آزمون‌های سقوط با ارائه همه ارتفاعات سقوط استفاده‌شده و مقادیر HIC و g_{max} متناظر با هر یک از آنها؛

خ- ارتفاع سقوط بحرانی برای سطح در هر موقعیت آزمون که بر حسب تا دو رقم اعشار بیان شده است و در ادامه متنی به شرح « این نتایج تحت شرایط کنترل‌شده آزمایشگاه دارای عدم قطعیت ٪ ۷ ± است و تحت شرایط محل عدم قطعیت ممکن است بزرگ‌تر باشد.»؛

یادآوری – این عدم قطعیت مبتنی بر یافته‌های انجام آزمون دوره‌ای در سال ۲۰۱۱ است. متذکر می‌گردد که آزمون دوره‌ای تحت شرایط کنترل‌شده آزمایشگاه انجام شده است و بنابراین نتایج این آزمون خاص در محل می‌تواند حتی دارای یک انحراف معیار بیش‌تر باشد.

د- منحنی‌های HIC و g_{max} ارتفاع سقوط که از ارتفاع سقوط بحرانی سطح برای هر موقعیت آزمون تعیین شده است؛

ذ- منحنی شتاب/زمان یک ضربه با HIC معادل یا بیشتر از ۱۰۰۰ یا g_{max} معادل یا بیشتر از ۲۰۰g یا برای بیشینه مقدار HIC کمتر از ۱۰۰۰ و g_{max} کمتر از ۲۰۰g در بیشترین مقدار اندازه‌گیری‌شده.

۸-۴ آزمون‌های انجام‌شده در محل مطابق با روش ۲

گزارش آزمون انجام‌شده در محل برای روش ۲ باید شامل عبارت زیر به عنوان مقدمه‌ای برای گزارش باشد:

«این آزمون در محل با شرایط آب و هوایی و مکانی خاص موجود در روز آزمون انجام شد. نتایج را نمی‌توان برای نشان دادن عملکرد محصول تحت هیچ شرایط یا مکان دیگری استفاده کرد.»

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

الف- شماره و تاریخ این استاندارد ملی، مانند: روش ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۳۷: سال ۱۳۹۸؛

ب- نشانی محل (مانند نشانی پستی) و در صورت لزوم، لایه‌ای که سطح مورد آزمون بر روی آن قرار گرفته است؛

پ- شرحی از محصول آزمون‌شده و هر مرجع قابل استفاده برای شناسایی آن؛

ت- عکسی از مواد آزمون‌شده برای تعیین کردن اندازه مواد دانه‌ای نرم؛

ث- ضخامت لایه برای مواد دانه‌ای نرم و برای محصولات تشکیل‌شده در محل؛

ج- شناسایی و محل هر موقعیت آزمون و جزئیات تجهیزات و ارتفاع سقوط آزاد آن (FHF) یا سایر الزامات مندرج در استاندارد؛

چ- شرایط سطح در زمان انجام آزمون شامل درجه حرارت و رطوبت، عمر محصول (اگر معلوم شده است) و سایر عواملی که ممکن است در نتایج تأثیر داشته باشد، مانند مقدار رطوبت (در مورد مواد دانه‌ای نرم)؛

ح- نتایج حاصل از هر یک از آزمون‌های سقوط با ارائه همه ارتفاعات سقوط استفاده‌شده و مقادیر HIC و g_{max} متناظر با هر یک از آنها؛

خ- منحنی شتاب/زمان یک ضربه در محل؛

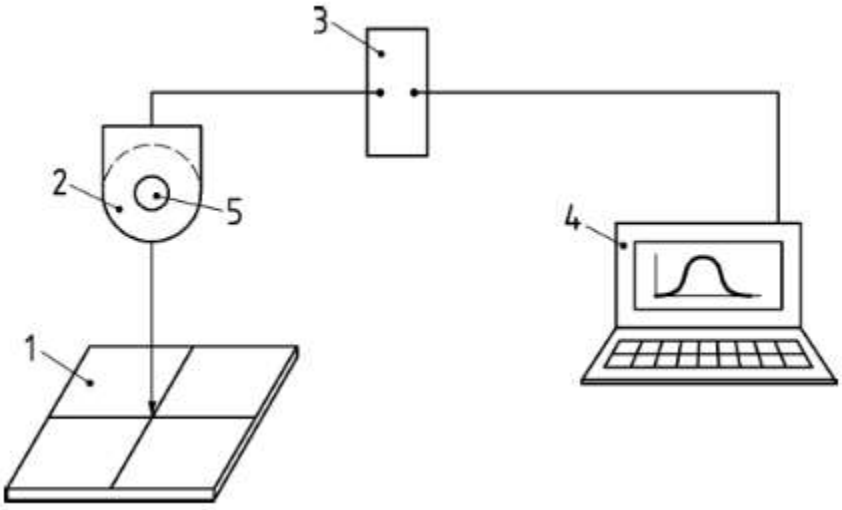
د- متنی به شرح زیر:

«سطح جذب ضربه باید دارای HIC برابر یا کمتر از ۱۰۰۰ و g_{max} کمتر از ۲۰۰ از سقوطی برابر ارتفاع سقوط آزاد (FHF) تجهیزات روی آن باشد. این گزارش می‌تواند فقط برای تأیید عملکرد سطح در وضعیت خاص در زمان آزمون استفاده شود.»

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

تجهیزات آزمون برای تعیین جذب ضربه



راهنما:

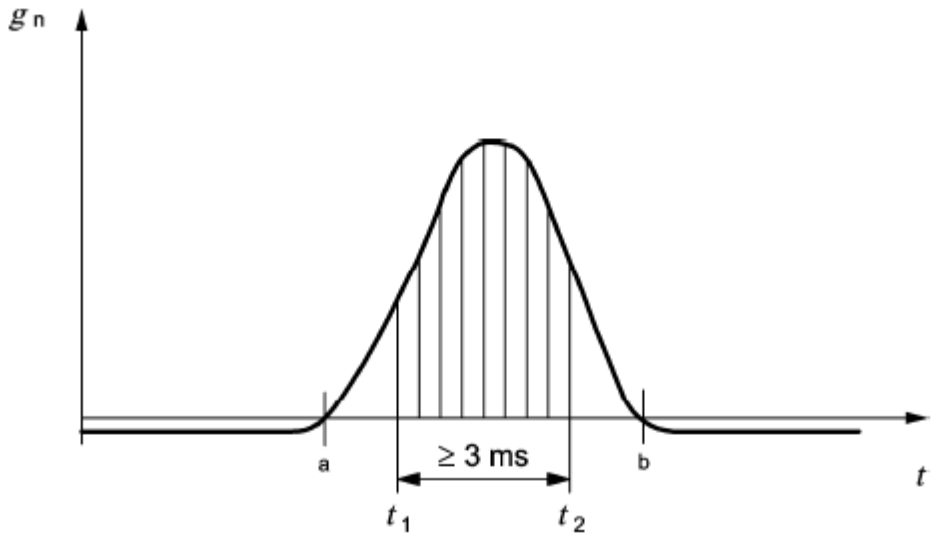
1 نمونه آزمون
2 سر مصنوعی
3 تغییردهنده سیگنال (درصورت نیاز)
4 رایانه
5 شتاب‌سنج

شکل الف-۱- تجهیزات آزمون برای تعیین ارتفاع سقوط بحرانی

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثال‌های معمول[1] از اثر شتاب در برابر زمان و منحنی مقادیر HIC و g_{max} در برابر ارتفاع سقوط

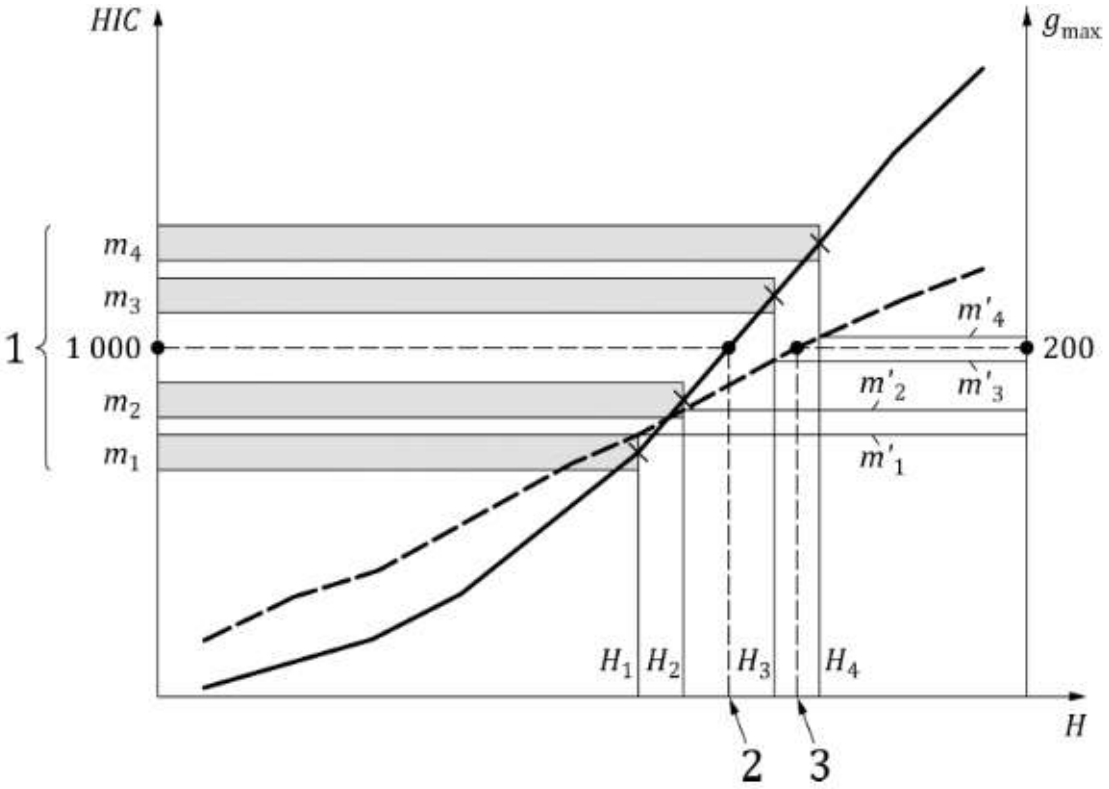


راهنما:

a	t_{start}
b	t_{end}
a	شتاب (g)
t	زمان (ms)

شکل ب-۱- اثر معمول شتاب در برابر زمان

[1] - typical



راهنما:

1	اندازه‌گیری‌های ضربه m_1 تا m_4 در HIC حاصل از ارتفاعات سقوط H_1 تا H_4
2	ارتفاع سقوط بحرانی در HIC = ۱۰۰۰
3	ارتفاع سقوط بحرانی در g_{max} = ۲۰۰
m_1	HIC = ۷۰۰ تا ۸۰۰
m_2	HIC = ۸۵۰ تا ۹۰۰
m_3	HIC = ۱۰۵۰تا ۱۱۵۰
m_4	HIC = ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰
m'_1، m'_2، m'_3 و m'_4	اندازه‌گیری‌های ضربه m'_i در g_{max} حاصل از ارتفاعات سقوط H_i
H_1، H_2، H_3 و H_4	ارتفاعات سقوط H1 تا H4 (m)

شکل ب-۲- مثالی از منحنی‌های معمول حاصل از آزمون روی چهارگوشه‌های لاستیکی برای مقادیر HIC و g_{max} در ارتفاع سقوط

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

تصدیق محاسبات عددی رایانه مورد استفاده برای محاسبه HIC

برای تصدیق کامل، توصیه می‌شود محاسبات تأیید شود. تصدیق با استفاده از فرمول زیر انجام می‌شود:

$$V = \frac{A}{2}\left(1 - cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)\right) \qquad (پ-۱)$$

که در آن:

V ولتاژ خروجی از تغییردهنده برای شبیه‌سازی یک ضربه است؛

A دامنه کل سیگنال (±) است؛

t زمان بر حسب میلی‌ثانیه است؛

T دوره تناوب بر حسب میلی‌ثانیه است.

یادآوری – برای محاسبه فرمول پ-۱، سیگنال واردشده برای شبیه‌سازی یک ضربه بر حسب ولت (v) مطابق با شتاب اندازه‌گیری شده a (بر حسب g) بسته به فن‌آوری شتاب سنج بکار رفته اندازه‌گیری می‌شود.

جدول زیر برای یک فرکانس kHz ۲۰ با پارامترهای مختلفی از A و T ایجاد شده است. این موضوع امکان شبیه‌سازی سه منحنی "استاندارد" برای یک ضربه را فراهم می‌سازد. نرم‌افزار محاسبه باید با درنظر گرفتن خطای گردکردن، مقادیر "هدف" شاخص HIC و $\Delta T\ (t_2 - t_1)$ را پیدا کند.

تأیید فواصل شاخص HIC و ΔT با درنظر گرفتن عدم قطعیت ٪ ۱ در دامنه و فرکانس مولد صدا[1] تعیین می‌شود.

جدول پ-۱- محاسبه ولتاژ خروجی برای فرکانس ۲۰ kHz

دوره تناوب T ms	دامنه	شاخص HIC	Δt $(t_2 - t_1)$
۱۰	۱۰۰	۲۹۵ تا ۳۱۱	۵٫۰۳ – ۵٫۱۴
۱۰	۱۵۰	۸۱۴ تا ۸۵۶	۵٫۰۳ – ۵٫۱۴
۱۰	۲۰۰	۱۶۷۱ تا ۱۷۵۶	۵٫۰۳ – ۵٫۱۴

1 - audio generator

پیوست ت

(الزامی)

روش انتخاب موقعیت‌های آزمون در زمین‌های بازی برای روش ۲ (به بند ۷ مراجعه شود)

ت-۱ اصول کلی

هدف این پیوست این است که منطقه برخورد و هر بخش از تجهیزات، نواحی آزمون و کمینه تعداد موقعیت‌های آزمون که باید مطابق روش آزمون ۲ بررسی شود، تعیین گردد. (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود).

جداول زیر محل و تعداد موقعیت‌های آزمونی که برای انجام آزمون اجزای بازی خاص (همان‌طور که در مجموعه استانداردهای ملی ۶۴۳۶ اشاره‌شده) باید در منطقه برخورد انتخاب شود را نشان می‌دهد. سایر اجزاء بازی که در این جدول نیامده است توصیه می‌شود مطابق با همان روش توضیح داده شده آزمون شود. اندازه‌گیری‌ها در همه موارد باید در موقعیت‌هایی با کم‌ترین ضخامت اندازه‌گیری‌شده مواد سطح مربوط به ارتفاع سقوط آزاد (FHF) اجزای بازی متناضر، انجام شود.

ت-۲ معیار انتخاب نواحی آزمون (به زیربند ۳-۱۲ مراجعه شود)

محل نواحی آزمون بستگی به تجهیزات نصب‌شده و سقوط قابل‌پیش‌بینی معقول دارد.

بسته به نوع تجهیزات، تشخیص نواحی آزمون در سطح جذب ضربه (IAS) برای ارتفاع‌های سقوط آزاد مختلف از اجزای بازی تشکیل‌دهنده تجهیزات، ضروری است.

هر ناحیه آزمون تعیین‌شده دست‌کم در معرض یک آزمون با استفاده از روش ۲ قرار می‌گیرد.

دست‌کم سه اندازه‌گیری ضخامت در هر ناحیه آزمون باید انجام شود و آزمون باید در نقطه مربوط به کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده صورت پذیرد.

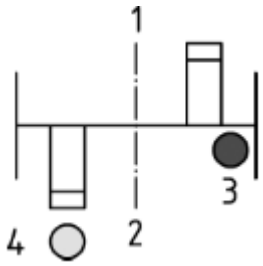
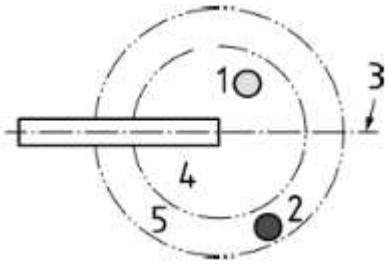
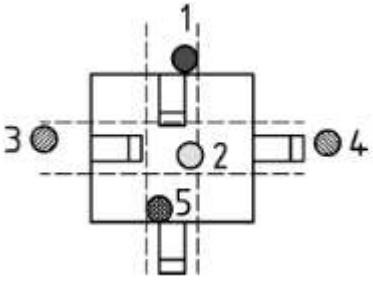
ضخامت نقطه مورد آزمون و همچنین محل آن نسبت به تجهیزات گزارش می‌شود (به زیربندهای ۷-۲-۲ و ۷-۲-۳ مراجعه شود).

ضخامت‌های اندازه‌گیری‌شده برای آگاهی است. عدم قطعیت این اندازه‌گیری‌ها بیشتر وابسته به طبیعت مواد است (مانند مواد محدودنشده[1]).

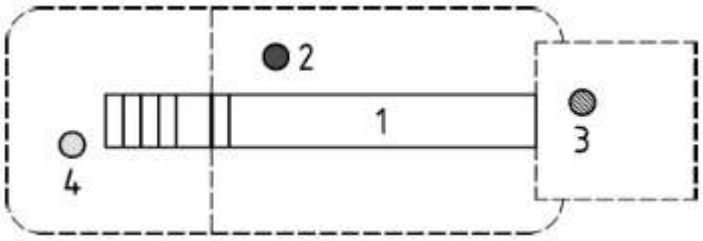
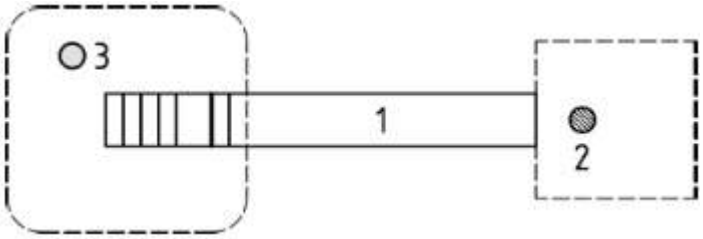
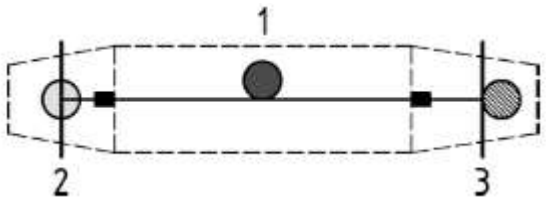
در جداول ت-۱ تا ت-۴ مثال‌هایی از منطقه برخورد برای انواع تجهیزات خاص مطرح‌شده و تعداد کمینه ناحیه آزمون برای انجام آزمون را نشان داده است.

1 -unbound material

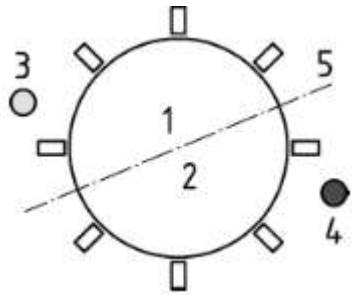
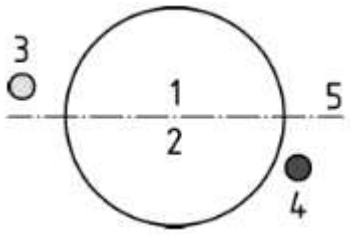
جدول ت-۱- مثال‌هایی برای نواحی آزمون – تاب‌ها

تاب‌ها	محل و تعداد موقعیت‌های آزمون	تصویر
نوع ۱: یک محور چرخش	یک موقعیت آزمون در هر نشیمنگاه (3 و 4) که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS روی کناره جلویی یا عقبی نشیمنگاه انتخاب می‌شود. 1: کناره عقبی 2: کناره جلویی	 **شکل ت-۱**
نوع ۲: چندین محور چرخش	مانند نوع ۱	
نوع ۳: یک نقطه آویز	موقعیت‌های آزمون روی هر کناره از محور: 1: یک موقعیت در محدوده A (4) 2: یک موقعیت در محدوده B (5) روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود 3: محور 4: محدوده A، به زیربند ۴-۱۰-۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۴۳۶ مراجعه شود 5: محدوده B یا C، به زیربند ۴-۱۰-۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۴۳۶ مراجعه شود	 **شکل ت-۲**
نوع ۴: تاب ترکیبی	یک موقعیت آزمون در ناحیه آزمون مرکزی 2 یک موقعیت آزمون در هر یک از نشیمنگاه‌های 1، 2، 3 و 4 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۳**

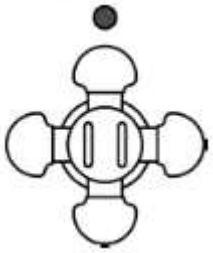
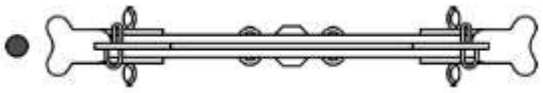
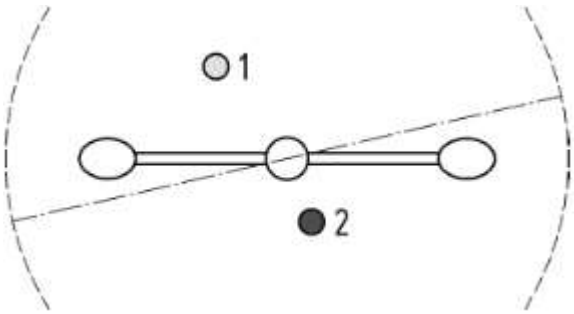
جدول ت-۲- مثال‌هایی برای نواحی آزمون – سرسره‌ها و مسیرهای کابلی

سرسره‌ها	محل و تعداد موقعیت‌های آزمون	تصویر
نوع ۱: سرسره روباز	1: سرسره 2: ناحیه آزمون زیر سرسره 3: ناحیه آزمون بخش خروج 4: ناحیه آزمون وسیله دسترسی در منطقه برخورد یک موقعیت آزمون در هر یک از نواحی آزمون 2، 3 و 4 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۴**
نوع ۲: سرسره تونلی	1: سرسره تونلی 2: ناحیه آزمون بخش خروج 3: ناحیه آزمون وسیله دسترسی در منطقه برخورد یک موقعیت آزمون در هر یک از نواحی آزمون 2 و 3 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۵**
نوع ۳: مسیرهای کابلی	1: منطقه تعلیق: یک ناحیه آزمون 2: منطقه شروع: یک ناحیه آزمون 3: نقطه پایانی: یک ناحیه آزمون یک موقعیت آزمون در هر یک از نواحی آزمون 1، 2 و 3 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۶**

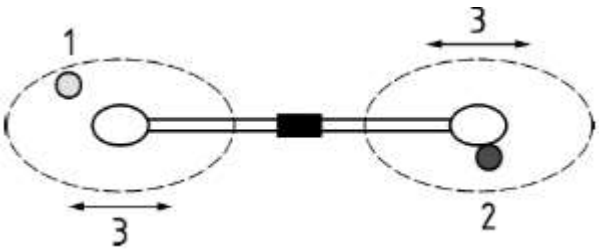
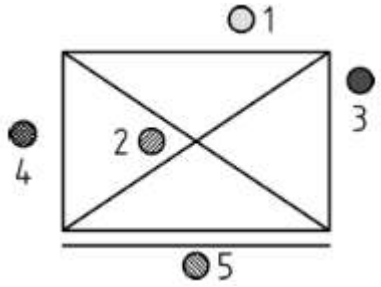
جدول ت-۳- مثال‌هایی برای نواحی آزمون – چرخ و فلک‌ها

چرخ و فلک‌ها	محل و تعداد موقعیت‌های آزمون	تصویر
نوع ۱: چرخ و فلک بالاسری	3 و 4: دو موقعیت آزمون در دو طرف محور تعیین‌شده در خارج از چرخ و فلک است یک موقعیت آزمون در هر ناحیه آزمون 3 و 4 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود 1: طرف بالا 2: طرف پایین 5: محور تعیین‌شده	 **شکل ت-۷**
نوع ۲: دیسک‌های چرخان بزرگ	3 و 4: دو موقعیت آزمون در دو طرف محور تعیین‌شده در خارج از چرخ و فلک است یک موقعیت آزمون در هر ناحیه آزمون 3 و 4 که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود 1: طرف بالا 2: طرف پایین 5: محور تعیین‌شده	 **شکل ت-۸**

جدول ت-۴- مثال‌هایی برای نواحی آزمون – تجهیزات نوسانی و سازه مشبک فضایی

تجهیزات نوسانی	محل و تعداد موقعیت‌های آزمون	تصویر
نوع ۱: الاکلنگ محوری	1: موقعیت آزمون در ناحیه آزمون که در کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS پس از کنترل ضخامت زیر هر محل دو نشیمنگاه انتخاب می‌شود	**شکل ت-۹**
نوع ۲: تجهیزات نوسانی تک نقطه‌ای	یک موقعیت آزمون در منطقه برخورد	**شکل ت-۱۰**  **شکل ت-۱۱**
نوع ۳: تجهیزات نوسانی چند نقطه‌ای (با یا بدون حرکت چند جهتی)	مانند روش نوع ۱	 **شکل ت-۱۲**
نوع ۴: الاکلنگ نوسانی	یک موقعیت آزمون در منطقه برخورد	**شکل ت-۱۳**
نوع ۵: الاکلنگ جارویی با یک نقطه آویز	دو موقعیت آزمون (1 و 2): در هر طرف از یک محور تعیین‌شده که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۱۴**

جدول ت-۴- مثال‌هایی برای نواحی آزمون – تجهیزات نوسانی و سازه‌های مشبک فضایی (ادامه)

تجهیزات نوسانی	محل و تعداد موقعیت‌های آزمون	تصویر
نوع ۶: الاکلنگ تک محوری در بالای سر	موقعیت آزمون 1 و 2: یک موقعیت آزمون در هر نشیمنگاه که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS در هر ناحیه آزمون انتخاب می‌شود (پیکان 3 حرکت عرضی را نشان می‌دهد)	 **شکل ت-۱۵**
سازه‌های مشبک فضایی	یک موقعیت آزمون خارج از ساختار هر سمت (1، 3، 4 و 5) یک موقعیت آزمون داخل ساختار (2) که روی کمینه ضخامت اندازه‌گیری‌شده IAS انتخاب می‌شود	 **شکل ت-۱۶**

پیوست ث

(الزامی)

روش فشرده‌سازی ذرات نرم در مواد جذب ضربه (به زیربند ۶-۲-۴-۵-۱ مراجعه شود)

ث-۱ کلیات

عملکرد برخی از ذرات در مواد دانه‌ای نرم یا سامانه‌های حاوی مواد دانه‌ای نرم می‌تواند بطور قابل توجهی تحت تاثیر فشرده‌سازی در استفاده معمول قرار گیرد. روش فشرده‌سازی چنین موادی که باید قبل از آزمون انجام شود در این پیوست شرح داده شده است. این روش برای آزمون در آزمایشگاه مطابق روش ۱ به‌کار می‌رود.

آزمون در محل روی سطحی انجام می‌شود که برای هر دو روش ۱ و روش ۲ آماده‌سازی نشده است.

ث-۲ اندازه‌گیری ضخامت لایه

بطور آهسته سطح مواد را در موقعیت آزمون برای ایجاد لایه‌ای صاف و یکنواخت، جمع کنید.

اندازه‌گیری ضخامت لایه را بطور مثال با قراردادن یک تخته دایره‌ای و صلب با قطر کمینه ۲۰۰ mm، انجام دهید و ضخامت سطح آماده‌شده را مشخص کنید و ضخامت لایه را از زیر تخته تا زیرلایه اندازه‌گیری کنید، برای مثال به وسیله یک کاوشگر میله‌ای کالیبره‌شده که قطر بیشتر از ۳ mm نداشته باشد.

ث-۳ روش فشرده‌سازی

تخته دایره‌ای صلب با قطر دست‌کم ۲۰۰ mm را روی آزمونه قرار دهید. فشار N/cm^2 (۰٫۱ ± ۲) به مدت s (۱ ± ۳) به تخته وارد کنید. اعمال این نیرو را ۴ مرتبه تکرار کنید به‌طوری که کل مراحل در مدت ۱ min انجام شود.

ابعاد تخته انتخاب‌شده می‌تواند متناسب با وزن آزمون‌کننده باشد. قطرهای تخته در محدوده فشار N/cm^2 (۰٫۱ ± ۲) می‌تواند بر اساس جرم‌های بدن آزمون‌کننده مطابق جدول ث-۱به مقدار ۵ mm در هر مرحله افزایش یابد.

جدول ث-۱- ابعاد اندازه تخته‌ای که می‌تواند توسط آزمون‌کننده‌ها با وزن مختلف استفاده شود

وزن آزمون‌کننده Kg	قطر تخته mm
۵۹٫۷ تا ۶۶٫۰	۲۰۰
۶۲٫۷ تا ۶۹٫۳	۲۰۵
۶۵٫۸ تا ۷۲٫۷	۲۱۰
۶۹٫۰ تا ۷۶٫۲	۲۱۵
۷۲٫۲ تا ۷۹٫۸	۲۲۰
۷۵٫۵ تا ۸۳٫۵	۲۲۵
۷۸٫۹ تا ۸۷٫۲	۲۳۰
۸۲٫۴ تا ۹۱٫۱	۲۳۵
۸۶٫۰ تا ۹۵٫۰	۲۴۰
۸۹٫۶ تا ۹۹٫۰	۲۴۵
۹۳٫۳ تا ۱۰۳٫۱	۲۵۰
۹۷٫۰ تا ۱۰۷٫۲	۲۵۵
۱۰۰٫۹ تا ۱۱۱٫۵	۲۶۰
۱۰۴٫۸ تا ۱۱۵٫۸	۲۶۵
۱۰۸٫۸ تا ۱۲۰٫۲	۲۷۰

پیوست ج

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از یک روش برای بررسی عملکرد دستگاه آزمون HIC

جدول ج-۱- مثالی از یک روش برای بررسی عملکرد صحیح دستگاه آزمون HIC استفاده‌شده بطور هفتگی

داخلی/خارجی	نوع آزمون	دوره زمانی
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	فروردین سال اول
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	فروردین سال اول
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	تیر سال اول
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	تیر سال اول
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	مهر سال اول
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	مهر سال اول
کالیبراسیون توسط آزمایشگاه (به زیربند ۴-۳-۱ مراجعه شود)	سامانه اندازه‌گیری شتاب سامانه اندازه‌گیری سرعت محاسبات عددی رایانه	دی سال اول
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	فروردین سال دوم
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	فروردین سال دوم
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	تیر سال دوم
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	تیر سال دوم
خود ارزیابی	آزمون مقایسه‌ای روی سطح مرجع	مهر سال دوم
خود ارزیابی	آزمون عدم قطعیت	مهر سال دوم
کالیبراسیون توسط آزمایشگاه (به زیربند ۴-۳-۱-۱مراجعه شود)	سامانه اندازه‌گیری شتاب سامانه اندازه‌گیری سرعت محاسبات عددی رایانه	دی سال دوم