INSO
20606
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۶۰۶
چاپ اول
۱۳۹۴

صحه‌گذاری نیروی اعمالی دستگاه‌های آزمون- آیین‌کار

Standard Practices for Force Verification of Testing Machines

ICS:19.060

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@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 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@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران 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 منصفانهٔ 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 مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی 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. در تدوین 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 پیش‌بینی شده 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 به منظور 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 این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« صحه‌گذاری نیروی اعمالی دستگاه‌های آزمون- آیین‌کار »

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
جمال‌ریحان، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	پیشرو داده پردازی دیبا
دبیر:	
نوید چاخرلو، تاج بخش (دکتری مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی آغویه، حسین (دکتری شیمی)	دانشگاه مراغه
اصولی بستان آباد، کریم (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	فناوران کامپوزیت آذربایجان
بهاری، ابراهیم (کارشناسی مهندسی مکانیک)	فولاد مهر سهند
حنیفی نسب، محمدباقر (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره استاندارد آذربایجان شرقی
دائی کوزه کنانی، ضیاءالدین (دکتری الکترونیک)	دانشگاه تبریز
رضوی، سید شهاب الدین (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت گوپت
سلمانی شادباد، ولی (کارشناسی فناوری اطلاعات)	پیشرو داده‌پردازی دیبا
قاسمی کاکرودی، مهدی (دکتری مهندسی مواد)	دانشگاه تبریز

موید، علی — آذر افروز پویا
(کارشناسی ارشد مکاترونیک)

ویراستار:

حنیفی نسب، محمدباقر — اداره استاندارد آذربایجان شرقی
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	پیش‌گفتار	د
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	اهمیت و کاربرد	۵
۵	وسایل کالیبراسیون	۵
۶	مزایا و محدودیت‌های روش ها	۶
۷	صحه‌گذاری سامانه	۶
۸	تصحیح گرانش و شناوری در هوا	۷
۹	اعمال نیرو	۸
۱۰	انتخاب نیروهای صحه‌گذاری	۹
۱۱	خروج از مرکزیت نیرو	۱۰
الف	صحه‌گذاری از طریق وزنه‌های استاندارد	۱۰
۱۲	روش اجرا	۱۰
ب	صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون سختی از طریق ترازوی کفه ای و وزنه‌های استاندارد	۱۱
۱۳	روش اجرا	۱۱
پ	صحه‌گذاری از طریق وسیله کالیبراسیون کشسان	۱۲
۱۴	تعادل دمایی	۱۲
۱۵	روش اجرا	۱۲
۱۶	دستگاه‌های آزمون خزش- گسیختگی نوع اهرمی	۱۳
	محاسبه و گزارش	۱۴
۱۷	مبنای صحه‌گذاری	۱۴
۱۸	تصحیحات	۱۴
۱۹	فاصله زمانی بین صحه‌گذاری ها	۱۵
۲۰	تضمین دقت بین صحه‌گذاری ها	۱۵
۲۱	گزارش و صدور گواهی	۱۶
	پیوست الف (الزامی) صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو خارج از دستگاه آزمون	۱۸
	پیوست ب (اطلاعاتی) تعیین تفکیک‌پذیری نشانگر نیرو	۲۰

عنوان **صفحه**

پیوست پ (اطلاعاتی) شناسایی و تعیین اجزای عدم قطعیت اندازه‌گیری در صحه‌گذاری مطابق با این استاندارد ملی ۲۳

پیش‌گفتار

استاندارد « صحه‌گذاری نیروی اعمالی دستگاه‌های آزمون- آیین‌کار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و هشتاد و پنجمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، 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 زمینهٔ 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM E4:2014, Standard Practices for Force Verification of Testing Machines

صحه‌گذاری نیروی اعمالی دستگاه‌های آزمون- آیین‌کار

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری اقدامات ایمنی و سلامتی مناسب و اجزای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون برای صحه‌گذاری نیرو، از طریق وسایل کالیبراسیون استاندارد، برای دستگاه‌های آزمون کشش یا فشار، یا هر دو، به صورت استاتیک یا نیمه استاتیک (که ممکن است دارای سامانه‌های نمایشگر نیرو باشند) می‌باشد. این استاندارد مشخصات خرید کامل برای دستگاه‌های آزمون ارائه نمی‌دهد . دستگاه‌های آزمون می‌توانند با استفاده از یکی از سه روش زیر یا ترکیبی از آنان صحه‌گذاری شوند:

الف- استفاده از وزنه‌های استاندارد،

ب- استفاده از وزنه‌های استاندارد و ترازوی کفه‌ای، یا

پ- استفاده از وسایل کالیبراسیون کشسان.

یادآوری- این استاندارد برای صحه‌گذاری تمام انواع دستگاه‌های آزمون طراحی شده برای اندازه‌گیری نیروها، مانند نوع بارگذاری با نرخ ثابت که براساس صفحه شیب‌دار عمل می‌کند کاربرد ندارد. این نوع دستگاه را می توان با استفاده از روش مطرح شده در پیوست استاندارد ASTM D76 صحه‌گذاری نمود.

سه روش مطرح شده بالا، برای صحه‌گذاری سامانه‌های نمایشگر نیروی همراه با دستگاه آزمون مانند ترازو، صفحه مدرج، ثبات نمودار نشانه‌دار یا بدون نشانه، نمایشگر دیجیتالی و غیره کاربرد دارند. در تمامی موارد خریدار/ مالک/ کاربر باید سامانه‌های نمایشگر نیرو را برای صحه‌گذاری تعیین نموده و در گزارش نیز ذکر نماید.

نیروهای نمایش داده شده روی خروجی‌ها و نمایشگرهای سامانه‌های داده‌ای دستگاه آزمون (که می‌توانند به صورت لحضه‌ای، تاخیری، ذخیره‌سازی شده، یا انتقال مجدد یافته باشند) که توسط موارد ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد این استاندارد صحه‌گذاری شده و در محدوده درستی ٪ ۱± قرار دارد، با این استاندارد ملی مطابقت دارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت 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:

2-1 ASTM D76: Specification for Tensile Testing Machines for Textiles

2-2 ASTM E74: Practice of Calibration of Force-Measuring Instrumentsfor Verifying the Force Indication of Testing Machines

2-3 ASTM E467: Practice for Verification of Constant Amplitude DynamicForces in an Axial Fatigue Testing System

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱ تعاریف

۳-۱-۱ درستی

accuracy

انحراف‌های مجاز تعیین شده نسبت به مقدار مرجع است.

زمانی یک دستگاه آزمون درست خوانده می‌شود که نیروی نمایش داده شده در بازه انحرافات مجاز تعیین شده از نیروی واقعی قرار داشته باشد. در این روش‌ها، واژه «درست» بکار رفته در مورد یک دستگاه آزمون بدون مقادیر عددی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به طور مثال، «یک دستگاه آزمون درست برای انجام پژوهش مورد استفاده قرار گرفت». درستی یک دستگاه آزمون نباید با حساسیت آن اشتباه گرفته شود. به طور مثال، یک دستگاه آزمون می‌تواند از حساسیت بالایی برخوردار باشد، اما در عین حال با وجود نشان دادن تغییرات کوچک و جزئی در نیرو به صورت سریع، درستی پایینی داشته باشد. از سوی دیگر، درستی نتایج در حالت کلی باعث محدود شدن حساسیت می‌شود.

۳-۱-۲ کالیبراسیون

calibration

فرایند مقایسه نمایش نیروی مربوط به دستگاه تحت آزمون (در مورد دستگاه‌های آزمون نیرو)، برای ایجاد تنظیمات مورد نیاز جهت مطابقت با الزامات خطا است.

۳-۱-۳ گستره ظرفیت

capacity range

در مورد دستگاه‌های آزمون، عبارت است از گستره‌ای از نیروها که دستگاه آزمون برای آن طراحی شده است. برخی از دستگاه‌های آزمون دارای بیش از یک گستره ظرفیت می‌باشند که آن را گستره‌های چندگانه می‌نامند.

۳-۱-۴ تصحیح

correction

در مورد دستگاه‌های آزمون، اختلاف به‌دست آمده با کم کردن نیروی نمایش داده شده از مقدار صحیح نیروی اعمال شده است.

۳-۱-۵ وسیله کالیبراسیون کشسان

elastic calibration device

عبارت است از وسیله‌ای برای استفاده در صحه‌گذاری خوانده‌های نیروی دستگاه آزمون متشکل از عضو (یا اعضای) کشسان که نیروها بر آن اعمال شده و با یک مکانیزم یا وسیله برای نمایش مقدار (یا کمیت متناسب با مقدار) تغییر شکل تحت نیرو ترکیب شده است.

۳-۱-۶ خطا (یا انحراف از مقدار صحیح)

error (or the deviation from the correct value)

در مورد دستگاه‌های آزمون، اختلاف به‌دست آمده از کم کردن نیروی نمایش داده شده توسط وسیله کالیبراسیون از نیروی نمایش داده شده توسط دستگاه آزمون است. واژه «خطا» باید با مقادیر عددی مورد استفاده قرار گیرد، به طور مثال، در نیروی ۱۳۳ kN، خطای دستگاه آزمون برابر با ۶۷ N+ بود.

۳-۱-۷ نیرو

force

در مورد دستگاه‌های آزمون، نیروی اندازه‌گیری شده برحسب یکاهایی مانند پوند- نیرو، نیوتن، یا کیلوگرم- نیرو است.

نیوتن نیرویی است که اگر روی یک جرم ۱ kg اعمال شود، در آن شتاب معادل $1 m/s^2$ ایجاد می‌کند.

۳-۱-۸ درصد خطا

percent error

در مورد دستگاه‌های آزمون، نسبت خطای بیان شده به مقدار صحیح نیروی اندازه‌گیری شده برحسب درصد است. نیروی آزمون، که توسط دستگاه آزمون نمایش داده می‌شود، و نیروی اعمالی، که از خوانده‌های وسیله صحه‌گذاری محاسبه می‌گردد، بایددر هر نقطه آزمون ثبت شود. خطا (E) و درصد خطا (E_p) باید از داده‌های زیر محاسبه گردند:

$$E = A - B, E_p = [({}^{A-B}/_{B})] \times 100 \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

A نیروی نمایش داده شده توسط دستگاه صحه‌گذاری شده برحسب نیوتن، و

B مقدار صحیح نیروی اعمال شده برحسب نیوتن، تعیین شده توسط وسیله کالیبراسیون می‌باشد.

۳-۱-۹ انحرافات مجاز (یا رواداری)

permissible variation (or tolerance)

در مورد دستگاه‌های آزمون، خطای مجاز بیشینه در مقدار کمیت نمایش داده شده است. بیان تغییرات مجاز به صورت درصد خطا مطلوب‌تر و مناسب‌تر می‌باشد. مقدار عددی تغییرات مجاز برای یک دستگاه آزمون در این استاندارد و از این زیر بند به بعد بیان خواهد شد

۳-۱-۱۰ تفکیک‌پذیری نمایشگر نیرو

resolution of the force indicator

عبارت است از کوچک‌ترین تغییرات نیرو که امکان برآورد یا تعیین آن روی دستگاه نمایشگر نیروی دستگاه آزمون در هر نیروی اعمال شده وجود دارد. در پیوست ب، روشی برای تعیین تفکیک‌پذیری بیان شده است.

۳-۱-۱۰-۱ تفکیک‌پذیری نمایشگرهای آنالوگ نیرو (ترازوها، صفحه‌های مدرج، ثبات‌ها و غیره)

کوچک‌ترین تغییرات در نیروی نمایش داده شده توسط جابجایی یک اشاره‌گر یا قلم رسم است. تفکیک‌پذیری با ضرب نیروی متناظر با یک درجه‌بندی در نسبت پهنای اشاره‌گر یا قلم رسم نسبت به مرکز فاصله مرکزی بین دو نشانه مدرج مجاور محاسبه می‌گردد. نسبت‌های نوعی مورد استفاده عبارتند از: ۱ به ۱، ۱ به ۲، ۱ به ۵ یا ۱ به ۱۰. فاصله ۲٫۵ mm یا بیشتر برای نسبت ۱ به ۱۰ توصیه می‌شود. نسبت کمتر از ۱ به ۱۰ بهتر است مورد استفاده قرار نگیرد. در صورتی که صفحه مدرج نمایشگر نیرو دارای درجه بندی‌هایی در فواصل ۲٫۰ mm است، پهنای اشاره‌گر تقریبا برابر با ۱٫۰ mm و یک درجه‌بندی ۲۵ N خواهد بود. نسبت مورد استفاده ۱ به ۲ بوده و تفکیک‌پذیری نیز برابر با $12\ N - N\frac{1}{2}$ خواهد بود.

۳-۱-۱۰-۲ تفکیک‌پذیری نشانگرهای دیجیتالی نیرو (عددی، نمایشگرها، خروجی چاپی و غیره)

کوچک‌ترین تغییرات در نیروی نمایش داده شده روی شاخص نیرو در هر نیروی اعمال شده است. یک عدد یا ترکیبی از اعداد می‌تواند کوچک‌ترین تغییر در نیروی نمایش داده شده باشد. در صورتی که نمایش نیرو، برای هر نوع از شاخص نیرو، به اندازه بیشتر از دو برابر تفکیک‌پذیری نوسان داشته باشد، تفکیک‌پذیری بیان شده به صورت نیرو، باید معادل با نیم دامنه نوسانات باشد.

۳-۱-۱۱ دستگاه آزمون (نوع اندازه‌گیری نیرو)

testing machine (force-measuring type)

وسیله‌ای مکانیکی برای اعمال نیرو روی یک آزمونه است.

۳-۱-۱۱-۱ دستگاه آزمون قابل حمل (نوع اندازه‌گیری نیرو)

عبارت است از دستگاهی که به طور خاص برای حمل کردن از یک نقطه به نقطه دیگر و برای اعمال نیرو (بار) بر آزمونه طراحی شده است.

۳-۱-۱۲ صحه‌گذاری

verification

در مورد دستگاه‌های آزمون، فرایند مقایسه نمایش نیروی دستگاه تحت آزمون نسبت به نتایج گزارش و استاندارد، بدون تنظیمات است.

۳-۱-۱۳ گستره صحه‌گذاری شده نیروها

verified range of forces

در مورد دستگاه‌های آزمون، گستره نیروهای نمایش داده شده است که دستگاه آزمون در این گستره، نتایج در محدوده انحرافات مجاز تعیین شده را به دست می‌دهد.

۴ اهمیت و کاربرد

۴-۱ دستگاه‌های آزمونی که نیرو را اعمال کرده و نمایش می‌دهند، در صنایع مختلف به شیوه‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها می‌توانند در آزمایشگاه تحقیقاتی برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مواد، و در خط تولید برای تعیین کیفیت محصول برای حمل و نقل مورد استفاده قرار گیرند. بدون توجه به کاربرد نهایی دستگاه، اطلاع از میزان نیروی اعمالی و نمایش داده شده برای کاربران یک ضرورت محسوب می‌شود. روش‌های مطرح شده در این استاندارد ملی می‌توانند برای صحه‌گذاری این دستگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. یکی از عناصر کلیدی قابلیت پیگیری آن است که دستگاه‌های مورد استفاده در صحه‌گذاری از نظر ویژگی‌های نیرویی شناخته شده بوده و دستگاه ها مطابق با استاندارد ASTM E74 کالیبره شده باشند.

۴-۲ روش‌های اجرایی در این استاندارد ملی می‌توانند در ساخت، استفاده و خدمات کالیبراسیون برای دستگاه‌های آزمون و ابزار مرتبط مورد استفاده قرار گیرند.

۵ وسایل کالیبراسیون

۵-۱ هنگام صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون، تنها از دستگاه‌های کالیبراسیون در گستره‌های نیرو رده A تعیین شده در استاندارد ASTM E74 استفاده شود.

۶ مزایا و محدودیت‌های روش ها

۶-۱ صحه‌گذاری توسط وزنه‌های استاندارد

تایید از طریق عملکرد مستقیم وزنه‌های استاندارد برای مکانیزم توزین دستگاه آزمون، در صورت کاری بودن، درست‌ترین روش می‌باشد. محدودیت‌های این روش عبارتند از:

الف- گستره کوچک نیروهایی که امکان صحه‌گذاری آنها وجود دارد،

ب- عدم قابلیت حمل بسیاری از وزنه‌های استاندارد،

پ- عدم قابلیت کاربرد این روش برای دستگاه‌های آزمون افقی یا عمودی که مکانیزم‌های توزین آن‌ها برای تحریک شدن توسط یک نیروی رو به پایین طراحی نشده است.

۶-۲ صحه‌گذاری توسط ترازوی کفه‌ای و وزنه‌های استاندارد

روش دوم صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون شامل اندازه‌گیری نیرو با استفاده از یک ترازوی کفه‌ای و وزنه‌های استاندارد است. این روش نسبت به روش قبلی، به گستره کوچکتری از نیروها محدود شده و عموما تنها برای انواع خاصی از دستگاه‌های آزمون سختی قابل استفاده است که در آنها نیرو از طریق سامانه اهرم داخلی اعمال می‌شود.

۶-۳ صحه‌گذاری توسط دستگاه‌های کالیبراسیون کشسان

روش سوم صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون شامل اندازه‌گیری کرنش کشسان یا تغییر شکل تحت نیروی یک حلقه، میله کشش یا فشار، یا سایر دستگاه‌های کشسان می‌باشد. دستگاه کالیبراسیون کشسان محدودیت‌های بیان شده در زیر بندهای ۶-۱ و ۶-۲ را ندارد.

۷ صحه‌گذاری سامانه

۷-۱ یک دستگاه آزمون باید به صورت یک سامانه با دستگاه‌های حس‌کننده و نمایش‌دهنده نیرو (به بند هدف و دامنه کاربرد مراجعه شود) داخلی و عمل کننده معادل کاربرد واقعی صحه‌گذاری شود.

۷-۱-۱ در صورت امکان‌ناپذیری فنی، به پیوست الف، صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو خارج از دستگاه آزمون مراجعه شود. صحه‌گذاری‌های انجام شده خارج از دستگاه آزمون باید مطابق با روش‌های مطرح شده در این استاندارد ملی و پیوست الف باشد.

۷-۲ در صورتی که وسایل از دستگاه آزمون جدا شده و به‌صورت مستقل مورد بررسی قرار گیرند، صحه-گذاری سامانه معتبر نخواهد بود؛ مگر در مواردی که تایید براساس پیوست الف انجام شده باشد.

۷-۳ بیشتر دستگاه‌های آزمون از بیش از یک وسیله اندازه‌گیری نیرو به منظور دست‌یابی به نمایش درست نیرو در نیروهای اعمالی پایین‌تر استفاده می‌نمایند. این دستگاه‌ها عموما در دستگاه آزمون نصب شده و جدا می‌شوند. برای چنین دستگاه‌هایی، قابلیت تعویض باید در حین صحه‌گذاری اصلی ایجاد شده و پس از انجام تنظیم نیز مجددا باید ایجاد شود. این امر از طریق انجام صحه‌گذاری عادی با وسیله داخلی معادل کاربرد عادی صورت می‌گیرد. توصیه می‌شود جهت‌گیری ثابت نگه داشته شود؛ این کار با دقت به جهت متصل‌کننده کابل صورت گیرد تا هنگام نصب مجدد دستگاه، جهت‌گیری تکرار شود. جداکردن و نصب مجدد دستگاه بین دو مرحله صحه‌گذاری برای نشان دادن تعویض‌پذیری باید انجام شود. روش برای هر دستگاه اندازه‌گیری نیروی قابل تعویض مورد استفاده در دستگاه آزمون تکرار شود.

۷-۳-۱ اضافه‌کردن وسایل جدید برای اندازه گیری نیرو باید مطابق با الزام تعویض پذیری ایجاد شده در زیربند ۷-۳ باشد.

۷-۴ روش‌هایی صحه‌گذاری مطرح شده در این استاندارد ملی حداقل از دو مرحله صحه‌گذاری نیرو تشکیل شده که شامل گستره (های) نیروی انتخابی می باشد. به زیر بندهای ۱۰-۱ و ۱۰-۳ مراجعه شود.

۷-۴-۱ در صورتی که مراحل اولیه صحه‌گذاری مقادیری را در بازه الزامات این استاندارد ملی بند ۱۷ ایجاد نمایند، داده‌ها می‌توانند به صورت «نتیجه‌گیری شده» برای یک مرحله اجرا از دو مرحله مورد نیاز برای گزارش صحه‌گذاری جدید مورد استفاده قرار گیرند.

۷-۴-۲ در صورتی که مقادیر تولید شده توسط مرحله اولیه صحه‌گذاری خارج از الزامات این استاندارد ملی باشد، داده‌های «نتیجه‌گیری شده» می توانند گزارش شده و مطابق با برنامه‌های کنترل کیفیت قابل استفاده به کار گرفته شوند. تنظیمات کالیبراسیون باید روی سامانه‌های نشانگر نیرو اعمال شوند، که پس از این تنظیمات دو مرحله مورد نیاز برای صحه‌گذاری باید اجرا شده و در گزارش و تاییدیه جدید گزارش شوند.

۷-۴-۳ تنظیمات کالیبراسیون می‌توانند برای ارتقای درستی سامانه انجام شوند. این تنظیمات باید بعد از دو مرحله صحه‌گذاری مورد نیاز و صدور گزارش صحه‌گذاری جدید و تاییدیه انجام شوند.

۸ تصحیحات گرانش و شناوری در هوا

۸-۱ در صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون، در مواردی که وزنه‌های استاندارد برای اعمال نیروها به صورت مستقیم یا از طریق سامانه‌های اهرم یا ترازوی کفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیرو برای مقدار موضعی گرانش و برای شناوری در هوا تصحیح شود.

۸-۲ نیروی اعمال شده توسط وزنه در هوا به صورت زیر محاسبه شود:

$$\text{نیرو} = \frac{Mg}{9.80665}\left(1 - \frac{d}{D}\right) \qquad (۲)$$

که در این رابطه:

M جرم وزنه،

g شتاب موضعی ناشی از گرانش برحسب m/s^2،

d چگالی هوا ($۰٫۰۰۱۲\ Mg/m^3$)، و

D چگالی وزنه برحسب یکاهای چگالی d می‌باشد.

برای استفاده در صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون، تصحیحات برای مقادیر موضعی گرانش و شناوری در هوا را می‌توان با دقت کافی با استفاده از فاکتورهای ضرب جدول ۱ ایجاد نمود.

یادآوری – در صورتی که M برحسب kg باشد، در این صورت نیرو برحسب کیلوگرم- نیرو خواهد بود. این یکاهای معمول مورد استفاده برای نیرو با استفاده از رابطه زیر به نیوتن ارتباط داده می‌شوند:

$$1\ kgf = 9.80665\ N \text{ (دقیق)} \qquad (۳)$$

۹ اعمال نیرو

۹-۱ در صحه‌گذاری یک دستگاه آزمون، با افزایش نیرو از یک نیروی کمتر به نیروی مورد نظر باید رسید.

یادآوری – برای دستگاه‌های آزمون، خطاهای مشاهده شده در نیروهای متناظر که در ابتدا با افزایش نیرو تا نیروی آزمون مشخص و سپس با کاهش نیرو تا نیروی آزمون به‌دست آمده‌اند ممکن است مورد توافق قرار نگیرد. دستگاه‌های آزمون معمولا تحت نیروهای افزایشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما اگر یک دستگاه آزمون قرار باشد تحت نیروهای کاهشی مورد استفاده قرار گیرد، در این صورت بهتر است کالیبراسیون دستگاه نیز تحت نیروهای کاهشی انجام شود.

۹-۲ دستگاه‌های آزمونی که شامل یک ناحیه آزمون تکی و دارای سامانه توزین و بارگذاری دو جهته می‌باشند باید به صورت جداگانه در هر دو حالت توزین صحه‌گذاری شوند.

جدول ۱- نیروی واحد اعمال شده توسط یک جرم واحد در هوا در عرض‌های جغرافیایی مختلف

عرض جغرافیایی، درجه	ارتفاع از سطح دریا، متر					
	۳۰٫۵- تا ۱۵۲	۱۵۲ تا ۴۵۷	۴۵۷ تا ۷۶۲	۷۶۲ تا ۱۰۶۷	۱۰۶۷ تا ۱۳۷۲	۱۳۷۲ تا ۱۶۷۶
۲۰	۰٫۹۹۷۸	۰٫۹۹۷۷	۰٫۹۹۷۶	۰٫۹۹۷۵	۰٫۹۹۷۵	۰٫۹۹۷۴
۲۵	۰٫۹۹۸۱	۰٫۹۹۸۰	۰٫۹۹۷۹	۰٫۹۹۷۹	۰٫۹۹۷۸	۰٫۹۹۷۷
۳۰	۰٫۹۹۸۵	۰٫۹۹۸۴	۰٫۹۹۸۳	۰٫۹۹۸۲	۰٫۹۹۸۲	۰٫۹۹۸۱
۳۵	۰٫۹۹۸۹	۰٫۹۹۸۸	۰٫۹۹۸۷	۰٫۹۹۸۷	۰٫۹۹۸۶	۰٫۹۹۸۵
۴۰	۰٫۹۹۹۳	۰٫۹۹۹۳	۰٫۹۹۹۲	۰٫۹۹۹۱	۰٫۹۹۹۰	۰٫۹۹۸۹
۴۵	۰٫۹۹۹۸	۰٫۹۹۹۷	۰٫۹۹۹۶	۰٫۹۹۹۶	۰٫۹۹۹۵	۰٫۹۹۹۴
۵۰	۱٫۰۰۰۳	۱٫۰۰۰۲	۱٫۰۰۰۱	۱٫۰۰۰۰	۰٫۹۹۹۹	۰٫۹۹۹۹
۵۵	۱٫۰۰۰۷	۱٫۰۰۰۶	۱٫۰۰۰۵	۱٫۰۰۰۵	۱٫۰۰۰۴	۱٫۰۰۰۳

۹-۳ دستگاه‌های سرعت بالای مورد استفاده برای آزمون استاتیک باید مطابق با روش‌های مطرح شده در این استاندارد ملی صحه‌گذاری شوند. این روش‌ها برای کاربردهای سرعت بالا یا آزمون‌های دینامیک معتبر نمی‌باشند (به استاندارد ASTM E467 مراجعه شود).

یادآوری- خطای یک دستگاه آزمون از نوع جک هیدرولیک که در آن فشار جک هیدرولیک اندازه‌گیری می‌شود، می‌تواند با تغییر موقعیت جک به شدت تغییر پیدا کند. صحه‌گذاری این دستگاه ها بهتر است تا حد امکان در موقعیت‌هایی انجام شود که جک در آنها مورد اسفتاده قرار گرفته است.

۱۰ انتخاب نیروهای صحه‌گذاری

۱۰-۱ حدود بالایی و پایینی گستره نیروی صحه‌گذاری شده مربوط به دستگاه آزمونی که قرار است صحه‌گذاری شود، تعیین گردد. گستره نیروی صحه‌گذاری به هیچ وجه نباید از ۲۰۰ برابر تفکیک‌پذیری نشانگر نیرو کمتر باشد.

۱۰-۲ در صورتی که حد پایینی گستره نیروی صحه‌گذاری شده بزرگتر یا مساوی با یک دهم حد بالایی است، پنج نیروی صحه‌گذاری متفاوت یا بیشتر از آن، باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که اختلاف بین دو نیروی صحه‌گذاری مجاور بزرگتر یا مساوی با یک دوازدهم و کوچکتر یا مساوی با یک سوم اختلاف بین حدود بالایی و پایینی گستره نیروی صحه‌گذاری باشد. یک نیروی صحه‌گذاری شده باید حد پایینی دامنه نیروی صحه‌گذاری شده و نیروی صحه‌گذاری شده دیگر باید حد بالایی باشد. (نیروهای صحه‌گذاری کمتر برای دستگاه‌های آزمون طراحی شده جهت اندازه‌گیری تعداد کمی از نیروهای اعمالی، مانند آزمونگرهای سختی، آزمونگرهای خزش و غیره مورد نیاز می‌باشد).

۱۰-۳ در صورتی که حد پایینی گستره نیروی صحه‌گذاری شده کمتر از یک دهم حد بالایی است، نیروهای صحه‌گذاری باید به صورت زیر انتخاب شوند:

۱۰-۳-۱ با شروع از حد پایینی گستره نیروی صحه‌گذاری شده، ده‌دهی‌های نیروی هم‌پوشانی به‌گونه‌ای تعیین شود که بیشینه نیرو در هر دهدهی ۱۰ برابر پایین‌ترین نیرو در دهدهی باشد. پایین‌ترین نیرو در دهدهی بالاتر بعدی معادل با بالاترین نیرو در دهدهی قبلی است. بالاترین دهدهی ممکن است یک دهدهی کامل نباشد.

۱۰-۳-۲ ۵ نیروی صحه‌گذاری متفاوت یا بیشتر از آن باید در هر دهدهی به‌گونه‌ای انتخاب شود که اختلاف بین دو نیروی صحه‌گذاری مجاور بزرگتر یا مساوی با یک دوازدهم و کمتر یا مساوی یک سوم اختلاف بین بیشینه و کمینه نیرو در آن دهدهی باشد. توصیه می‌شود در هر دهدهی شروع کار با پایین‌ترین نیرو بوده و نسبت نیروهای صحه‌گذاری به پایین‌ترین نیرو در هر دهدهی به صورت زیر باشد: ۱:۱، ۲:۱، ۴:۱، ۷:۱، ۱۰:۱ یا ۱:۱، ۲:۵:۱، ۵:۱، ۷:۵:۱، ۱۰:۱.

۱۰-۳-۳ در صورتی که بالاترین دهدهی یک دهدهی کامل نباشد، در این صورت نیروهای صحه‌گذاری باید در نسبت‌های محتمل دیگری انتخاب شوند که شامل حد بالایی دامنه نیروی صحه‌گذاری می باشد. در صورتی که اختلاف بین دو نیروی صحه‌گذاری مجاور بزرگتر از یک سوم حد بالایی است، در این صورت یک نیروی صحه‌گذاری اضافی باید افزوده شود.

مثال- یک دستگاه آزمون دارای گستره مقیاس کامل ۲۲۶۷٫۹۶۲ kgf و تفکیک‌پذیری شاخص نیروی ۰٫۰۲۱۴ kgf است. پایین‌ترین نیروی تایید شده ممکن ۴٫۲۸ kgf (۲۰۰ × ۰٫۰۲۱۴) است. به‌جای ده‌دهی‌هایی که در ۴٫۲۸ kgf، ۴۲٫۸، و ۴۲۸ شروع می شوند، سه ده‌دهی شروع شده در ۴٫۵۴ kgf، ۴۵٫۴ و ۴۵۴ انتخاب می شوند تا دامنه تایید شده نیروها را پوشش دهند. نیروهای تایید مناسب kgf (۴٫۵۴، ۹٫۰۸، ۱۸٫۱۶، ۳۱٫۷۸، ۴۵٫۴، ۹۰٫۸، ۱۸۱٫۶، ۳۱۷٫۸، ۴۵۴، ۹۰۸، ۱۳۶۲، ۱۸۱۶ و ۲۲۷۰) هستند. در صورت استفاده از توزیع نیروی متفاوت، نیروهای تایید انتخاب شده به صورت kgf(۴٫۵۴، ۱۱٫۳۵، ۲۲٫۷، ۳۴٫۰۵، ۴۵٫۴، ۱۱۳٫۵، ۲۲۷، ۳۴۰٫۵، ۴۵۴، ۱۱۳۵، ۱۷۰۲٫۵ و ۲۲۷۰) خواهند بود.

۱۰-۴ تمامی نیروهای صحه‌گذاری انتخاب شده باید دو مرتبه در طول فرایند صحه‌گذاری اعمال شوند. نیروهای اعمال شده در دومین مرتبه تقریبا معادل با نیروهای اعمالی در مرتبه اول هستند.

۱۰-۵ حدودا ۳۰ s پس از حذف بیشینه نیرو در یک گستره، بازگشت به خوانده صفر در نشانگر ثبت شود. این خوانده باید ۰٫۰± تفکیک‌پذیری، ۰٫۱٪ نیروی بیشینه اعمال شده، یا ۱٪ پایین‌ترین نیروی صحه‌گذاری شده در گستره باشد (هر کدام که بزرگتر باشد).

۱۱ خروج از مرکزیت نیرو

۱۱-۱ برای تعیین گستره نیروی صحه‌گذاری یک دستگاه آزمون، تمامی نیروهای کالیبراسیون به‌گونه‌ای اعمال شود که برآیند نیرو تا حد امکان به راستای محور دستگاه آزمون نزدیک باشد.

یادآوری- تاثیر خروج از مرکزیت نیرو روی درستی یک دستگاه آزمون ممکن است از خوانده‌های صحه‌گذاری بدست آمده از وسایل کالیبراسیون تعیین گردد. نحوه قرارگیری این وسایل به‌گونه‌ای است که نیروی برآیند در فواصل معلوم از محور دستگاه اعمال می‌شود و گستره نیروی صحه‌گذاری شده برای مجموعه ای از برون مرکزی‌ها تعیین می‌گردد.

الف- صحه‌گذاری از طریق وزنه‌های استاندارد

۱۲ روش اجرا

۱۲-۱ وزنه‌های فلزی استاندارد با طراحی، پرداخت و تنظیم مناسب روی سکوی توزین دستگاه آزمون یا روی سینی‌ها یا تکیه‌گاه‌های دیگری که از مکانیزم اندازه‌گیری دستگاه در موقعیت آزمونه آویزان شده قرار داده شود. وزنه‌هایی استفاده شود که صحه‌گذاری آنها در بازه زمانی ۵ سال اخیر انجام شده است تا بدین ترتیب دستی وزنه ها در بازه ۰٫۱ ٪ باشد. وزنه‌ها به ترتیب صعودی اعمال شوند. در صورتی که داده‌ها در هر

دو جهت صعودی و نزولی حاصل خواهند شد، وزنه‌ها به ترتیب معکوس برداشته شوند. نیروهای تصحیح شده برای گرانش و شناوری در هوا مطابق با بند ۸ ثبت شود.

یادآوری - روش صحه‌گذاری از طریق بکارگیری مستقیم وزنه‌های استاندارد می‌تواند تنها برای دستگاه آزمون عمودی مورد استفاده قرار گیرد که در آنها نیرو روی جدول توزین، تکیه‌گاه، یا سایر وسایل توزین به سمت پایین می‌باشد. کل نیرو توسط اندازه سکو و تعداد وزنه‌های موجود محدود می‌شود. وزنه‌های kg ۲۲٫۷ را می‌توان به راحتی مورد استفاده قرار داد. این روش صحه‌گذاری محدود به دستگاه‌های آزمون کوچک است و به ندرت برای نیروهای بالاتر از lb ۴۵۳٫۵۹۲ یا lb ۹۰۷٫۱۸۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب- صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون سختی از طریق ترازوی کفه‌ای و وزنه‌های استاندارد

۱۳ روش اجرا

۱-۱۳ ترازو در موقعیتی قرار گیرد که جسم فرو رونده‌ی دستگاه آزمونی که قرار است کالیبره شود در برابر بلوک قرار گرفته در مرکز یک کفه ترازوی کفه‌ای بایستد. ترازو زمانی در موقعیت تعادلی خود قرار می‌گیرد که جسم فرو رونده در بخشی از جابجایی خود قرار داشته باشد که معمولا هنگام ایجاد یک اثر اشغال می‌گردد. وزنه‌های استاندارد مطابق با الزامات بند ۱۲ روی کفه مقابل ترازو قرار گیرد تا نیروی اعمال شده توسط جسم فرو رونده تعدیل گردد.

یادآوری- این روش را می‌توان برای صحه‌گذاری دستگاه‌های آزمون دیگر به جزء دستگاه‌های آزمون سختی مورد استفاده قرار داد. این انجام کار نحوه قرارگیری عضو اعمال نیروی دستگاه آزمون، با نحوه قرارگیری جسم فرو رونده دستگاه آزمون سختی معادل خواهد بود. برای سایر روش‌های صحه‌گذاری مربوط به دستگاه‌های آزمون سختی به روش‌های آزمون مطرح شده در سایر استانداردهای ملی ایران مراجعه شود.

۲-۱۳ از آنجایی که جابجایی مجاز جسم فرو رونده مربوط به یک دستگاه آزمون سختی معمولا بسیار کوچک است، نباید ترازو دچار نوسان یا تاب شود. ترازو باید در موقعیت تعادلی خود قرار گیرد. استفاده از نشانگرهایی مانند اتصال الکتریکی می‌تواند کمک‌کننده باشد. آرایش این نشانگر باید طوری باشد که در مواردی که عکس‌العمل نشانگر نیرو برای بالا بردن کفه دارای وزنه‌های استاندارد کافی است، نمایشی را ارائه نماید.

۳-۱۳ با استفاده از ترکیبی از وزنه‌های کوچک، بیشینه مقدار نیروی سنگینی وزن که امکان برداشته شدن آن توسط نیروی جسم فرو رونده دستگاه آزمون در هر ده آزمون متوالی وجود دارد و کمینه مقداری که امکان برداشته شدن آن در این ده آزمون وجود ندارد تعیین گردد. مقدار صحیح نیروی فرو روندگی به صورت میانگین این دو مقدار در نظر گرفته شود. اختلاف بین دو مقدار نباید از ٪ ۰٫۵ مقدار میانگین بیشتر باشد.

پ- صحه‌گذاری از طریق وسیله کالیبراسیون کشسان

۱۴ تعادل دمایی

۱-۱۴ هنگام استفاده از یک وسیله کالیبراسیون کشسان برای تایید خوانده‌های یک دستگاه آزمون، وسیله باید در نزدیکی یا به صورت ترجیحی درون دستگاه آزمون قرار گیرد. زمان آزمون باید به اندازه‌ای باشد که از پایدار بودن عکس‌العمل وسیله اطمینان حاصل شود.

۲-۱۴ در طول فرایند صحه‌گذاری، دمای وسیله کشسان در بازه $\pm 1°C$ از طریق قرار دادن دماسنج‌های کالیبره شده در نزدیک‌ترین فاصله ممکن به وسیله اندازه‌گیری شود.

۳-۱۴ وسایل کالیبراسیون کشسانی که دارای شاخصه جبران دمای درونی نیستند باید از نظر ریاضی برای اختلاف بین دمای محیطی و دمایی که کالیبراسیون وسیله در آن انجام شده تصحیح شوند. بهتر است ضرایب تصحیح دمایی توسط سازنده وسیله کالیبراسیون (در صورت کاری بودن) ارائه شوند. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ASTM E74 مراجعه شود.

۱۵ روش اجرا

۱-۱۵ وسیله کشسان در دستگاه آزمون به‌گونه‌ای قرار داده شود که خط مرکزی آن با خط مرکزی سرهای دستگاه آزمون منطبق باشد. مقدار صحه‌گذاری کلاس A مطابق با استاندارد ASTM E74 ثبت شود. این مقدار پایین‌ترین حد، یا سطح نیروی مجاز برای گستره بارگذاری وسیله کالیبراسیون را ایجاد می نماید (به استاندارد ASTM E74 مراجعه شود).

۲-۱۵ برای تضمین یک صفر پایدار، وسیله کشسان از نیروی صفر تا بیشینه نیرویی که در آن وسیله مورد استفاده قرار خواهد گرفت خم شود. در صورت نیاز، برای رسیدن به پایداری، این خمش چندین بار تکرار شود.

۳-۱۵ دو روش برای استفاده از وسیله کالیبراسیون کشسان وجود دارد:

۱-۳-۱۵ *روش دنبال کردن نیرو*؛ تا زمان رسیدن نیرو به درجه‌بندی اسمی روی مقیاس خوانده نیروی مربوط به دستگاه آزمون، نیرو روی وسیله کالیبراسیون دنبال می‌شود. نیروی نشان داده شده روی وسیله کالیبراسیون کشسان ثبت شود.

۲-۳-۱۵ *روش تنظیم نیرو*؛ نیروی اسمی روی وسیله کالیبراسیون کشسان وجود دارد و خوانده نیروی دستگاه آزمون زمانی رخ می‌دهد که نیروی اسمی روی وسیله کالیبراسیون کشسان حاصل شده است.

۱۵-۴ پس از انتخاب افزایش‌های نیروی آزمون مناسب، خوانده‌های صفر برای وسیله کشسان و دستگاه حاصل شده و نیروها به آرامی در طول تمامی اندازه‌گیری‌های صحه‌گذاری اعمال گردند.

۱۵-۵ انجام فرایند کالیبراسیون باید این اطمینان خاطر را ایجاد کند که استفاده از نشانگر بیشینه نیرو، ثبات یا سایر وسایل فرعی مربوط به نیرو، خطاهای بیشتر از رواداری های زیر بند ۱۷-۱ در دستگاه آزمون را سبب نخواهد شد.

۱۵-۶ نیروی نمایش داده شده توسط دستگاه آزمون و نیروی اعمال شده از سوی وسیله کالیبراسیون کشسان (که در صورت نیاز از نظر دمایی تصحیح شده) و همچنین خطا و درصد خطای محاسبه شده از خوانده‌ها ثبت شود.

۱۵-۷ تحت شرایط معین، تنظیمات مختلف برای وسیله می‌تواند در بارگذاری فشاری مورد استفاده قرار گیرد. تمامی وسایلی که به صورت موازی بارگذاری می‌شوند باید دارای ارتفاع معادل باشد (ورقه‌های تنظیم تراز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد) و محور بار دستگاه نیز باید منطبق بر محور نیروی وسیله باشد. عدم اعمال ممان خالص به عضو بارگذاری دستگاه آزمون ضروری است. تنظیمات مختلف برای وسیله، مگر در صورت کاری نبودن استفاده از یک وسیله کالیبراسیون منفرد توصیه نمی‌شود.

۱۶ دستگاه‌های آزمون خزش- گسیختگی نوع اهرمی

۱۶-۱ دستگاه‌های آزمون خزش- گسیختگی نوع اهرمی که دارای وسیله نمایشگر نیرو نمی‌باشند، می‌توانند با استفاده از وزنه‌های استاندارد یا وسیله (های) کالیبراسیون کشسان یا هر دوی این موارد صحه‌گذاری شوند. وزنه‌های مورد استفاده برای صحه‌گذاری باید مطابق با الزامات مطرح شده در زیربند ۱۲-۱ باشد. در استفاده از وسیله کالیبراسیون کشسان نیز الزامات مطرح شده در بندهای ۱۴و ۱۵ در صورت قابل اجرا بودن باید برآورده شود.

۱۶-۲ روش اجرا

۱۶-۲-۱ وسیله کالیبراسیون در دستگاه آزمون قرار گرفته و وزنه تعادل به‌گونه‌ای تنظیم شود (در صورت مجهز بودن دستگاه به آن) که وزن وسیله کالیبراسیون را جبران نماید.

۱۶-۲-۲ کراس هد[1] پایینی دستگاه به وسیله کالیبراسیون متصل شده و نیروها با استفاده از وزنه‌های استاندارد در افزایش‌های مطابق با شرایط بیان شده در زیربند ۱۰-۱ اعمال گردد.

1 - Crosshead

۱۶-۲-۳ ازآنجایی که بسیاری از دستگاه‌های آزمون خزش- گسیختگی نوع اهرمی شرطی برای تنظیم نسبت اهرم dh وزن خالص یا هر دوی آنها ندارند، تعیین خط مستقیم «بهترین تناسب» از طریق داده‌های کالیبراسیون، با استفاده از روش حداقل مربعات می‌تواند ضروری باشد. با انجام این کار، نسبت واقعی اهرم و وزن خالص مربوط به هر دستگاه را می‌توان تعیین نمود، و از این‌رو می‌توان خطاهای نیروی ناشی از انحرافات کوچک نسبت‌های اهرم را نیز کاهش داد. حداکثر مقدار خطاها نباید از الزامات بیان شده در بند ۱۷-۱ بیشتر باشد.

محاسبه و گزارش

۱۷ مبنای صحه‌گذاری

۱۷-۱ درصد خطا برای نیروها در گستره نیروهای دستگاه آزمون نباید از ٪۱٫۰± بیشتر باشد. اختلاف جبری بین خطاهای ۲ بار استفاده از یک نیروی معادل (به صورت تکراری) نباید از ٪۱٫۰ بیشتر باشد (به زیر بندهای ۱۰-۱ و ۱۰-۳ مراجعه شود).

یادآوری- این مساله بدان معناست که گزارش صحه‌گذاری یک دستگاه آزمون به جای گزارش پذیرش یا رد دستگاه، در گستره صحه‌گذاری شده‌ای از نیروها بیان خواهد شد که ممکن است در آن گستره مورد استفاده قرار گیرد. در دستگاه‌هایی که دارای دامنه‌های ظرفیت چندگانه هستند، گستره صحه‌گذاری شده نیروهای هر مورد باید بیان شود.

۱۷-۲ دامنه صحه‌گذاری شده نیروها در هیچ موردی نباید به صورت نیروهای خارج از گستره اعمال شده در طول آزمون صحه‌گذاری بیان گردد.

۱۷-۳ دستگاه آزمون می‌تواند نسبت به خطای مجاز ۱٫۰±، درستی بالاتر یا پایین‌تری داشته یا تکرارپذیری آن‌ها نسبت به مقدار ٪۱٫۰ کمتر یا بیشتر باشد، که این مساله مبنای صحه‌گذاری این استاندارد ملی می‌باشد. خریداران/ مالکان و کاربران یا گروه‌های مشخصات محصول می‌توانند درخواست سامانه‌های خطای بزرگتر یا کوچکتر را نموده یا این سامانه‌ها را مجاز بدانند. سامانه‌هایی که درستی خطاهای آنها بیشتر از ٪۱٫۰± بوده یا خطاهای تکرارپذیری آنها از ٪۱٫۰ بیشتر است با این استاندارد ملی مطابقت ندارند.

۱۸ تصحیحات

۱۸-۱ نیروی نمایش داده شده توسط دستگاه آزمون که بیشتر از انحرافات مجاز است نباید توسط تصحیح یا با استفاده از نمودار کالیبراسیون به منظور دست‌یابی به مقادیر در بازه انحرافات مجاز مورد نیاز تصحیح گردد.

۱۹ فاصله زمانی بین صحه‌گذاری ها

۱۹-۱ توصیه می‌شود دستگاه‌های آزمون به صورت سالانه یا در صورت نیاز در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر مورد صحه‌گذاری قرار گیرند. در هیچ موردی فاصله زمانی بین صحه‌گذاری ها نباید بیشتر از ۱۸ ماه باشد (به جز دستگاه‌هایی که در آن‌ها آزمون بلند مدت در بازه زمانی بیشتر از ۱۸ ماه انجام می‌شود). در چنین مواردی، دستگاه باید پس از تکمیل آزمون صحه‌گذاری شود.

۱۹-۲ پس از انجام تعمیراتی که ممکن است روی عملکرد سامانه توزین یا مقادیر نمایش داده شده اثرگذار باشد (مانند استفاده از قطعات جدید یا تعویض شده یا تنظیمات الکتریکی و مکانیکی) دستگاه‌های آزمون باید بلافاصله صحه‌گذاری شوند.

۱۹-۲-۱ مثال‌هایی از قطعات جدید یا تعویض شده‌ای که ممکن است تاثیری روی عملکرد سامانه توزین نداشته باشد عبارتند از: چاپگرها، نمایشگرهای رایانه‌ای، صفحه کلیدها و مودم‌ها.

۱۹-۳ بلافاصله پس از تغییر مکان یک دستگاه آزمون (به جز برای دستگاه‌هایی که طراحی آنها به‌گونه‌ای است که امکان تغییر مکان در کارکرد عادی برای آنها متصور است) و در صورتی که درستی سامانه نشانگر نیرو مورد تردید قرار گرفته، بدون توجه به فاصله زمانی طی شده از آخرین فرایند صحه‌گذاری، دستگاه باید صحه‌گذاری شود.

۲۰ تضمین درستی بین صحه‌گذاری‌ها

۲۰-۱ در برخی از روش‌های آزمون برای محصولات، بررسی‌های موضعی روزانه، هفتگی یا ماهیانه ممکن است موردنیاز باشد تا مشخص گردد که آیا دستگاه آزمون توانایی ایجاد مقادیر درست نیرو بین صحه‌گذاری‌های دستگاه آزمون را مطابق با بند ۱۹ دارا می‌باشد یا خیر.

۲۰-۲ بررسی‌های موضعی می‌توانند روی گستره‌های مورد نظر یا در سطوح نیروی موردنظر با استفاده از یک وسیله کالیبراسیون که مطابق با روش‌های الف، ب و پ می‌باشد صورت گیرد. وسایل کالیبراسیون کشسان باید با الزامات کلاس A بیان شده در استاندارد ASTM 74 برای سطح (های) نیروی که بررسی‌های موضعی در آن انجام می‌شود مطابقت داشته باشند.

۲۰-۳ بررسی‌های موضعی، به جز در موارد توافق شده بین تامین‌کننده ماده و خریدار، در ٪۲۰ و ٪۸۰ گستره انجام شود.

۲۰-۴ خطای دستگاه آزمون نباید از ٪۱٫۰± نیروهای اعمال شده در بررسی موضعی بیشتر باشد. در صورتی که خطاها از این مقدار بیشتر شدند، بهتر است دستگاه آزمون بلافاصله مورد صحه‌گذاری قرار گیرد (به زیر بند ۱۹-۳ مراجعه شود).

۲۰-۵ سابقه‌ای از آزمون‌های بررسی موضعی که شامل نام، شماره سریال، تاریخ تایید، سازمان صحه‌گذاری کننده، کلاس A کمینه، مقدار استاندارد ASTM E74 مربوط به وسایل کالیبراسیون مورد استفاده برای انجام بررسی‌های موضعی می‌باشد نگه‌داشته شود؛ این سابقه همچنین باید شامل نام فردی که این آزمون‌ها را انجام داده، باشد.

۲۰-۶ دستگاه آزمون باید تا تاریخ آخرین صحه‌گذاری بررسی موضعی موفق، صحه‌گذاری شده در نظر گرفته شود (به زیر بند ۲۰-۴ مراجعه شود)، به شرطی که دستگاه آزمون مطابق با بند ۱۹ در یک جدول زمانی منظم صحه‌گذاری شده باشد. در غیر این صورت بررسی‌های موضعی مجاز نمی‌باشند.

۲۰-۷ هنگام انجام بررسی‌های موضعی، سابقه دقیق و مختصری براساس توافق بین تامین‌کننده و خریدار باید نگه‌داری شود. سابقه باید همچنین شامل مستندات مربوط به تاریخ صحه‌گذاری منظم و برنامه زمانی آن نیز باشد.

۲۱ گزارش و صدور گواهی

۲۱-۱ مستندات به صورت واضح، کامل و بدون خطا (بدون تغییر در تاریخ‌ها و سایر موارد) برای هر صحه‌گذاری مربوط به دستگاه آزمون آماده‌سازی شود؛ این مستندات باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۲۱-۱-۱ نام سازمان صحه‌گذاری کننده،

۲۱-۱-۲ تاریخ صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۳ توصیف دستگاه آزمون، شماره سریال و مکان،

۲۱-۱-۴ توضیحی که نشان می‌دهد سامانه‌های نمایشگر نیرو مورد صحه‌گذاری قرار گرفته‌اند،

۲۱-۱-۵ متنی که حالت صحه‌گذاری ، به طور مثال، کشش، فشار یا حالت کلی را نشان می‌دهد،

۲۱-۱-۶ گستره (های) صحه‌گذاری نیروهای هر سامانه نمایشگر نیرو مربوط به دستگاه آزمون و تفکیک‌پذیری (های) همراه با آن،

۲۱-۱-۷ نیروی نمایش داده شده مربوط به دستگاه آزمون و نیروی اعمال شده به وسیله صحه‌گذاری برای هر مرحله در هر نیروی صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۸ بازگشت به خوانده صفر پس از هر مرحله، برای هر گستره نیرو،

۲۱-۱-۹ خطای دستگاه آزمون، درصد خطا، و درصد اختلاف بین مراحل (تکرار پذیری) در هر نیروی صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۱۰ بیشینه خطا برحسب درصد برای هر گستره نیروی صحه‌گذاری شده،

۲۱-۱-۱۱ روش مورد استفاده برای صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۱۲ توضیحی در مورد این که صحه‌گذاری مطابق با این استاندارد ملی انجام شده است. توصیه می‌شود صحه‌گذاری مطابق با آخرین ویرایش مربوط به این استاندارد صورت گیرد،

۲۱-۱-۱۳ سازنده، شماره سریال، سازمان صحه‌گذاری کننده، تاریخ صحه‌گذاری ، تاریخ فراخوانی صحه‌گذاری ، و حدود گستره بارگذاری کلاس A مطابق با این استاندارد ملی مربوط به تمامی ابزار کشسان اندازه‌گیری نیرو مورد استفاده برای صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۱۴ دمای ابزارهای کشسان اندازه‌گیری نیروی مورد استفاده برای صحه‌گذاری و توضیحی در این مورد که نیروهای محاسبه شده در صورت نیاز از نظر دمایی تصحیح شده‌اند،

۲۱-۱-۱۵ سازنده، شماره سریال، سازمان صحه‌گذاری کننده، تاریخ صحه‌گذاری ، و تاریخ فراخوانی صحه‌گذاری مربوط به تمامی مجموعه‌های وزنه استاندارد مورد استفاده برای صحه‌گذاری ،

۲۱-۱-۱۶ مشخص کردن فردی که صحه‌گذاری را انجام داده است، و

۲۱-۱-۱۷ نام و امضای فرد مسئول صحه‌گذاری.

۲۱-۲ هر سند گزارش و صدور گواهی ایجاد شده توسط سازمان صحه‌گذاری کننده باید به صورت اختصاصی مشخص گردد. شماره صفحات، کل تعداد صفحات یا نشانه‌ای برای مشخص کردن اتمام سند به منظور حصول اطمینان از این که صفحات به عنوان بخشی از گزارش و صدور گواهی شناسایی شده اند باید در سند گنجانده شود.

پیوست الف

(الزامی)

صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو خارج از دستگاه آزمون

الف-۱ اهمیت و کاربرد

الف-۱-۱ دلایل زیر بیان می‌کنند که چرا صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو باید خارج از دستگاه آزمون انجام شود:

الف-۱-۱-۱ فاصله نامناسب بین رشته[2] اعمال بار آزمون برای ایجاد امکان جهت قرار دادن یک استاندارد نیرو.

الف-۱-۱-۲ غیرممکن بودن اعمال یک نیروی وزن خالص در حالت فشاری بدون حذف سامانه اندازه‌گیری نیرو از نظر فیزیکی.

الف-۱-۱-۳ سکوهای آزمون[3] دارای چارچوب عکس‌العمل نمی‌باشند.

الف-۱-۲ صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو خارج از دستگاه آزمون نشان دهنده یک جز عدم قطعیت مستقل و منفرد از عدم قطعیت کل سامانه دستگاه آزمون می‌باشد. سایر اجزای عدم قطعیت درون سامانه دستگاه آزمون وجود دارند و بهتر است برای تعیین یا صحه‌گذاری عملکرد کل دستگاه آزمون و سطح عدم‌قطعیت اندازه‌گیری شناسایی شده و کمی‌سازی شوند. به طور مثال، ملاحظات مربوط به نصب، قید و بست‌ها، سختی، صلبیت، تراز کردن، مسطح بودن، و خمش می‌تواند در عدم قطعیت دستگاه آزمون نقش داشته باشد.

الف-۱-۳ ملاحظات مربوط به قید و بست و محیط باید تا بهترین درجه ممکن در نظر گرفته شوند تا محیط بکارگیری آزمون شبیه‌سازی شود (به طور مثال، کپی کردن یک پیش بارگذاری).

الف-۱-۴ صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو بیرون از دستگاه آزمون می‌تواند به صورت زیر انجام شود:

الف-۱-۴-۱ در مکان، حذف شده از سامانه آزمون، شامل یک سامانه اندازه‌گیری نیروی کامل (مبدل نیرو، لوازم الکترونیکی آماده‌سازی، وسایل خواندن، و کابل‌ها).

---

2 - Train
3- Test Rigs

الف-۱-۴-۲ خارج از مکان، حذف شده از سامانه آزمون، شامل یک سامانه اندازه‌گیری کامل (مبدل نیرو، لوازم الکترونیکی آماده‌سازی، وسایل خواندن، و کابل‌ها).

الف-۲ وسایل کالیبراسیون

الف-۲-۱ سامانه اندازه‌گیری نیرو باید توسط استانداردهای اولیه یا ثانویه مورد استفاده در گستره بارگذاری کلاس A آنها به همراه یک دستگاه یا مکانیزم برای اعمال بار کالیبره شود (به استاندارد ASTM E74 مراجعه شود). استانداردهای متعددی که دارای انطباق معادل می‌باشند می‌توانند با هم ترکیب شده و به صورت موازی با هم مورد استفاده قرار گیرند تا نیازهای ویژه برای ظرفیت‌های بالاتر برآورده شد.

الف-۳ صحه‌گذاری

الف-۳-۱ صحه‌گذاری های خارج از دستگاه آزمون باید شامل مبدل نیرو، لوازم الکترونیکی آماده‌سازی، وسایل خواندن و کابل‌ها باشد.

الف-۳-۲ حداقل دو مرحله اجرا به ازای هر حالت (فشار یا کشش) مورد نیاز است. موقعیت مبدل نیرو تقریبا به اندازه ° ۱۲۰ پیش از تکرار مجموعه نیروها چرخش پیدا نماید. درطول صحه‌گذاری ، اطمینان حاصل شود که محور بارگذاری روی محور بار مرکزی دستگاه اعمال‌کننده نیرو قرار دارد. انحرافات یا سایر عواملی که به صورت عادی در زمان ارائه خدمات ایجاد می شود باید اعمال گردد.

الف-۳-۳ تکرارپذیری بین دو مرحله اجرای صحه‌گذاری باید کمتر یا مساوی با ٪ ۰٫۵ باشد. در صورت بزرگتر بودن از ٪ ۵٫، مرحله سوم صحه‌گذاری اضافی مورد نیاز خواهد بود. مبدل نیرو باید به اندازه تقریبا ° ۲۴۰ از موقعیت اولیه پیش از اجرای مرحله سوم صحه‌گذاری چرخش پیدا نماید. تکرارپذیری بین سه مرحله اجرای صحه‌گذاری باید کمتر از٪ ۱٫۰ باشد. برای در نظر گرفتن تمامی ملاحظات مربوط به تعیین عدم قطعیت سامانه دستگاه آزمون کل به زیر بند الف-۱-۲ مراجعه شود.

الف-۳-۴ درصد خطا برای نیروها در گستره نیروی صحه‌گذاری شده سامانه دستگاه آزمون نباید از ٪۱٫۰± بیشتر باشد.

الف-۴ محاسبه و گزارش

الف-۴-۱ صحه‌گذاری سامانه اندازه‌گیری نیرو خارج از دستگاه آزمون باید روی گواهی صادر شده کالیبراسیون یا در گزارش بیان شده باشد.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

تعیین تفکیک‌پذیری نشانگر نیرو

ب-۱ تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در حالت کلی تابع پیچیده ای از متغیرهای فراوان شامل نیروی اعمال شده، گستره نیرو، اجزای مکانیکی و الکتریکی، نویز الکتریکی و مکانیکی، و نرم افزار مورد استفاده و سایر موارد می‌باشد.

ب-۲ روش‌های متعددی برای بررسی تفکیک‌پذیری سامانه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برخی از این روش ها عبارتند از:

ب-۳ روشی برای نشانگرهای آنالوگ نیرو

ب-۳-۱ عموما این وسایل قابلیت گستره‌بندی خودکار را دارا نمی‌باشند. بهتر است تفکیک‌پذیری در پایین‌ترین نیروی صحه‌گذاری شده در هر گستره نیرو مورد بررسی قرار گیرد (عموما ٪ ۱۰ گستره نیرو).

ب-۳-۲ در نیرویی که تفکیک‌پذیری به منظور تعیین نسبت اشاره‌گر به درجه‌بندی مشخص خواهد شد، پهنای اشاره‌گر بر فاصله بین دو نشانه درجه‌بندی مجاور تقسیم شود. در صورتی که فاصله بین دو نشانه درجه‌بندی مجاور کمتر از ۲٫۵ mm و نسبت کوچکتر از ۱:۵ باشد، در این صورت ۱:۵ برای نسبت مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که فاصله بین دو نشانه درجه‌بندی مجاور بزرگتر یا مساوی ۲٫۵ mm و نسبت کوچکتر از ۱:۱۰ باشد، در این صورت ۱:۱۰ برای نسبت مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که نسبت بزرگتر از نسبت‌های مشخص شده در این موارد است، نسبت تعیین شده مورد استفاده قرار گیرد. نسبت‌های نوعی در استفاده‌های مرسوم عبارتند از: ۱:۱، ۱:۲، ۱:۵، و ۱:۱۰.

ب-۳-۳ نسبت تعیین شده در بالا در نیروی مشخص شده توسط یک درجه‌بندی ضرب شود تا تفکیک‌پذیری تعیین گردد.

ب-۳-۴ تا حد امکان در مواقع مشخص کردن تفکیک‌پذیری از یک نیروی ثابت استفاده شود تا نوسان شاخص نیرو به حداقل برسد. توصیه شده که نوسان بیشتر از دو برابر تفکیک‌پذیری تعیین شده در مرحله قبلی نباشد.

ب-۴ روشی برای نشانگرهای دیجیتالی نیرو بدون قابلیت گستره‌بندی خودکار

ب-۴-۱ تفکیک‌پذیری باید در پایین‌ترین نیروی صحه‌گذاری شده در هر گستره نیرو (نوعا ٪ ۱۰ دامنه نیرو) مورد بررسی قرار گیرد.

ب-۴-۲ یک نیروی فشاری یا کششی که به صورت تقریبی معادل با نیرویی است که تفکیک‌پذیری در آن مشخص شده است به آزمونه وارد شده و به آرامی نیروی اعمال شده تغییر یابد. کوچک‌ترین تغییرات در نیرو که امکان مشخص کردن آن به صورت تفکیک‌پذیری وجود دارد ثبت شود. اعمال نیرو به یک عنصر انعطاف‌پذیر مانند فنر یا الاستومتر می‌تواند تغییر دادن آهسته نیرو را آسان‌تر نماید.

ب-۴-۳ در مرحله بعدی، یک نیروی حتی‌الامکان ثابت در نیرویی که تفکیک‌پذیری در آن مشخص می‌شود اعمال گردد تا اطمینان حاصل شود که نشانگر نیرو به اندازه بیش از دو برابر تفکیک‌پذیری تعیین شده در مرحله قبلی دچار نوسان نمی‌شود. در صورتی که نشانگر بیش از دو برابر تفکیک‌پذیری نوسان داشته باشد، تفکیک‌پذیری باید معادل با نصف گستره نوسان باشد.

ب-۵ روشی برای نشانگرهای دیجیتالی نیرو با قابلیت گستره‌بندی خودکار

ب-۵-۱ این روش معادل با روش مربوط به شاخص‌های نیروی دیجیتال بدون قابلیت گستره‌بندی خودکار می‌باشد؛ تنها تفاوت این است که تفکیک‌پذیری باید در پایین‌ترین نیروی صحه‌گذاری شده در هر ده‌دهی یا در سایر نیروها مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود تفکیک‌پذیری شاخص ۲۰۰ برابر کوچکتر از نیروها است. مثال‌هایی از این قبیل در زیر بیان شده است:

ب-۵-۱-۱ دستگاه با ظرفیت A۲۷۲۱۵٫۵۴۲ kgf در گستره بین ۱۰۸٫۸۶ kgf تا ۲۷۲۱۵٫۵۴۲ kgf مورد صحه‌گذاری قرار گیرد. تفکیک‌پذیری باید در kgf (۱۰۸٫۸۶، ۱۰۸۸٫۶ و ۱۰۸۸۶) تعیین شود.

ب-۵-۱-۲ دستگاه با ظرفیت A۱۵۰۰۰۰ N در دامنه بین ۳۰۰ N تا ۱۵۰۰۰۰ N مورد تایید قرار گیرد. تفکیک‌پذیری باید در N (۳۰۰، ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰۰) تعیین شود.

ب-۵-۱-۳ دستگاه با ظرفیت A۴۵۳٫۵۹۲ kgf در گستره بین ۲٫۲۶۸ kgf تا ۴۵۳٫۵۹۲ kgf مورد صحه‌گذاری قرار گیرد. تفکیک‌پذیری باید در kgf(۲٫۲۶۸، ۲۲٫۶۸ و ۲۲۶٫۸) تعیین شود.

ب-۶ روشی برای دستگاه‌ها با نیروهای مجزا مانند آزمونگرهای سختی و خزش معین:

ب-۶-۱ این دستگاه‌ها عموما از نسبت‌های اهرم ثابت برای اعمال نیرو ترکیب شده است. نیروی اعمال شده توسط وزنه متحرک اعمال شده روی اهرم که به نسبت اهرم ضرب شده تعیین می‌گردد. این دستگاه‌ها دارای تفکیک‌پذیری‌های بیان شده در این استاندارد ملی نمی‌باشند. این روش تضمین می نماید که

حساسیت دستگاه برای اعمال دقیق نیروها در پایین‌ترین نیروی صحه‌گذاری شده کافی بوده و برای گزارش تفکیک‌پذیری می‌تواند جایگزین گردد.

ب-۶-۲ با وسیله کالیبراسیون کشسان نصب شده در دستگاه، وزنه متحرک مناسب برای پایین‌ترین نیروی تایید شده اعمال گردد.

ب-۶-۳ به آرامی به وزن وزنه متحرک به اندازه تقریبی معادل با ۱/۲۰۰ وزن آن اضافه شود.

ب-۶-۴ اطمینان حاصل شود که حداقل نیمی از تغییر مناسب در نیرو هنگام اضافه کردن وزن و در مواقعی که به آرامی برداشته می‌شود توسط وسیله کالیبراسیون شناسایی می‌گردد.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

شناسایی و تعیین اجزای عدم قطعیت اندازه‌گیری در صحه‌گذاری مطابق با این استاندارد ملی

پ-۱ عدم قطعیت اندازه‌گیری تعیین شده با استفاده از این پیوست، عدم قطعیت اندازه‌گیری خطاهای گزارش شده در صحه‌گذاری دستگاه آزمون می‌باشد. این عدم قطعیت اندازه‌گیری تعیین شده، عدم قطعیت اندازه‌گیری دستگاه آزمون یا عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج آزمون تعیین شده با استفاده از دستگاه آزمون نمی‌باشد.

پ-۲ تحت شرایط عادی، عدم قطعیت اندازه‌گیری خطاهای گزارش شده مربوط به یک دستگاه آزمون تعیین شده در صحه‌گذاری با استفاده از این استاندارد ملی ترکیبی از سه جز اصلی است: عدم قطعیت اندازه‌گیری مربوط به آزمایشگاه کالیبراسیون که صحه‌گذاری را انجام می‌دهد، عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری دستگاه آزمون در حین کالیبراسیون، و احتمالا جز عدم قطعیت تفکیک‌پذیری نشانگر نیروی دستگاه آزمون در نیرویی که خطا در آن تعیین شده و در نیروی صفر.

پ-۲-۱ عدم قطعیت مربوط به آزمایشگاه کالیبراسیون انجام دهنده صحه‌گذاری ترکیبی از عوامل زیر می باشد (تنها این عوامل در این عدم قطعیت نقش ندارند):

- عدم قطعیت اندازه‌گیری استانداردهای نیروی آزمایشگاه براساس استاندارد ASTM 74،
- تاثیرات محیطی مانند تغییرات دمایی،
- عدم قطعیت در مقدار مورد استفاده برای شتاب موضعی گرانشی در مکانی که صحه‌گذاری با استفاده از وزنه‌های استاندارد انجام می شود،
- انحراف در استاندارد نیرو،
- عدم قطعیت اندازه‌گیری صحه‌گذاری مربوط به استاندارد نیرو، و
- تجدیدپذیری استاندارد نیرو ناشی از حمل و نصب.

یادآوری ۱- عدم قطعیت اندازه‌گیری آزمایشگاه باید برپایه بیشینه عدم قطعیت استانداردهای نیروی مورد استفاده و بدترین شرایط محیطی مجاز باشد. ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری استاندارد نیروی واقعی بکار رفته در نیرویی که عدم قطعیت اندازه‌گیری مربوط به خطای دستگاه آزمون در آن نیرو صحه‌گذاری شده است می تواند مفید باشد.

یادآوری ۲- در صورتی که شرایطی وجود دارد که در آن صحه‌گذاری تحت شرایطی خارج از پارامترهای عملیاتی عادی آزمایشگاه انجام می شود، در نظر گرفتن اجزای بیشتر می‌تواند مورد نیاز باشد. به طور مثال، یک آزمایشگاه می‌تواند تغییر دمایی ۵°C را در حین صحه‌گذاری مجاز بداند و این عامل را در عدم قطعیت اندازه‌گیری منظور نماید. زمانی که تغییرات

دمایی بزرگتری رخ می دهد، عدم قطعیت ناشی از تغییرات دمایی افزایش یافته باید در تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری در نظر گرفته شود.

یادآوری ۳- عدم قطعیت اندازه‌گیری آزمایشگاه کالیبراسیون معمولا به صورت عدم قطعیت تعمیم یافته با استفاده از ضریب پوشش دو بیان می‌گردد. در این مورد، پیش از ترکیب کردن آن با سایر اجزای عدم قطعیت، این عدم قطعیت باید به دو تقسیم شود تا عدم قطعیت استاندارد تعیین شود.

پ-۲-۲ روشی برای ارزیابی عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری در طول فرایند صحه‌گذاری ، ارزیابی اختلاف بین دو مرحله اجرای داده‌ها می‌باشد (تکرارپذیری).

پ-۲-۲-۱ برای هر نقطه صحه‌گذاری نیرو، مجموع مربعات اختلافات در خطا بین اولین و دومین مرحله اجرای آن نقطه صحه‌گذاری و چهار نقطه تایید نزدیک به آن نقطه محاسبه گردد. این مجموع به ۱۰ تقسیم شده و ریشه مربع حاصل برای دست‌یابی به برآوردی از عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری در حین فرایند صحه‌گذاری به دست آید.

یادآوری ۴- مجموع از آن جهت بر ۱۰ تقسیم می شود که ۵ جفت خوانده مورد استفاده قرار گرفته است و واریانس هر جفت معادل با اختلاف تقسیم شده بر ۲ می‌باشد.

پ-۲-۲-۲ معمولا این نوع ارزیابی عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری شامل عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون خواهد بود؛ البته، امکان تکرار اجراها بدون مشاهده تاثیرات تفکیک‌پذیری نیز وجود دارد. در هر نیرو، این مساله مورد آزمون قرار گیرد که آیا عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری بزرگتر از عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون است یا خیر. در صورتی که در یک نیروی صحه‌گذاری مشخص، عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری بزرگتر یا به صورت اسمی معادل با عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون نیست، برای آن نیروی صحه‌گذاری ، اجزای عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در آن نیرو و در نیروی صفر نیز منظور گردد.

پ-۲-۲-۳ عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در هر نیروی صحه‌گذاری ریشه مربع مجموع مربعات دو جز زیر می‌باشد:

۱- جز عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری نشانگر نیرو دستگاه آزمونی که مورد صحه‌گذاری قرار گرفته می‌تواند با تقسیم کردن تفکیک‌پذیری نشانگر نیرو در نیرویی که عدم قطعیت در آن مورد ارزیابی قرار گرفته بر کمیت دو برابر ریشه مربع سه تعیین گردد.

۲- جز عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری نشانگر نیروی دستگاه آزمون در نیروی صفر را می‌توان با تقسیم کردن تفکیک‌پذیری شاخص نیرو در نیرو صفر بر کمیت دو برابر ریشه مربع سه تعیین نمود.

پ-۳ دو جز اصلی (یا سه جز در صورت نیاز) را می‌توان با مجذور کردن هر جزء، اضافه کردن آنها به هم، و سپس گرفتن ریشه مربع مجموع برای تعیین عدم قطعیت اندازه‌گیری ترکیب شده خطای تعیین شده برای دستگاه آزمون ترکیب نمود.

پ-۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری تعمیم یافته را می‌توان با ضرب عدم قطعیت ترکیب شده در دو برای یک سطح اطمینان تقریبا ٪ ۹۵ تعیین نمود.

مثال- عدم قطعیت اندازه‌گیری خطای گزارش شده مربوط به یک دستگاه آزمون با ظرفیت ۱۰۰۰۰N در ۲۰۰۰N تعیین می‌شود. عدم قطعیت اندازه‌گیری آزمایشگاه کالیبراسیون تعمیم یافته با استفاده از ضریب ۲،٪ ۰٫۳ نیروی اعمال شده است. تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در ۲۰۰۰N برابر N ۵ است. تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در نیروی صفر برابر N ۵ است. نتایج زیر مربوط به دو مرحله اجرای کالیبراسیون است:

جدول پ۱-نتایج دو مرحله کالیبراسیون

خوانده دستگاه ۱	خوانده صحه-گذاری ۱	درصد خطای ۱	خوانده دستگاه ۲	خوانده صحه-گذاری ۲	درصد خطای ۲	درصد تکرارپذیری
۱۰۰	۱۰۰٫۲۴	-۰٫۲۴	۱۰۰	۱۰۰٫۰۲	-۰٫۰۲	۰٫۲۲
۲۰۰	۲۰۰٫۲۱	-۰٫۱۱	۲۰۰	۲۰۰٫۲۳	-۰٫۱۱	۰٫۰۰
۴۰۰	۴۰۰٫۱۹	-۰٫۰۵	۴۰۰	۴۰۰٫۳۷	-۰٫۰۹	۰٫۰۴
۷۰۰	۶۹۹٫۹۸	۰٫۰۰	۷۰۰	۷۰۰٫۱۲	-۰٫۰۲	۰٫۰۲
۱۰۰۰	۱۰۰۰٫۱۵	-۰٫۰۱	۱۰۰۰	۱۰۰۱٫۱۵	-۰٫۱۱	۰٫۱۰
۲۰۰۰	۱۹۹۸٫۸۴	۰٫۰۶	۲۰۰۰	۱۹۹۵٫۳۳	۰٫۲۳	۰٫۱۷
۴۰۰۰	۳۹۹۴٫۳۱	۰٫۱۴	۴۰۰۰	۳۹۹۸٫۲۰	۰٫۳۰	۰٫۱۶
۷۰۰۰	۶۹۸۱٫۹۷	۰٫۲۶	۷۰۰۰	۶۹۷۹٫۸۶	۰٫۲۹	۰٫۰۳
۱۰۰۰۰	۹۹۸۹٫۰۰	۰٫۱۱	۱۰۰۰۰	۹۹۶۷٫۵۴	۰٫۳۲	۰٫۲۱

جز عدم قطعیت ناشی از عدم قطعیت اندازه‌گیری آزمایشگاه کالیبراسیون، u_{CL} به صورت زیر است:

$$u_{CL} = \frac{0.003\times2000}{2} = 3N \qquad (۱)$$

جز عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری در ۲۰۰۰N، u_r به صورت زیر محاسبه می‌شود:

تکرارپذیری در ۲۰۰۰N و چهار نیروی نزدیک به ۲۰۰۰N، ٪ ۰٫۰۲ ، ۷۰۰N، ٪ ۰٫۱۰ ۱۰۰۰N، ٪ ۰٫۱۷ ، ۲۰۰۰N ، ٪ ۰٫۱۶ ، ۴۰۰۰N و ٪ ۰٫۰۳ ، ۷۰۰۰N می‌باشد که به ترتیب ۰٫۱۴، ۱٫۰۰، ۳٫۴۰، ۶٫۴۰ و ۲٫۱۰ نیوتن است. بنابراین:

$$u_r\sqrt{\frac{0.14^2+1.00^2+3.40^2+6.40^2+2.10^2}{10}} = 2.4N \qquad (۲)$$

جز عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در ۲۰۰۰N، u_{R2000} به صورت زیر است:

$$u_{R2000} = \frac{5}{2\sqrt{3}} = 1.4N \qquad (۳)$$

جز عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری دستگاه آزمون در نیروی صفر، u_{RZ} به صورت زیر است:

$$u_{RZ} = \frac{5}{2\sqrt{3}} = 1.4N \qquad (۴)$$

جز عدم قطعیت کل ناشی از تفکیک‌پذیری در ۲۰۰۰N به صورت زیر است:

$$\sqrt{1.4^2 + 1.4^2} = 2.0N \quad (۵)$$

از آنجایی که عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری بزرگتر از عدم قطعیت ناشی از تفکیک‌پذیری است، جز ناشی از تفکیک‌پذیری در نظر گرفته نمی‌شود.

عدم قطعیت اندازه‌گیری ترکیب شده خطای تعیین شده در ۲۰۰۰N، u به صورت زیر است:

$$u = \sqrt{3^2 + 2.4^2} = 3.8N \quad (۶)$$

عدم قطعیت اندازه‌گیری تعمیم یافته خطای تعیین شده در ۲۰۰۰N، U با استفاده از ضریب پوشش دو به صورت زیر است:

$$U = 2 \times 3.8 = 7.6N \quad (۷)$$