



استاندارد ملی ایران

۱۳۸۴۲-۱۰

چاپ اول

۱۳۹۵



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

13842-10

1st.Edition

2017

Identical with:

ISO 10360-10:

2016

- ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)  
آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد برای  
سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMS)  
قسمت ۱۰:

ردیاب‌های لیزری برای اندازه‌گیری فواصل  
نقطه به نقطه

Geometrical product specifications  
(GPS) - Acceptance and reverification tests  
for coordinate measuring systems(CMS) -  
Part 10:

Laser trackers for measuring  
point-topoint distances

ICS: 17.040.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: (۰۲۶) ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

رایانمایی: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization 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@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در 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 مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته 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 در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. 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 استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبره وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد 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 ناظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای کالیبراسیون وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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 Métrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) – آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد برای سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMS) – قسمت ۱۰: رדיاب‌های لیزری برای اندازه‌گیری فواصل نقطه به نقطه»

#### سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد دماوند

#### رئیس:

حیدری، مرتضی  
(دکتری مکانیک)

کارشناس اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس اداره کل استاندارد استان اردبیل

#### دبیر:

حسنی، طاهره  
(کارشناسی فیزیک حالت جامد)

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد استان اردبیل

ابراهیمی ویند، مریم  
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد استان اردبیل

حسینی، سونا  
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

رئیس اداره فناوری اطلاعات اداره کل استاندارد استان اردبیل

فدا، امیر  
(کارشناسی برق - مخابرات)

کارشناس استاندارد شرکت گاز استان اردبیل

معز، بهروز  
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

شرکت زیورآلات کهن ایرانیان (سهامی خاص)

نجف‌زاده خویی، علی‌اصغر  
(دکترای مهندسی متالورژی)

مسئول حراست اداره کل استاندارد استان اردبیل

محمدی ادیب، جعفر  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

عضو مستقل

مینایی امین  
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس شبکه اداره کل استاندارد استان اردبیل

اعضا: (اسمی به ترتیب حروف الفبا)

مینایی، مژگان

(کارشناسی فناوری اطلاعات)

ویراستار:

معاون ارزیابی انطباق اداره کل استاندارد استان

آذربایجان غربی

فخری گمچی، ابراهیم

(کارشناسی ارشد فیزیک)

## فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	۱
مقدمه	۱
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۳-۱ ردیاب لیزری	۲
۲-۳ شیوه اندازه‌گیری تداخلی	۳
۳-۳ شیوه اندازه‌گیری فاصله مطلق	۳
۴-۳ پس‌بازتابگر	۳
۵-۳ پس‌بازتابگر کروی نصب شده	۴
۶-۳ ترکیب سوزن‌ها و پس‌بازتابگر	۴
۷-۳ ترکیب حسگر فاصله نوری و پس‌بازتابگر	۵
۸-۳ آشیانه هدف	۵
۹-۳ خطای اندازه‌گیری طول	۵
۱۰-۳ ماده با CTE عادی	۵
۱۱-۳ خطای شکل پروف‌گذاری	۶
۱۲-۳ خطای اندازه پروف‌گذاری	۶
۱۳-۳ خطای مکان	۶
۱۴-۳ بیشینه خطای مجاز اندازه‌گیری طول	۷
۱۵-۳ بیشینه خطای مجاز شکل پروف‌گذاری	۷
۱۶-۳ بیشینه خطای مجاز اندازه پروف‌گذاری	۷
۱۷-۳ بیشینه خطای مجاز مکان	۷
۱۸-۳ شرط عملیاتی اسمی	۸
۴ نمادها	۸
۵ شرط عملیاتی اسمی	۱۰
۱-۵ شرط محیطی	۱۰
۲-۵ شرایط عملیاتی	۱۱
۶ آزمون‌های پذیرش و آزمون‌های تایید مجدد	۱۱
۱-۶ کلیات	۱۱

## صفحه

## عنوان

۱۲	۲-۶ خطاهای شکل و اندازه پروب‌گذاری
۱۲	۱-۲-۶ اصول
۱۳	۲-۲-۶ تجهیزات اندازه‌گیری
۱۳	۳-۲-۶ روش اجرایی
۱۵	۴-۲-۶ استخراج نتایج آزمون
۱۵	۳-۶ خطاهای مکان (آزمون‌های دوجهته)
۱۵	۱-۳-۶ اصول
۱۵	۲-۳-۶ تجهیزات اندازه‌گیری
۱۵	۳-۳-۶ روش اجرایی
۱۶	۴-۳-۶ استخراج نتایج آزمون
۱۷	۴-۶ خطاهای طول
۱۷	۱-۴-۶ کلیات
۱۷	۲-۴-۶ اصول
۱۸	۳-۴-۶ تجهیزات اندازه‌گیری
۲۰	۴-۴-۶ روش اجرایی
۲۸	۵-۴-۶ استخراج نتایج آزمون
۲۸	۷ انطباق با ویژگی
۲۸	۱-۷ آزمون پذیرش
۲۹	۲-۷ آزمون‌های بررسی و تایید مجدد
۲۹	۸ کاربردها
۲۹	۱-۸ آزمون پذیرش
۳۰	۲-۸ آزمون‌های بررسی و تایید مجدد
۳۱	۳-۸ بررسی موقت
۳۱	۹ نشانه‌ها در مستندسازی فرآورده و برگه‌های داده
۳۳	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فرم‌ها
۳۶	پیوست ب (الزامی) طول‌های آزمون کالیبره شده
۳۶	ب-۱ کلیات
۳۶	ب-۲ طول‌های آزمون کالیبره شده

ز

صفحة	عنوان
۳۶	ب-۳ میله‌های مقیاس
۳۶	ب-۴ آشیانه‌های صلب
۳۶	ب-۵ سامانه حمل و نقل یا ریلی
۳۷	ب-۶ طول‌های تک جهته و دوجهته
۳۹	پیوست پ (الزامی) جبران گرمایی قطعه کار
۴۱	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) دستیابی به حجم اندازه‌گیری جایگزین
۴۳	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) ویژگی MPEها
۴۳	ث-۱ کلیات
۴۳	ث-۲ نقش‌های سامانه فرعی
۴۴	ث-۳ بسط فرمول‌های عام
۴۵	ث-۴ یادآوری درباره گستره آزمون
۴۶	ث-۵ یادآوری درباره اندازه‌گیری دوجهته
۴۷	پیوست ج (آگاهی‌دهنده) آزمون موقت
۴۷	ج-۱ کلیات
۴۸	پیوست ج (الزامی) آزمون سوزن‌ها و ترکیب پس‌بازتابگر
۴۸	ج-۱ کلیات
۴۸	ج-۲ خطاهای پروب‌گذاری
۴۸	ج-۳ خطاهای وابسته به جهت‌گیری
۴۸	ج-۳-۱ کلیات
۴۹	ج-۳-۲ تجهیزات اندازه‌گیری
۴۹	ج-۳-۳ روش اجرایی
۴۹	ج-۳-۴ استخراج نتایج آزمون
۵۰	ج-۴ خطاهای ثبت
۵۰	ج-۵ نمادهای مربوط به پیوست ج
۵۲	پیوست ح (الزامی) آزمون حسگرنوری و ترکیب پس‌بازتابگر (ODR)
۵۲	ح-۱ کلیات
۵۲	ح-۲ خطاهای پروب‌گذاری
۵۳	ح-۳ خطاهای ثبت
۵۳	ح-۴ اندازه‌گیری شکل تخت
۵۴	ح-۵ نمادهای مربوط به پیوست ح
۵۵	پیوست خ (آگاهی‌دهنده) ارتباط با مدل ماتریس GPS

صفحه	عنوان
۵۵	خ-۱ کلیات
۵۵	خ-۲ اطلاعاتی درباره این استاندارد و کاربرد آن
۵۵	خ-۳ مکان در مدل ماتریس GPS
۵۶	خ-۴ استانداردهای مرتبط
۵۷	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)- آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد برای سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMS)»- قسمت ۱۰: ردیاب‌های لیزری برای اندازه‌گیری فواصل نقطه به نقطه » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده در سیصد و چهارمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۵/۱۲/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده 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 شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO 10360-10:2016, Geometrical product specifications(GPS) - Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) - Part 10: Laser trackers for measuring point-topoint distances

## مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲ است.

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۱: سال ۱۳۹۰، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۱: واژه نامه

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۲: سال ۱۳۸۹، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۲: CMM های مورد استفاده در اندازه گیری ابعاد خطی

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۳: سال ۱۳۸۹، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۳: CMM ها با محور یک میز چرخان به عنوان محور چهارم

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۴: سال ۱۳۸۹، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۴: CMM های استفاده شده در اندازه گیری به شیوه اسکن کردن

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۶: سال ۱۳۸۹، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM) قسمت ۶: CMM برآورد خطاهای محاسبه ریخت های وابسته گوسی

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۷: سال ۱۳۹۲، ویژگی های هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۷: CMM های مجهز به سامانه کاوشگر تصویر بردار

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۲: سال ۱۳۸۴۲-۷، ویژگیهای هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM)- قسمت ۷: CMM های مجهر به سامانه کاوشگر تصویر بردار

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳: سال ۱۳۸۴۲-۸، ویژگیهای هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای سامانه های اندازه گیری مختصات (CMS)- قسمت ۸: CMM ها با حسگر نوری فاصله

- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳: سال ۱۳۸۴۲-۹، ویژگیهای هندسی فراورده (GPS) آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای سامانه های اندازه گیری مختصات (CMS)- قسمت ۹: CMM ها با سامانه های پروب گذاری چندگانه

این استاندارد، یک استاندارد ویژگی هندسی فراورده (GPS) است، و به عنوان یک استاندارد GPS عمومی مورد توجه قرار می گیرد (به گزارش فنی استاندارد بین المللی ISO 14638 مراجعه شود). این استاندارد بر پیوند ۵، زنجیره های استاندارد مربوط به اندازه، فاصله، ساعت، زاویه، شکل، جهت گیری، مکان و لنگی دایروی تاثیر می گذارد.

مدل ماتریسی ISO/GPS ارائه شده در استاندارد بین المللی ISO 14638 یک دید کلی از سامانه ISO/GPS را نشان می دهد که این استاندارد بخشی از آن می باشد. اصول بنیادی ISO/GPS که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۱۱ ذکر شده است، در این استاندارد کاربرد دارد و اصول تصمیم گیری بیان شده در استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۷۳-۱، نیز در این استاندارد کاربرد دارد، مگر اینکه غیر از آن ذکر شده باشد.

برای کسب اطلاعات بیشتر، از ارتباط این استاندارد با سایر استانداردها و مدل ماتریس GPS به پیوست خ مراجعه شود.

آزمون های ذکر شده در این استاندارد دو هدف فنی دارند:

الف- تولید کنندگان رדיاب لیزری بوسیله تعیین بیشینه خطاهای مجاز (MPE ها) عملکرد را مشخص کنند

ب- با استفاده از آزمون مشخصات کالیبراسیون، قابلیت رדיابی طول‌های آزمون، کره‌های آزمون و سطوح وجود داشته باشد.

مزایای انجام این آزمون‌ها در این است که نتایج سنجیده شده قابلیت رדיابی مستقیم واحد طول بر حسب متر، را دارد و اطلاعاتی در مورد چگونگی کارکرد ردباهای لیزری با انجام اندازه‌گیری طول مشابه در اختیار می‌گذارد.

این استاندارد متفاوت از استاندارد ملی ایران ۱۳۸۴۲-۲ مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری مختصات CMM‌های مجهر به سامانه‌های پروب‌گذاری تماسی می‌باشد که در جهت گیری طول‌های آزمون، هندسه تجهیزات مختلف و منابع خطا در داخل تجهیزات بازتاب می‌کند.

# ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS)<sup>۱</sup> - آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد برای سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMS) - قسمت ۱۰: ردیاب‌های لیزری برای اندازه‌گیری فواصل نقطه به نقطه

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمونی برای تایید عملکرد ردیاب لیزری است به گونه‌ای که اندازه‌گیری طول‌های آزمون کالیبرهشده، کره‌های آزمون و سطوح با توجه به مشخصات، توسط سازنده مشخص شده‌اند. این استاندارد با تعیین آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد، کاربر را قادر می‌سازد به صورت دوره‌ای عملکرد ردیاب لیزری را بررسی نماید.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

- آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد ارائه شده، تنها برای ردیاب‌های لیزری که از پس‌بازتابگر به عنوان سامانه پروب‌گذاری استفاده می‌کنند؛
- بررسی و تایید ردیاب‌های لیزری که از تداخل‌سنج (IFM)<sup>۲</sup>، فاصله‌سنج مطلق (ADM)<sup>۳</sup> و یا هر دو استفاده می‌کنند؛
- برای مشخص کردن و بررسی و تایید آزمون‌های عملکرد مربوط به دیگر سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات کروی که از اهداف مشترک مانند سامانه‌های «رادار لیزری» استفاده می‌کنند.

یادآوری - سامانه‌هایی، مانند سامانه‌های رادار لیزری که هدف ردیابی نیست، برای عملکرد پروب‌گذاری مورد آزمایش قرار نمی‌گیرند.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد:

- برای سامانه‌های اندازه‌گیری که از سامانه‌های هماهنگ کروی استفاده نمی‌کنند (مانند دو محور متعامد که یک نقطه تقاطع مشترک با محور خطی سوم در جهت شعاعی دارند). البته امکان دارد طرفین با موافقت هم از آن برای این منظور بهره گیرند.

این استاندارد موارد ذیل را تعیین می‌کند:

- الزامات عملکرد که توسط سازنده یا کاربر ردیاب لیزری تعیین می‌شود؛

1- Global positioning system

2 - Interfrometry

3- Absolute distance meter

- روش اجرای آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد برای اثبات الزامات مطرح شده؛
- قوانین مورد استفاده برای اثبات انطباق، و
- کاربردهایی که در آن، آزمون‌های پذیرش و تایید مجدد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## 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.

در صورتی که 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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۸: سال ۱۳۹۳، ویژگی‌های هندسی محصول (GPS) آزمون پذیرش و بررسی مجدد برای سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات- (CMS) قسمت ۸: CMM‌ها با حسگر نوری فاصله

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۹: سال ۱۳۹۳، ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای سامانه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMS) – قسمت ۹: CMM‌ها با سامانه‌های پروب‌گذاری چند گانه

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۷۳-۱: سال ۱۳۹۳، ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) - بازرسی به وسیله اندازه‌گیری قطعه کارها و تجهیزات اندازه‌گیری- قسمت ۱ - قواعد تصمیم گیری برای اثبات انطباق یا عدم انطباق با ویژگی‌ها

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

ردياب ليزري

**laser tracker**

سامانه اندازه‌گیری مختصات که در آن یک هدف مشترک با یک پرتو لیزر دنبال شده و مکان آن بر حسب یک فاصله (گستره) و دو زاویه تعیین می‌شود.

یادآوری- دو زاویه مورد نظر،  $\theta$  (چرخش حول محور عمودی و محور ثابت ردياب ليزري) و ارتفاع  $\phi$  (زاویه بالاتر از يك صفحه افقی- عمود بر محور ايستاده) به سمت اشاره می‌کنند.

۲-۳

### شيوه اندازه‌گيري تداخلی

شيوه IFM

#### interferometric measurement mode

روش اندازه‌گيري که با استفاده از تداخل سنج ليزري جابجايی يكپارچه در ردياب ليزري، برای تعیین فاصله (گستره) يك هدف استفاده می‌شود.

يادآوری- با تداخل سنج جابجايی فقط می‌توان اختلاف فاصله‌ها را تعیین کرد و در نتیجه به يك فاصله مرجع نياز است. (به عنوان مثال مكان خانه)

۳-۳

### شيوه اندازه‌گيري فاصله مطلق

شيوه ADM

#### absolute distance measurement mode

روش اندازه‌گيري که با استفاده از زمان دستگاه پرواز يكپارچه در ردياب ليزري، جهت تعیین فاصله (گستره) از يك هدف استفاده می‌شود.

يادآوری- زمان دستگاه پرواز ممکن است شامل نوعی از روش‌های مدولاسيون برای محاسبه فاصله تا هدف باشد.

۴-۳

### پس‌باتابگر

#### retroreflector

دستگاه غيرفعالی است که برای باز پس تاباندن نور، موازی با جهت رویداد فرا گستره‌ای از زوایای رویداد طراحی شده است.

يادآوری ۱- پس‌باتابگرها معمولاً چشم گربه‌ای، مکعب گوشه‌ای و کره‌هایی از مواد خاص می‌باشند.

يادآوری ۲- پس‌باتابگرها اهداف مشترک هستند.

يادآوری ۳- برای سامانه‌های خاص، به عنوان مثال رadar ليزري، پس‌باتابگر ممکن است يك هدف مشترک مانند يك كره صيقلي باشد.

## ۵-۳

پس بازتابگر کروی نصب شده

**SMR**

**spherically mounted retroreflector**

پس بازتابگری است که در یک محفظه کروی نصب شده است.

یادآوری ۱- در مورد مکعب گوشه باز، راس معمولاً برای منطبق بودن بودن، باید با مرکز کره تنظیم شود.

یادآوری ۲- در این استاندارد، آزمون‌ها به طور معمول با یک پس بازتابگر کروی نصب شده انجام شده است.

یادآوری ۳- به شکل ۱ مراجعه شود.

## ۶-۳

ترکیب سوزن‌ها و پس بازتابگر

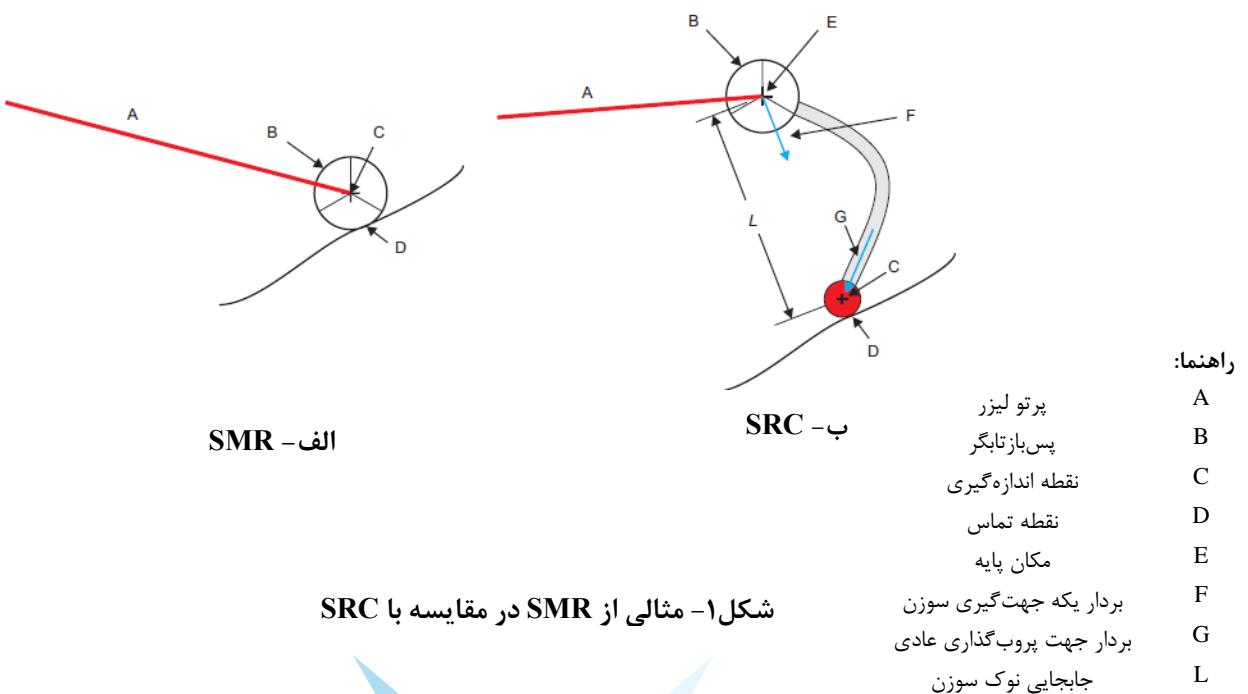
**SRC**

**stylus and retroreflector combination**

سامانه پروب‌گذاری است که نقطه اندازه‌گیری را با استفاده از یک سوزن پروب برای تماس با قطعه کار، تعیین می‌کند. از پس بازتابگر برای تعیین مکان مبنای پروب و از سایر وسائل برای پیدا کردن بردار یکه جهت‌گیری سوزن استفاده می‌شود.

یادآوری ۱- مبنا برای جابجایی نوک سوزن (L) مرکز پس بازتابگر می‌باشد.

یادآوری ۲- به شکل ۱ مراجعه شود.



۷-۳

### ترکیب حسگر فاصله نوری و پس بازتابگر

ODR

#### optical distance sensor and retroreflector combination

سامانه پروب گذاری است که نقطه اندازه‌گیری را با استفاده از حسگر فاصله نوری، برای اندازه‌گیری قطعه کار تعیین می‌کند. از پس بازتابگر برای تعیین مکان مبنای حسگر فاصله نوری و از سایر وسایل برای پیدا کردن جهت‌گیری حسگر فاصله نوری استفاده می‌شود.

۸-۳

### آشیانه هدف

#### target nest

آشیانه

#### nest

دستگاه طراحی شده برای مکان‌یابی پی‌درپی SMR است.

۹-۳

### خطای اندازه‌گیری طول

#### length measurement error

$E_{\text{Uni:L:LT}}$

$E_{\text{Bi:L:LT}}$

تعیین خطای نشاندهی است هنگامی که اندازه‌گیری فاصله نقطه به نقطه طول آزمون تک جهته ( $E_{\text{Bi:L:LT}}$ ) یا دوچهته ( $E_{\text{Uni:L:LT}}$ ) کالیبره شده با استفاده از یک ردیاب لیزری با جابجایی نوک سوزن از L انجام می‌شود.

یادآوری -  $E_{\text{Bi:L:LT}}$  و  $E_{\text{Uni:L:LT}}$  که در این استاندارد استفاده می‌شود، به صورت مشترک با جابجایی هیچ نوک سوزنی مطابقت ندارد، برای پس بازتابگرهای کروی نصب شده، مرکز نوری پس بازتابگر با مرکز فیزیکی سامانه پروب گذاری منطبق می‌باشد.

۱۰-۳

### ماده با CTE<sup>۱</sup> عادی

#### normal CTE material

ماده‌ای با ضریب انبساط گرمایی (CTE) بین  $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  و  $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  است.

1- coefficient of thermal expansion

به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۸۴۲: سال ۱۳۸۹ مراجعه شود.

یادآوری- برخی از اسناد ممکن است CTE را در واحد  $C^1$  که معادل  $1/\%_K$  است، بیان کنند.

۱۱-۳

### خطای شکل پروب‌گذاری

#### **probing form error**

$$P_{\text{Form.Sph.}1x25::\text{SMR.LT}}$$

خطای نشانده‌ی است که در آن دامنه فاصله‌های شعاعی گاووسی<sup>۱</sup> را می‌توان با تناسب کمترین مربعات ۲۵ نقطه‌ی اندازه‌گیری شده توسط ردیاب لیزری روی ماده کروی با اندازه استاندارد تعیین کرد.

یادآوری- فقط یکبار تناسب کمترین مربعات انجام می‌شود و هر نقطه برای فاصله آن (شعاع) از مرکز نصب شده ارزیابی می‌شود.

۱۲-۳

### خطای اندازه پروب‌گذاری

#### **probing size error**

$$P_{\text{Size.Sph.}1x25::\text{SMR.LT}}$$

خطای نشانده‌ی است که در آن قطر ماده کروی با اندازه استاندارد را می‌توان با تناسب کمترین مربعات ۲۵ نقطه‌ی اندازه‌گیری شده توسط ردیاب لیزری تعیین کرد.

۱۳-۳

### خطای مکان

#### **location error**

#### خطای دوچهته

#### **two-face error**

#### خطای معکوس غوطه‌وری

#### **plunge and reverse error**

$$L_{\text{Dia.}2x1:\text{P\&R:LT}}$$

فاصله‌ی عمود بر مسیر پرتو، بین دو اندازه‌گیری پس‌بازتابگر ثابت است که در آن اندازه‌گیری دوم با ردیاب لیزری محور افقی در حدود  $180^\circ$  از اولین اندازه‌گیری انجام شده است و زاویه ارتفاع ردیاب لیزری به طور تقریبی یکسان می‌باشد.

1- Gaussian



یادآوری ۱- ترکیب چرخش محور، به عنوان یک آزمون دووجهه یا معکوس غوطه‌وری شناخته می‌شود.

یادآوری ۲- پایه ردیاب لیزری در طول آزمون ثابت می‌باشد.

۱۴-۳

### بیشینه خطای مجاز اندازه‌گیری طول

**maximum permissible error of length measurement**

$$E_{\text{Uni:L:LT,MPE}}$$

$$E_{\text{Bi:L:LT,MPE}}$$

بیشینه مقدار خطای مجاز اندازه‌گیری طول،  $E_{\text{Bi:L:LT}}$  یا  $E_{\text{Uni:L:LT}}$  که با توجه به ویژگی‌ها تعیین می‌شود.

یادآوری -  $E_{\text{Uni:0:LT,MPE}}$  و  $E_{\text{Bi:0:LT,MPE}}$  در همه بخش‌های این استاندارد استفاده شده است.

۱۵-۳

### بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری

**maximum permissible error of probing form**

$$P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}}$$

بیشینه مقدار خطای مجاز شکل پروب‌گذاری،  $P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT}}$  که با توجه به ویژگی‌ها تعیین می‌شود.

۱۶-۳

### بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری

**maximum permissible error of probing size**

$$P_{\text{Size.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}}$$

بیشینه مقدار خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری،  $P_{\text{Size.Sph.1x25::SMR.LT}}$  که با توجه به ویژگی‌ها تعیین می‌شود.

۱۷-۳

### بیشینه خطای مجاز مکان

**maximum permissible error of location**

$$L_{\text{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}}$$

بیشینه مقدار خطای مجاز مکان،  $L_{\text{Dia.2x1:P&R:LT}}$  که با توجه به ویژگی‌ها تعیین می‌شود.

## شرط عملیاتی اسمی

**rated operating condition**

شرط عملیاتی است که باید با توجه به ویژگی‌ها، در حین اندازه‌گیری برآورده شود به نحوی که یک ابزار اندازه‌گیری و یا یک سامانه اندازه‌گیری، به صورت طراحی شده اجرا شود.

**یادآوری ۱**- به طورکلی شرایط عملیاتی مجاز، فواصل مقادیر یک کمیت اندازه‌گیری شده و هر کمیت نفوذ را مشخص می‌کند.

**یادآوری ۲**- در این استاندارد اصطلاح «طراحی شده» در تعریف به معنای «مشخص شده با MPE» می‌باشد.

**یادآوری ۳**- هنگامیکه شرط عملیاتی اسمی در یک آزمون، با توجه به این استاندارد برآورده نشود، نمی‌توان انطباق و یا عدم انطباق ویژگی‌ها را تعیین کرد.

[منبع: مرجع ۳ کتابنامه]

## ۴ نمادها

در این استاندارد، نمادهای ارائه شده در جدول ۱، به کار می‌روند.

**جدول ۱- نمادهای کمیت‌های ویژگی**

نماد	تعریف
$E_{\text{Uni:L:LT}}$ $E_{\text{Bi:L:LT}}$	خطای اندازه‌گیری طول(طول‌های یک یا دوچهته) که L جایجایی نوک سوزن است
$P_{\text{Form.Sph.1}\times 25::\text{SMR.LT}}$ $P_{\text{Form.Sph.1}\times 25::\text{SRC.LT}}$ $P_{\text{Form.Sph.1}\times 25::\text{ODR.LT}}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای SRC، SMR یا شیوه عملیات ODR
$P_{\text{Size.Sph.1}\times 25::\text{SMR.LT}}$ $P_{\text{Size.Sph.1}\times 25::\text{SRC.LT}}$ $P_{\text{Size.Sph.1}\times 25::\text{ODR.LT}}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای SRC، SMR یا شیوه عملیات ODR
$L_{\text{Dia.2x1:P&R:LT}}$	خطای مکان (از آزمون‌های دو سطحی)
$E_{\text{Uni:L:LT,MPE}}$ $E_{\text{Bi:L:LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه‌گیری طول که L جایجایی نوک سوزن است.

نام	تعریف
$P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری
$P_{\text{Size.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری
$L_{\text{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز مکان پروب‌گذاری (از آزمون‌های دو سطحی)
	<b>آزمون حسگر لوازم جانبی - SRC</b>
نام	تعریف
$P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT}}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای SRC
$P_{\text{Size.Sph.1x25::SRC.LT}}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای SRC
$P_{\text{Dia.15x1::SRC.LT}}$	خطای جهت‌گیری برای SRC
$P_{\text{Form.Sph.1x25::SRC.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای SRC
$P_{\text{Size.Sph.1x25::SRC.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای SRC
$P_{\text{Dia.15x1::SRC.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز جهت‌گیری پروب‌گذاری برای SRC
	<b>آزمون حسگر لوازم جانبی - ODR</b>
نام	تعریف
$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODR.LT}}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای ODR (۲۵ نقطه)
$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODR.LT}}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقطه)
$P_{\text{Size.Sph.1x25::ODR.LT}}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای ODR (۲۵ نقطه)
$P_{\text{Size.Sph.All::ODR.LT}}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای ODR (همه نقاط)
$E_{\text{Form.Pla.D95%::ODR.LT}}$	خطای شکل سطح اندازه گیری برای ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای ODR (۲۵ نقطه)
$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقاط)

## ادامه جدول ۱- نمادهای کمیت‌های ویژگی

آزمون حسگر لوازم جانبی - ODR	
ناماد	تعریف
$P_{\text{Size.Sph.}1\times 25::\text{ODR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای ODR (۲۵ نقطه)
$P_{\text{Size.Sph.All::ODR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای ODR (همه نقاط)
$E_{\text{Form.Pla.D95%::ODR.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل سطح اندازه گیری برای ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{\text{Dia.}15\times 1:\text{SRC.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز جهت‌گیری پروب‌گذاری برای SRC
آزمون حسگرهای چندگانه	
ناماد	تعریف
$P_{\text{Form.Sph.}n\times 25::\text{MPS.LT}}$	خطای شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{\text{Size.Sph.}n\times 25::\text{MPS.LT}}$	خطای اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{\text{Dia.}n\times 25::\text{MPS.LT}}$	خطای مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{\text{Form.Sph.}n\times 25::\text{MPS.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{\text{Size.Sph.}n\times 25::\text{MPS.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{\text{Dia.}n\times 25::\text{MPS.LT,MPE}}$	بیشینه خطای مجاز مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه

یادآوری ۱- برای موارد متداول آزمون طول با SMR، مقدار  $L$  برابر با صفر خواهد بود. ( به طورمثال:  $E_{\text{Bi}:0:\text{LT}}$ )

یادآوری ۲- برای خطاهای سامانه پروب‌گذاری چندگانه، ترکیب خاص حسگرهای ارئه شده با سامانه ردیاب لیزری بستگی دارد.

یادآوری ۳- در نتایج ثبت شده آزمون حسگر چندگانه،  $n$  (در  $25 \times n$ ) تعداد حسگرهای دخیل می‌باشد. ( $n \geq 2$ )

## ۵ شرط عملیاتی اسمی

## ۱-۵ شرط محیطی

محدودیتهای مجاز شرط محیطی مانند شرایط دما، فشار هوا، رطوبت و لرزش در محل نصب که بر اندازه‌گیری‌ها تاثیر می‌گذارند، باید توسط:

- سازنده، در مورد آزمون‌های پذیرش، و
- کاربر، در مورد آزمون‌های تایید مجدد تعیین شود.

در هر دو مورد، کاربر آزاد است تا شرط محیطی، که تحت آن آزمون در حدود تعیین شده انجام می‌شود را انتخاب کند. (روشی برای تعیین این شرایط در شکل ۱ پیوست الف ارائه شده است).

اگر کاربر بخواهد آزمون را تحت شرایط محیطی غیر از شرایط محیطی محل آزمایش (به عنوان مثال در دمای بالا یا پایین) انجام دهد، باید طرفین در مورد تقبل هزینه‌های تهویه محیطی ایجاد شده به توافق برسند.

## ۲-۵ شرایط عملیاتی

شرایط مورد درخواست سازنده برای دستیابی به ویژگی‌های MPE باید مشخص شود. (به عنوان مثال در یک برگه ویژگی ارائه شود).

برای آزمون‌هایی که در بند ۶ تعیین شده است، ردیاب لیزری باید با استفاده از روش‌های ذکر شده در دفترچه راهنمای سازنده مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال بخش‌های ویژه‌ای که در دفترچه راهنمای سازنده باید رعایت شوند عبارتند از:

- الف - راه اندازی ماشین / چرخه‌های گرم کردن؛
- ب - روش‌های اجرایی جبران ماشین؛
- پ - روش‌های اجرایی تمیز کردن پس‌بازتابگر و آشیانه‌ها؛
- ت - صلاحیت سامانه SRC یا SMR؛
- ث - مکان، نوع و تعداد حسگرهای محیطی (به عنوان مثال: «ایستگاه آب و هوا») و
- ج - مکان، نوع و تعداد حسگرهای گرمایی قطعه کار.

## ۶ آزمون‌های پذیرش و آزمون‌های تایید مجدد

### ۶-۱ کلیات

در ادامه

- آزمون‌های پذیرش بر اساس ویژگی‌ها و روش‌های سازنده که مطابق با این استاندارد است، انجام می‌شود و
- آزمون‌های تایید مجدد بر اساس ویژگی‌های کاربر و روش‌های سازنده انجام می‌شود.

ردياب ليزري ممکن است در صورت مجاز بودن در ويژگي ها، در جهت ديجري، غير از جهت گيري عادي به سمت بالا، در جهت قائم مورد آزمون قرار گيرد. در هر مورد، زوایای افقی و عمودی با توجه به ردياب ليزري جهت دار می شوند. مكان و جهت گيري طول آزمون با توجه به ردياب ليزري باید قبل از شروع آزمون به روشني تعریف شده باشد. به طور کلي طول آزمون با ردياب ليزري دوران خواهد كرد. با اين حال، مكانها برای پروب گذاري و آزمون های دوجهته يك رابطه ثابت با محور ثابت ردياب ليزري را حفظ خواهد كرد. (به عنوان مثال، آنها با ردياب ليزري دوران خواهند كرد). برای مثال، اگر ردياب ليزري به صورت افقی روی محور ثابت خود نصب شود، جهت های «بالا» و «پایین» شرح داده شده در جدول های ۲ و ۳ با محور ثابت موازی خواهند بود.

كه در آن از تناسب کمترین مربعات (ويژگي گاووسی) برای به دست آوردن نتایج آزمون استفاده شده است. اين تناسب نامحدود به داده باید وجود داشته باشد، مگر اينکه محدودیت های تناسب به صراحت بيان شده باشد.

## ۲-۶ خطاهای شکل و اندازه پروب گذاري

### ۱-۲-۶ اصول

اصول اين روش آزمون، اندازه گيري اندازه و شکل كره آزمون با استفاده از ۲۵ نقطه پروب شده با SMR و ODR و SRC می باشد. اين زيربندي، روش آزمون خاصی را برای استفاده از SMR در جمع آوري نقاط ارائه می دهد. برای کسب اطلاعات جزئی تر در مورد آزمون با حسگرهای SMR یا ODR به پيوست ج یا پيوست ح مراجعه شود. برای خطاهای نشانده شکل و اندازه، يك تناسب كره کمترین مربعات با استفاده از ۲۵ نقطه مورد بررسی قرار می گيرد. حاصل تجزیه و تحلیل خطای شکل  $P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT}}$  می باشد.

**يادآوري ۱- خطاهای پروب گذاري**  $P_{\text{Size.Sph.1x25::SMR.L}}$  و  $P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT}}$  برای سامانه های ردياب ليزري کاربرد ندارد.

**يادآوري ۲- آزمون های سامانه های ردياب ليزري** توانايی تعیین نقاط منحصر به فرد را دارند. اين آزمون ها برای بررسی هر يك از ويژگی های عرضه شده بوسيله سازنده SMR در نظر گرفته نشده است، با اين وجود خطاهای در SMR نتایج آزمون را تحت تاثير قرار می دهند.

**يادآوري ۳- هنگام انجام آزمون با پس بازتابگر کروی نصب شده (SMR)** سه نوع خطا در SMR ممکن است نتایج آزمون را تحت تاثير قرار دهد. اگر كره که داخل آن پس بازتابگر نصب شده است، خارج از دور باشد، نتيجه آزمون تحت تاثير قرار خواهد گرفت. همچنين اگر سطوح بازتاب کننده شامل پس بازتابگر غير متعامد متقابل و نقاط متقطع آنها با مرکز كره منطبق نباشند، نتایج آزمون تحت تاثير قرار می گيرد.

## ۲-۲-۶ تجهیزات اندازه‌گیری

قطر اسمی اندازه ماده استاندارد به عنوان مثال کره آزمون، باید کمتر از ۱۰ mm و بیشتر از ۵۱mm نباشد. کره آزمون باید از لحاظ شکل و اندازه کالیبره شود.

یادآوری - ممکن است اندازه‌گیری در کره‌های آزمون کوچک‌تر به علت تداخل با کره‌ی نصب شده، دشوار باشد.

## ۳-۲-۶ روش اجرایی

کره آزمون را طوری نصب کنید که بتوان یک نیمکره کامل را پروب کرد. زمانیکه از یک پس‌بازتابگر کروی نصب شده برای پروب‌گذاری استفاده می‌شود، توصیه می‌شود تا تکیه‌گاه کره آزمون به دور از ردیاب لیزری قرار گیرد. توصیه می‌شود تا برای یک SRC، تکیه‌گاه به دور از جهت پروب‌گذاری عمود قرار بگیرد.

توصیه می‌شود برای حداقل کردن خطاهای ناشی از خمین، نصب کره آزمون به دقت انجام شود.

یادآوری ۱ - جهت پروب‌گذاری عمود برای SRC در امتداد محور سوزن SRC می‌باشد.

تعداد ۲۵ نقطه را اندازه‌گیری و ثبت کنید. نقاط باید تقریباً به صورت یکسان، حداقل بر روی یکی از نیمکره‌های کره آزمون توزیع شوند. مکان نقاط باید در اختیار کاربر قرار بگیرد و در صورتی که مشخص نشده باشد، الگوی پروب‌گذاری زیر توصیه می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود).

- یک نقطه در قطب کره آزمون؛

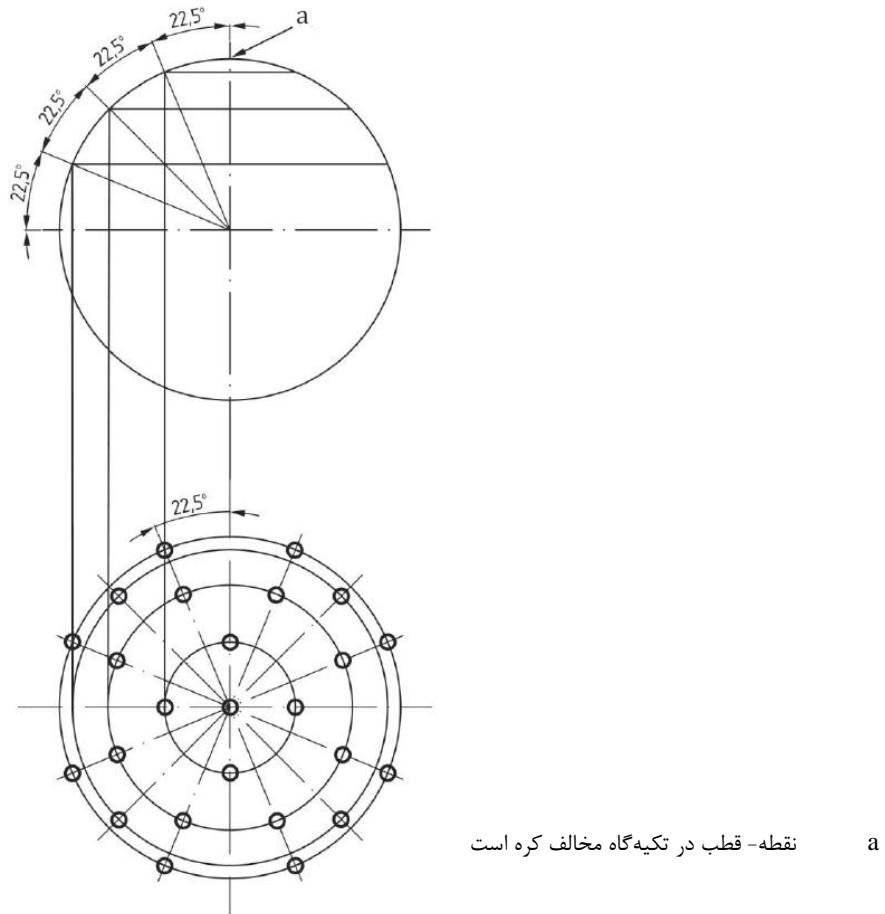
- چهار نقطه (با فاصله یکسان)  $22,5^\circ$  زیر قطب؛

- هشت نقطه (با فاصله یکسان)  $45^\circ$  زیر قطب و چرخش  $\square 22,5$  نسبت به دسته قبلی؛

- چهار نقطه (با فاصله یکسان)  $67,5^\circ$  زیر قطب و چرخش  $\square 22,5$  نسبت به دسته قبلی؛

- هشت نقطه (با فاصله یکسان)  $90^\circ$  زیر قطب (به عنوان مثال، در خط استوا) و چرخش  $\square 22,5$  نسبت به دسته قبلی؛

یادآوری ۲ - با توجه به ماهیت دستی اندازه‌گیری نقطه با ردیاب لیزری، مشخص شده است که مکان دقیق معرفی شده قابل اندازه‌گیری نیست.



شکل ۲- مکان نقاط پروب‌گذاری

نتایج این آزمون‌ها ممکن است به شدت وابسته به فاصله پس‌بازتابگر از ردیاب لیزری، به خصوص برای حسگرهای SRC و ODR باشد. بنابراین، آزمون باید در فاصله‌های مورد نیاز از ردیاب لیزری همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، انجام شود.

جدول ۲- مکان آزمون پروب

فاصله از ردیاب لیزری	شرایط موردنیاز برای حسگرهای SRC و ODR	ارتفاع نسبت به چرخش مرکز ردیاب لیزری
$< 2m^a$	ORD و SRC	ارتفاع تقریباً یکسان
۱۰ m	ORD و SRC	بیش از ۱ m در بالا و پایین
a: در آن سازنده ویژگی‌ها را به صراحة بیان می‌کند که یک حسگر SRC یا ODR فقط در فاصله بیشتر از ۲ m از ردیاب لیزری عمل می‌کند و آزمون باید در حداقل فاصله بیان شده، انجام شود.		

یادآوری ۳- اگر ردیاب لیزری به طور عمودی جهت‌گیری نداشته باشد، مکان آزمون پروب، مکان و جهت‌گیری یکسانی نسبت به محور ثابت ردیاب‌های لیزری خواهد داشت.

#### ۶-۲-۴ استخراج نتایج آزمون

##### ۶-۲-۴-۱ خطاهای اندازه

با استفاده از تمام ۲۵ نقطه اندازه‌گیری شده، کره گاووسی متناظر را محاسبه کنید. قطر کره را ثبت کنید. اختلاف نشاندار بین قطر اندازه‌گیری شده  $D_{\text{MEAS}}$  و قطر مرجع کالیبره شده  $D_{\text{REF}}$  کره آزمون به عنوان مثال:  $P_{\text{Size.Sph.1x25::SMR.LT}} - D_{\text{REF}}$  (برای یک SMR) می‌باشد.

##### ۶-۲-۴-۲ خطاهای شکل

برای هر ۲۵ نقطه اندازه‌گیری شده، فاصله شعاعی گاووسی را به عنوان فاصله از مرکز کمترین مربعات نقاط اندازه‌گیری شده کره محاسبه کنید. ثبت گسترهای از این مقادیر به عنوان مثال  $R_{\max} - R_{\min}$ ، خطای شکل،  $P_{\text{Form.Sph.1x25::SMR.LT}}$  (برای یک SMR) می‌باشد.

#### ۶-۳ خطاهای مکان (آزمون‌های دوجهته)

##### ۶-۳-۱ اصول

اصول روش این آزمون، شناسایی خطاهای هندسی ردیاب لیزری بوسیله اندازه‌گیری مجدد مکان یک پس‌بازتابگر ثابت در تنظیمات مختلف ردیاب لیزری می‌باشد. این تنظیمات الف- به وسیله اندازه‌گیری در حالت عادی و سپس ب- چرخش محور افقی با درجه تقریبی  $\square 180$  و جابجایی زاویه ارتفاع به طور عمودی در تعیین دوباره محل پس‌بازتابگر بدست آمداند.

فاصله ظاهری، عمود بر پرتو لیزر، بین دو اندازه‌گیری از پس‌بازتابگر منجر به نتیجه آزمون می‌شود.

همانطورکه این آزمون‌ها به سرعت انجام می‌شود، با هندسه ردیاب لیزری و تصحیح آن، مشکلات بلافاصله آشکار می‌شود. توصیه می‌شود که این آزمون‌ها ابتدا انجام شود.

##### ۶-۳-۲ تجهیزات اندازه‌گیری

تجهیزات موردنیاز برای این آزمون، یک آشیانه هدف است که به طور محکم در محل‌های مورد نیاز جدول ۳ نصب شده است.

##### ۶-۳-۳ روش اجرایی

آشیانه هدف را طوری نصب کنید که آشیانه و تکیه‌گاه آن تداخلی در اندازه‌گیری پس‌بازتابگر نداشته باشد. محل SMR در آشیانه و اندازه‌گیری مکان SMR با استفاده از دو زاویه و گستره صورت می‌گیرد. هردو محور زاویه‌ای ردیاب لیزری را با زوایای مناسب بچرخانید و محل پس‌بازتابگر را دوباره به دست آورید.

اندازه‌گیری این مکان پس‌بازتابگر را تنها در زاویه‌ها با استفاده از گستره وسیعی از اندازه‌گیری اول انجام دهید.

توصیه می‌شود تا آشیانه هدف برای حداقل کردن عدم قطعیت در اندازه‌گیری به طور محکم نصب شود. ممکن است نتایج به دست آمده از این آزمون‌ها بسیار وابسته به فاصله کره آزمون از ردیاب لیزری بوده و تحت تاثیر جهت‌گیری زاویه‌های ردیاب لیزری باشد. بنابراین این آزمون‌ها باید در دو فاصله از ردیاب لیزری و در سه جهت مختلف به صورت نشان داده شده در جدول ۳ انجام شود. فاصله افقی بین ردیاب لیزری و مکان پس‌بازتابگر، فاصله از ردیاب لیزری است و زاویه جهت‌گیری، زاویه سمتی اسمی ردیاب لیزری است.

### جدول ۳- مکان‌های اندازه‌گیری دوجهته

زاویه‌های سمتی با توجه به ردیاب لیزری در درجه‌ها	توصیف مکان پس‌بازتابگر <sup>a</sup>	فاصله از ردیاب لیزری	شماره مکان
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر حداقل ۱ m پایین‌تر از ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۱/۵ m	۳-۱
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر در ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۱/۵ m	۶-۴
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر حداقل ۱ m بالاتر از ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۱/۵ m	۹-۷
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر حداقل ۱ m پایین‌تر از ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۶ m	۱۲-۱۰
زاویه‌های سمتی با توجه به ردیاب لیزری در درجه‌ها	توصیف مکان پس‌بازتابگر <sup>a</sup>	فاصله از ردیاب لیزری	شماره مکان
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر در ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۶ m	۱۵-۱۳
۲۴۰، ۱۲۰، ۰	آزمون دوجهته، پس‌بازتابگر حداقل ۱ m بالاتر از ارتفاع دوران مرکز ردیاب	۶ m	۱۸-۱۶

a : فاصله از ردیاب لیزری بهتر است در ۱۰٪ فاصله‌ی اسمی و زاویه سمتی در  $\square$  ۵ باشد.

یادآوری- اگر ردیاب لیزری به صورت عمودی جهت‌گیری نداشته باشد، مکان آزمون همان مکان و جهت‌گیری نسبت به محور ردیاب لیزری ثابت خواهد بود.

### ۶-۳-۴ استخراج نتایج آزمون

خطای مکان مربوط به دو مکان اندازه‌گیری شده را محاسبه کنید. این فاصله بین دو مکان، خطای مکان،  $L_{\text{Dia.}2\times1:\text{P\&R:LT}}$  می‌باشد.

اگر دو مکان اندازه‌گیری در مختصات کروی با  $(R_1 \text{ و } \varphi_1 \text{ و } \theta_1)$  و  $(R_2 \text{ و } \varphi_2 \text{ و } \theta_2)$  نشان داده شود، خطای مکان مربوط به دو مکان به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$L_{\text{Dia.}2x1:\text{P&R:LT}} = R_1 \sqrt{(\varphi_1 - \varphi_2)^2 + [(\theta_1 - \theta_2) - \pi] \cos \varphi_1]^2} \quad (1)$$

که در آن  $\theta$  و  $\varphi$  به ترتیب زوایای صفحه افقی و صفحه قائم بر حسب رادیان هستند. تنها مقدار گستره اول  $R_1$  است که در هستند و  $\theta_1$  و  $\theta_2$  تقریباً  $\pi$  رادیان ( $180^\circ$ ) دور از هم هستند. این آزمون برای ثبت تفاوت‌ها در گستره مقادیر در نظر گرفته نمی‌شود. گستره  $R_2$  با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری گستره ADM گزارش می‌شود، در حالیکه با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری گستره IFM، نمی‌توان گزارش کرد.

**یادآوری ۱**- در این استاندارد، زاویه صفحه قائم  $\varphi$  در راستای افقی صفر می‌باشد.

**یادآوری ۲**- اگرچه  $\varphi_1$  و  $\varphi_2$  تقریباً برابر هستند، تجهیزات ممکن است آن‌ها را به طور قابل توجهی به عنوان مقادیر متفاوت  $(0^\circ \text{ رادیان و } 180^\circ \text{ رادیان})$  که در مکان‌های مختلف به عنوان رمزگذار ریدیاب لیزری رخ می‌دهد، گزارش کند.

**یادآوری ۳**- زیر نویس "Dia" در نماد  $L_{\text{Dia.}2x1:\text{P&R:LT}}$ ، به قطر حداقل کره محدود کننده اشاره می‌کند که شامل دو مکان گزارش شده می‌باشد. برای دو مکان، این قطر، فاصله بین مکان‌ها می‌باشد.

## ۴-۶ خطاهای طول

### ۱-۴-۶ کلیات

آزمون خطاهای اندازه‌گیری طول شامل ۱۰۵ اندازه‌گیری طول می‌باشد. از این تعداد ۴۱ مکان طول آزمون الزامی می‌باشد و در جدول ۴ شرح داده شده است. کاربر در انتخاب ۶۴ مکان طول آزمون باقی‌مانده، آزاد است. برای کمک به کاربر در انتخاب این مکان‌ها دو گزینه اختیاری ارائه شده است.

**یادآوری**- استفاده از ریدیاب لیزری ممکن است کاربر را برای یک انتخاب خوب راهنمایی کند (به عنوان مثال، اگر ریدیاب لیزری روی یک حجم منشوری مشخص شده باشد، روش جایگزین ۲ شرح داده شده در زیربند ۴-۳-۶ ممکن است مناسب باشد).

برای این‌که MPE منحصرأ قادر به تعیین هر اندازه‌گیری نقطه به نقطه در حجم اندازه‌گیری باشد، یک یا چند فرمول باید توسط سازنده تعیین شده باشد . اگر بیش از یک فرمول تعیین شده باشد، باید یک قاعده برای اینکه کدام فرمول مورد استفاده قرار می‌گیرد، به صراحةت بیان شود. فرم فرمول به انتخاب سازنده می‌باشد. سازنده باید امکان مشخص نمودن MPE ها برای طول آزمون کالیبره شده اندازه‌گیری شده در مکان‌های بیان شده در جدول ۴ را داشته باشد.

به منظور مقایسه ویژگی‌ها، MPE ها برای مکان‌های ۱ تا ۳۵ و ۴۱، باید در جدولی مانند آنچه که در جدول ۴ پیوست الف در فاصله‌های بسته با طول آزمون  $2,75 \text{ m}$ ، به جز طول‌های ۳۰ تا ۳۵ که طول باید  $9 \text{ m}$

باشد، نشان داده شده است، به روشی بیان شوند. که در آن فاصله بسته تا جایی که عملی باشد، باید در یک فاصله  $m^{0.5}$  در محاسبه MPE مورد استفاده قرار گیرد.

به منظور آزمون، طول آزمون کالیبره شده ممکن است در گستره طول (یعنی  $m^{2.25}$  و  $m^{2.75}$  و  $m^7$  تا  $m^9$ ) همانطور که در جدول ۴ ارائه شده است، باشد و MPE های مورد استفاده برای تعیین انطباق ردیاب لیزری بر اساس طول واقعی طول آزمون مورد استفاده در آزمون دوباره محاسبه می شود. MPE ها برای مکان های ۳۶ تا ۴۰ باید به عنوان یک فرمول در فرم  $L = A + \frac{B}{K}$  بیان شده باشد.

## ۲-۴-۶ اصول

خطاهای اندازه گیری طول، روند انحراف سه بعدی ردیاب لیزری را در حجم اندازه گیری مشخص شده، توصیف می کند. این روند انحراف، ناشی از انطباق انحراف های منفرد مختلف مانند انحراف اصلاح نشده سیستماتیک سامانه اندازه گیری، نرم افزارهای زاویه، انحراف های اندازه گیری تصادفی، عیوب هندسی در محورهای چرخشی و یا سامانه های پروب گذاری می باشد. مادامی که روند انحراف، در میان سایر چیزها، به شیوه عملیات بستگی دارد، مقادیر مختلف ویژگی ها ممکن است برای شیوه های مختلف عملیات اندازه گیری فاصله مطلق یا تداخلی، نصب و راه اندازی عمودی یا افقی ردیاب لیزری و با استفاده از (SMR یا ODR) به دست آید. اگر حالت خاصی از عملیات در ویژگی سازنده اشاره نشده باشد، این ویژگی باید در تمام شیوه های عملیات در دسترس کاربر، اعمال شود. توصیه می شود اگر حسگرهای چندگانه در دسترس باشند، برای تعیین خطاهای اندازه گیری طول، آزمون های طول با SMR انجام شود. عملکرد حسگرهای دیگر باید مطابق با روش ارائه شده در پیوست چ و پیوست ح تعیین شود.

**یادآوری -** خطاهای ج و ج برگه ویژگی (پیوست الف) نمونه هایی از شیوه های عملیات، که ممکن است توسط سازنده تعیین شده باشد را نشان می دهد.

در اغلب موارد، آزمون طول فقط با یک SMR انجام می شود. آزمون های بیشتر برای سامانه های پروب گذاری فرعی در پیوست چ و پیوست ح ارائه شده است. اگر IFM و ADM مشخص شده باشند، یک سری از دو آزمایش کامل بر اساس زیربند ۴-۶-۴-۴-۶ انجام می شود.

## ۳-۴-۶ تجهیزات اندازه گیری

طول آزمون کالیبره شده ممکن است به چند روش از جمله میله مقیاس، آشیانه های هدف نصب شده بر دیوارها یا ساختارهای مستقل، استفاده از سامانه حمل و نقل ریلی، بلوك های سنجه ای، میله های توپی و غیره مشخص شود. پیوست ب جزئیات طول آزمون را ارائه می کند.

یک ردیاب لیزری با استفاده از یک محور خطی و دو محور چرخشی، مکان یک پس بازتابگر را تعیین می کند. مکان های الزامی در جدول ۴ شامل آزمون هایی است که به ترتیب گستره های اندازه گیری گستره خطی و زاویه ای دو محور را توسط سازنده در حداقل ۶۶٪ تعیین می کند. مکان های ۱ و ۲ برای هر

محور چرخشی به طور جداگانه این کار را انجام می‌دهد، در حالیکه مکان‌های ۳۶ تا ۴۰ برای گستره (خطی) محور این کار را انجام می‌دهد. گستره زاویه‌ای اندازه‌گیری به وسیله هر دو طول آزمون اندازه‌گیری شده و فاصله آن‌ها از ردیاب لیزری تعیین می‌شود. بنابراین امکان به دست آوردن انواع اندازه‌گیری زاویه‌ای با استفاده از یک طول آزمون کالیبره شده وجود دارد. به همین دلیل طول آزمون در مکان ۱ تا ۲۹ جدول ۴ باید بین ۲۷۵ m و ۲۲۵ m باشد.

سازنده باید محدودیت‌های حالت بالا و به صورت اختیاری حالت پایین CTE طول آزمون کالیبره شده را بیان کند. سازنده ممکن است طول یک آزمون کالیبره شده را کالیبره کند. سازنده باید بیشینه عدم قطعیت مجاز CTE (K=۲) طول آزمون کالیبره شده را مشخص کند. در مواردی که طول آزمون کالیبره شده از طول تک جهته و سایر اطلاعات ارائه شده در پیوست ب تشکیل شده باشد، CTE باید به عنوان طول تک جهته در نظر گرفته شود. به طور پیش فرض برای یک طول آزمون کالیبره شده مواد عادی می‌باشد، مگر اینکه ویژگی‌های سازنده به طور صریح و واضح مورد دیگری را بیان کرده باشد.

یک تداخل سنج لیزری مرجع ممکن است برای ساختن طول‌های آزمون کالیبره شده مورد استفاده قرار گیرد. یک تداخل سنج لیزری که برای ضربی شکست هوا تصحیح شده است، دارای یک صفر ( $\alpha = 0$ ) می‌باشد. از این رو، اگر آن را برای ساختن طول آزمون کالیبره شده مورد استفاده قرار دهیم، طول آزمون با مواد CTE پایین در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، اگر لیزر مرجع دارای یک حسگر دمای قطعه کار (ماده) باشد، CTE قطعه کار در نرمافزار لیزر باید بر روی صفر تنظیم شود. اگر دما جبران شود، ردیاب لیزری در حال آزمایش بوده و CTE قطعه کار در نرمافزار ردیاب لیزری باید در زمان اندازه‌گیری طول‌های آزمون صفر باشد.

اگر طول آزمون کالیبره شده یک ماده، CTE عادی نباشد، در آن صورت  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  یا متناظر هستند. در توصیف CTE طول آزمون کالیبره شده، مقادیری که با یک ستاره (\*) و یک یادداشت توضیحی تعیین شده‌اند، باید ارائه ارائه شوند.

مثال:  $E_{Bi:0:LT,MPE^*}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE^*}$

\* طول آزمون فیبر کربنی با یک CTE کمتر از  $0.5 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  و عدم قطعیت بسط یافته (K=۲) U(CTE) کمتر از  $0.3 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  می‌باشد.

برای مواردی که در آن ویژگی سازنده برای  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  می‌باشد، نیاز به یک CTE کمتر از  $2 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  (یک CTE غیرعادی وجود دارد) می‌باشد، یک «طول آزمون مصنوعی» اضافی همانطور که در پیوست پ شرح داده شده است، باید انجام شود.

یادآوری ۱- با توجه به اندازه بزرگ طول‌های آزمون موردنیاز برای آزمون ردیاب‌های لیزری، انتخاب CTE پایین که شامل ویژگی‌های ردیاب لیزری باشد، متدائل است.

**یادآوری ۲-** به دلیل وجود مشکل در ساختن طول‌های آزمون طولانی، به خصوص در محیط‌های واقعی، عدم قطعیت مقادیر آزمون در انطباق با ویژگی‌ها بسیار مهم است.

#### ۴-۶ روش اجرایی

##### ۱-۴-۶ مکان طول آزمون مورد نیاز

محل طول آزمون کالیبره شده (S) در هر مکان و جهت‌گیری نسبت به ردیاب لیزری در جدول ۴ و شکل ۳ شرح و نشان داده شده است. اگر در مورد اندازه‌گیری IFM، یک شکست پرتو در طی اندازه‌گیری طول رخ دهد، اندازه‌گیری که طی آن پرتو شکسته شده است، باید دوباره انجام شود. در مورد اندازه‌گیری ADM، پرتو باید قبل از هر اندازه‌گیری بازتابگر (در هر دو انتهای هر اندازه‌گیری طول) شکسته شود. وادر کردن ردیاب لیزری برای برقراری مجدد فاصله با بازتابگر بخشی از فرایند اندازه‌گیری ADM است. هر ورودی در جدول ۴ برای اینکه MPE قابل اجرا برای طول آزمون کالیبره شده خاص در جهت و مکان مشخص شده باشد، باید توسط سازنده مشخص شود.

در جدول ۴، مبدأ ردیاب لیزری در تقاطع دو محور چرخشی و زاویه سمتی می‌باشد که در جهت عقربه‌های ساعت حول محور ثابت ردیاب لیزری با زاویه صفر درجه، توسط پایه غیرچرخشی ردیاب لیزری تعیین می‌شود. فاصله طول آزمون از مبدأ ردیاب لیزری با فاصله  $d$  در شکل ۳ نشان داده شده است.

**یادآوری ۱-** در بسیاری از موارد، ممکن است جابجایی یا تغییر جهت ردیاب لیزری آسان‌تر از جابجایی طول آزمون باشد.

جدول ۴- مکان‌های اندازه‌گیری

شماره مکان (مکان‌های پایه)	فاصله از مبدأ ردیاب لیزری	شرح مکان طول آزمون (در شکل ۳ نشان داده شده است)	زاویه سمتی (زوايا)
۱	تا جایی که قابل اجرا است	افقی- متمرکز و در ارتفاع ردیاب لیزری ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند)	در هر زاویه
۲	تا جایی که قابل اجرا است	عمودی- مرکز طول در ارتفاع ردیاب لیزری است ( انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند)	در هر زاویه
۳-۳	۳ m	افقی- متمرکز و در ارتفاع ردیاب لیزری ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند)	۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰
۷	۳ m	عمودی- مرکز طول در ارتفاع ردیاب لیزری است ( انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند)	در هر زاویه
۱۱-۸	۳ m	راست قطری- متمرکز و مرکز طول در ارتفاع ردیاب لیزری است ( انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند)	۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰

## ادامه جدول ۴- مکان‌های اندازه‌گیری

شماره مکان (مکان‌های پایه)	فاصله از مبدا ردياب ليزری	شرح مكان طول آزمون (در شکل ۳ نشان داده شده است)	زاویه سمتی (زاویا)
۱۵-۱۲	۳ m	راست قطري- متمرکز و مرکز طول در ارتفاع ردياب ليزری است <sup>a</sup> (انتهاهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند)	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۱۹-۱۶	۶ m	افقی- متمرکز و در ارتفاع ردياب ليزری (به عنوان مثال انتهاهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند) <sup>b</sup>	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۲۳-۲۰	تا جايی که قابل اجرا است	افقی- غيرمتمرکز ( به عنوان مثال ردياب ليزری به طور مستقيم در مقابل يك انتهای طول است) و در ارتفاع ردياب ليزری می باشد	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۲۴	تا جايی که قابل اجرا است	عمودی- غيرمتمرکز ( به عنوان مثال ردياب ليزری به طور مستقيم در مقابل يك انتهای طول است)	در هر زاویه
۲۸-۲۵	تا جايی که قابل اجرا است	قطري- يك انتهای در بالا یا پایین نقطه به طور مستقيم در مقابل ردياب ليزری است، انتهاي دیگر به سمت راست یا چپ نقطه به طور مستقيم در مقابل ردياب ليزری است. گستره دو انتهاي طول برابر است.	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۲۹	تا جايی که قابل اجرا است	افقی- متمرکز، مستقيماً در بالاي ( تا آنجا که ممکن است) خود ردياب ليزری می باشد	در هر زاویه
۳۵-۳۰	طولاني <sup>c</sup>	افقی- متمرکز و در ارتفاع ردياب ليزری ( به عنوان مثال انتهاهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند)	۱۵۰، ۱۲۰، ۹۰، ۶۰، ۳۰، ۰
۴۰-۳۶	۵ محدوده فاصله آزمون	اين فوائل آزمون ۶۶٪ محور خطی ( ADM یا IFM ) ردياب ليزری را پوشش می دهند. <sup>d,e</sup>	در هر زاویه
۴۱	طول آزمون مصنوعی	از الزامات پيوست پ پيروی می کند ( فقط برای مورد طول آزمون با CTE پايين الزامي می باشد)	در هر زاویه
- اگر برای اندازه‌گیری ساده نقطه به نقطه بيشينه زاویه ۱۸۰ در نظر گرفته شود، اين آزمون ۶۶٪ زاویه افقی گستره اندازه‌گیری ردياب ليزری را دربر می گيرد.			
b- اين آزمون ۶۶٪ زاویه عمودی اندازه‌گیری محور ردياب ليزری را دربر می گيرد.			
c- در مورد "طول" خاص، طول آزمونی طولاني تر است که در يك فاصله طولاني تر از ردياب ليزری اندازه‌گيری شده باشد.			
d- برای ارزیابی طولاني ترین طول آزمون، فاصله بين دو نقطه اندازه‌گيری شده بكار رفته باید حداقل ۶۶٪ بيشينه گستره اندازه‌گيری ردياب ليزری که توسط سازنده مشخص شده است، باشد، مگر اينكه بين سازنده و كاريبر توافق دو طرفه وجود داشته باشد.			
e- برای كاريبراني که نمي خواهد از گستره اندازه‌گيری كامل ردياب ليزری استفاده کنند، كاريبر ممکن است طول ۳۶ تا ۴۰ را انتخاب کند که دامنه کوتاهتر از ۶۶٪ بيشينه گستره مشخص شده، است و باید به بيشينه دامنه جديد در گزارش آزمون توجه کند. اين مورد هيج يك از ويژگي های دیگر اين استاندارد را تحت تاثير قرار نمی دهد.			

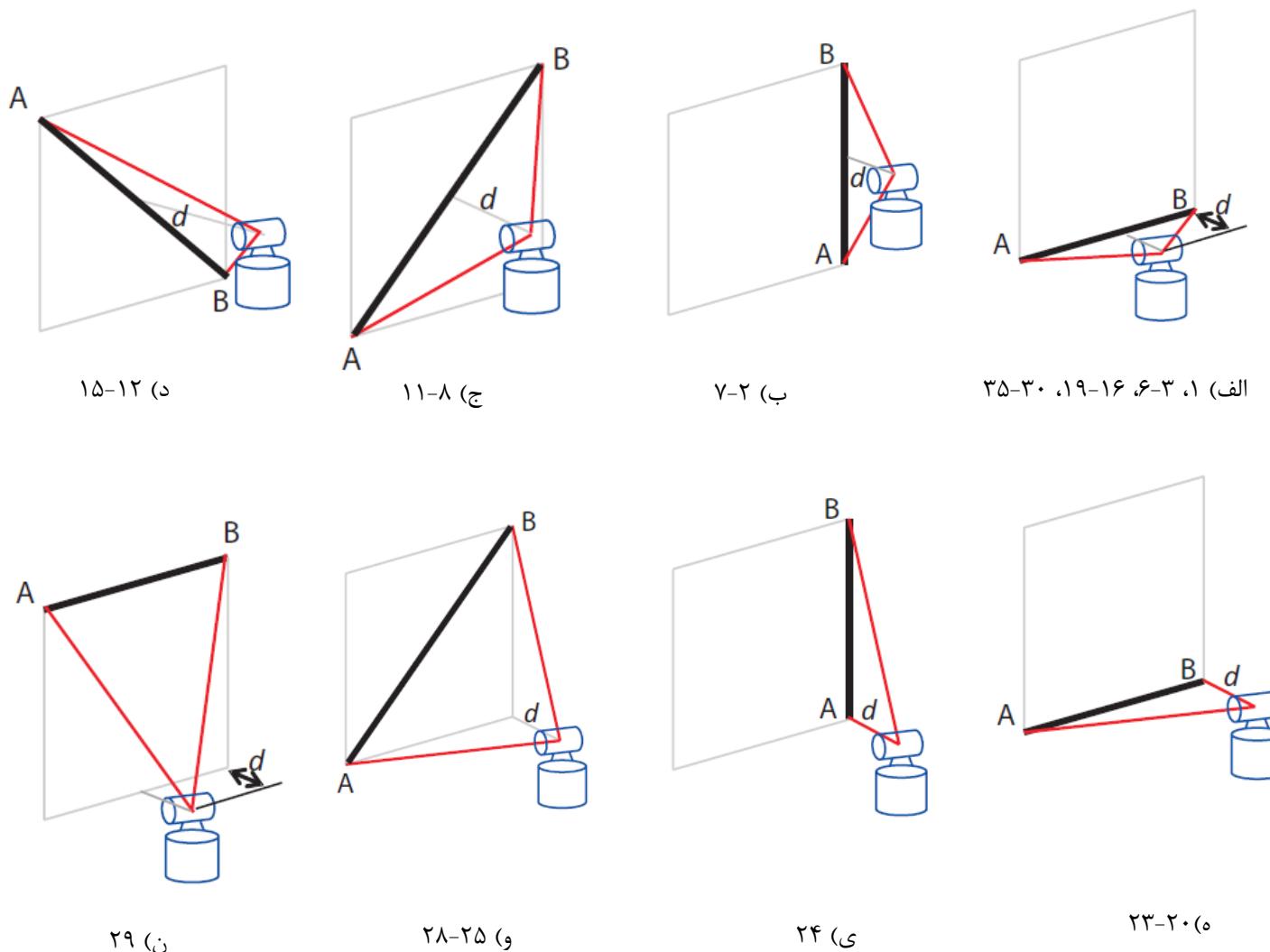
**یادآوری ۲-** طول‌ها در جدول ۴ با اندازه‌گیری‌های اضافی (به زیربند ۳-۶-۴ مراجعه شود) برای همه ۱۰۵ طول آزمون اندازه‌گیری شده، تکمیل شده‌اند.

در آزمون‌های مسافت‌یابی (طول‌های ۳۶ تا ۴۰)، هریک از ۵ طول آزمون به عنوان یک فاصله دو نقطه تعريف شده‌اند. با این حال اندازه‌گیری نقطه اول نزدیک به ردياب ليزري (به عنوان مثال کمتر از ۱/۵ m از ردياب ليزري) و پس از آن ۵ نقطه متواли در فواصل افزایشی جايی که ۵ طول آزمون، همه از اولين نقطه مشترك محاسبه شده‌اند، مجاز می‌باشد. اگر نقاط با A (نزدیک‌ترین) تا F (دورترین) برچسب‌گذاري شده باشند، يك دنباله اندازه‌گيری مانند (AB, AC, AD, AE, AF) طول‌های آزمون مشخص شده می‌باشند تا در MPE مورد استفاده قرار گيرند. با اين حال، يك دنباله اندازه‌گيری مانند ABCDEF به منظور بررسی قابلیت مسافت‌یابی ردياب ليزري مجاز است، چرا که انتظار می‌رود تکرار دوباره اندازه‌گيری آشيانه A در مقایسه با خطاهای مشاهده شده در طول‌های بلند اندازه‌گيری شده در آزمون‌های مسافت‌یابی کوچک باشد. با اين حال، ممکن است نياز باشد کاريفر فرمول کلی روش آزمون را در هر طول آزمون انجام دهد، اين اندازه‌گيری پنج باره مكان A در (AB, AC, AD, AE, AF) یا (AB, CA, AD, EA, AF) است. توزيع طول آزمون باید با فاصله تقریباً یکسان با طولانی‌ترین طول (AF) در حداقل ۶۶٪ بیشینه گستره اندازه‌گيری تجهیزاتی که توسط سازنده مشخص شده است، همپوشانی داشته باشد.

در برخی موارد، ممکن است طول‌های آزمون به اندازه کافی طولانی و به گستردگی٪ ۶۶ گستره اندازه‌گيری تجهیزات، در دسترس نباشند. در چنین مواردی، هردو طرف ممکن است موافق استفاده از وسایل دیگر برای تولید يك طول آزمون کالibrه شده باشند. اين مورد ممکن است شامل استانداردهای طول باشد که به شكل يك طول آزمون طولانی تا طول‌های آزمون پایه ليزر به هم «وصل شده‌اند»<sup>۱</sup> (يعني انتهای به انتها همپوشانی دارند)، مانند مواردی متشکل از يك خط آشيانه که فاصله آشيانه با آشيانه بوسيله يك تداخل‌سنج مرجع یا با استفاده از مالتی ليتريشنین<sup>۲</sup> اندازه‌گيری می‌شود. در چنین مواردی، روش باید مستند شده و عدم قطعیت در ارتباط با اين روش‌ها باید به دقت در نظر گرفته شود، به طوريکه آن‌ها منجر به عدم قطعیت مقادير آزمون می‌شوند. آزمون‌گر باید جهت اطمینان از پايدار بودن محیط و نقاط پایانی طول آزمون برای اندازه‌گيری طول‌های آزمون ۳۶ تا ۴۰ دقت کند. به طور معمول طول‌هایی که با استفاده از يك تداخل‌سنج مرجع در هوا و تغيير در محیط یا آشيانه‌ها ايجاد می‌شوند، می‌توانند به عدم قطعیت در طول آزمون که منجر به عدم قطعیت مقادير آزمون در مقادير خطای اندازه‌گيری طول می‌شوند، کمک کند.

1- stitched

2- نوعی فن ناوبری برای اندازه‌گيری تفاوت فاصله بین دو ايستگاه یا دو موقعیت در مکان‌های شناخته شده که سیگنال‌هایی را در زمان شناسایی پخش می‌کند. (Multilateration)



راهنمای:

انتهای طول آزمون  
کوتاه‌ترین فاصله از مبدأ ردياب ليزري به خط عمودي که شامل طول است

يادآوري -  $d$  عمود بر سطح عمودي شامل طول آزمون است، که در جايی که طول آزمون قائم باشد، صفحه شامل آن نيز به خط افقی که از مبدأ ردياب ليزري به خطی که شامل آزمون است، عمود میباشد.

شكل ۳- مکان‌های طول‌های آزمون (مکان‌های ۱ تا ۲۹)

#### ۲-۴-۶ مکان‌های تعریف شده توسط کاربر- جایگزین ۱

به منظور به دست آوردن ۱۰۵ طول آزمون (سازگار با دیگر بخش‌های این استاندارد) مکان‌های ۶۴ طول آزمون افزونه به مکان‌های ۴۱ طول آزمون در زیربند ۴-۴-۶ اضافه شده است. برای کمک به کاربر در

انتخاب مکان‌های اندازه‌گیری، دو مجموعه جایگزین از مکان‌های مکمل شرح داده شده است. جایگزین ۱ در جدول ۵ شرح داده شده است.

#### جدول ۵- مکان‌های اندازه‌گیری مکمل- جایگزین ۱

زاویه سمتی (زوايا)	شرح مکان طول آزمون	فاصله از مبدا ردياب ليزري	شماره مکان مکمل، جایگزین ۱)
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰ (نسبت به زاویه موردن استفاده در مکان ۷)	مکان ۷ در زوایای مختلف- عمودی و مت مرکز ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزري هستند) و مرکز طول در بلندی ردياب ليزري است	۳ m	۴۴-۴۲
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰	عمودی- مرکز طول در بلندی ردياب ليزري است ( انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزري هستند)	۶ m	۴۸-۴۵
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰	قطر راست- مت مرکز ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزري هستند) و مرکز طول در بلندی ردياب ليزري است	۶ m	۵۲-۴۲
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰	قطر چپ- مت مرکز ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزري هستند) و مرکز طول در بلندی ردياب ليزري است	۶m	۵۶-۵۳
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰ (نسبت به زاویه موردن استفاده در مکان ۲۴)	مکان ۲۴ در زوایای مختلف- عمودی و غیر مت مرکز ( به عنوان مثال ردياب ليزري به طور مستقیم در مقابل یک انتهای طول می باشد) و مرکز طول در ارتفاع ردياب ليزري است	تا جایی که قابل اجرا است	۵۹-۵۷
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰	افقی- غیر مت مرکز ( به عنوان مثال ردياب ليزري به طور مستقیم در مقابل یک انتهای طول است) و در بلندی ردياب ليزري. این مکان بازتاب متناظر با مکان‌های ۲۰-۲۳ در جدول ۴ می باشد ( اگر ردياب ليزري قبلاً به طور مستقیم در مقابل انتهای B طول آزمون در شکل ۳e باشد)، آنگاه ردياب ليزري باید به طور مستقیم در مقابل انتهای A طول آزمون قرار گیرد.	تا جایی که قابل اجرا است	۶۳-۶۰
۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰	قطری- یک انتهای بالا یا پایین نقطه به طور مستقیم در مقابل ردياب ليزري است، انتهای دیگر به سمت راست یا چپ نقطه به طور مستقیم در مقابل ردياب ليزري است. گستره دو انتهای طول برابر است. این مکان مکمل متناظر با مکان ۲۵-۲۸ در جدول ۴ می باشد. به عنوان مثال، اگر ردياب ليزري قبلاً به طور مستقیم در مقابل و پایین هدف B با ردياب ليزري و هدف A در همان بلندی باشد، همانطور که در شکل ۳g آمده است، آنگاه ردياب ليزري باید به طور مستقیم در مقابل و بالای انتهای A طول آزمون با ردياب ليزري باشد و انتهای B طول آزمون نیز در همان بلندی باشد.	تا جایی که قابل اجرا است	۶۷-۶۴

## ادامه جدول ۵- مکان‌های اندازه‌گیری مکمل- جایگزین ۱

شماره مکان (مکمل، جایگزین ۱)	فاصله از مبدأ ردياب ليزری	شرح مکان طول آزمون	زاویه سمتی (زوايا)
۷۱-۶۸	تا جایی که قابل اجرا است	قطري- يك انتهای در بالا يا پایین نقطه به طور مستقیم در مقابل ردياب ليزری است، انتهای دیگر سمت راست يا چپ نقطه به طور مستقیم در مقابل ردياب ليزری است. گستره دو انتهای طول برابر است. اين مکان بازتاب متناظر با مکان ۶۷-۶۴ می‌باشد. ( به عنوان مثال، اگر طول آزمون در يك مکان قطري راست برای مکان‌های ۶۷-۶۴ باشد، آنگاه طول آزمون باید در يك مکان "قطري چپ" برای مکان‌های ۷۱-۶۸ جهت‌گیری کند)	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۷۴-۷۲	تا جایی که قابل اجرا است	افقی- متمرکز، مستقیماً در بالاي ( تا آنجا که ممکن است) خود ردياب ليزری می‌باشد	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰ (نسبت به زاویه مورد استفاده در مکان ۲۹)
۷۸-۷۵	۶ m	چارچوب ( بدنه) قطري يك مکعب	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
۸۲-۷۹	تا جایی که قابل اجرا است	قطري- متمرکز ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند) و مرکز طول در بلندی ردياب ليزری است	۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۰
تکرار اندازه‌گیری			
۸۶-۸۳	فاصله تقریباً برابر با نصف طول آزمون	افقی- متمرکز و در بلندی ردياب ليزری ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند)	در هر زاویه
۹۰-۸۷	فاصله تقریباً برابر با دو برابر طول آزمون	افقی- متمرکز و در بلندی ردياب ليزری ( به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند) اندازه‌گیری را چهار بار تکرار کنید. اين تکرار آزمون‌ها قابلیت اندازه‌گیری زوایای افقی می‌باشد.	در هر زاویه
۹۴-۹۱	فاصله تقریباً برابر با نصف طول آزمون	عمودی، مرکز طول در بلندی ردياب ليزری می‌باشد (به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردياب ليزری هستند) اندازه‌گیری را چهار بار تکرار کنید. اين تکرار آزمون‌ها قابلیت اندازه‌گیری زوایای عمودی می‌باشد.	در هر زاویه

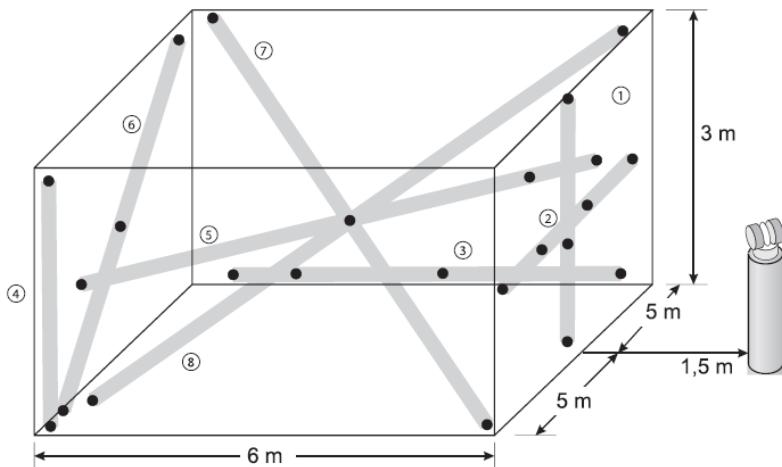
## ادامه جدول ۵- مکان‌های اندازه‌گیری مکمل- جایگزین ۱

شماره مکان (مکمل، جایگزین ۱)	فاصله از مبدأ ردیاب لیزری	شرح مکان طول آزمون	ذویه سمتی (زوايا)
۹۸-۹۵	فاصله تقریباً برابر با دو برابر طول آزمون	عمودی، مرکز طول در بلندی ردیاب لیزری می‌باشد (به عنوان مثال انتهای طول آزمون دارای مسافت مساوی از ردیاب لیزری هستند) اندازه‌گیری را چهار بار تکرار کنید. این تکرار آزمون‌ها قابلیت اندازه‌گیری زوایای عمودی می‌باشد.	در هر زاویه
۱۰۲-۹۹	۳ m	در هر جهت شعاعی، که در آن طول انتهای نزدیک ۳m دورتر از ردیاب لیزری می‌باشد. اندازه‌گیری را چهار بار تکرار کنید. این تکرار آزمون‌ها قابلیت اندازه‌گیری گستره می‌باشد.	در هر زاویه
۱۰۵-۱۰۳	۶ m	در هر جهت شعاعی، که در آن طول انتهای نزدیک ۶m دورتر از ردیاب لیزری می‌باشد. اندازه‌گیری را چهار بار تکرار کنید. این تکرار آزمون‌ها قابلیت اندازه‌گیری گستره می‌باشد.	در هر زاویه

## ۳-۴-۶ مکان‌های تعریف شده توسط کاربر- جایگزین ۲

به منظور بدست آوردن ۱۰۵ طول آزمون (سازگار با دیگر بخش‌های این استاندارد) مکان‌های ۶۴ طول آزمون افزونه به مکان‌های ۴۱ طول آزمون در زیربند ۱-۴-۴-۶ اضافه شده است. برای کمک به کاربر در انتخاب مکان اندازه‌گیری دو مجموعه جایگزین از مکان‌های مکمل توصیف شده است. جایگزین ۲ در شکل ۴ شرح داده شده است.

در این جایگزین، ردیاب لیزری در مقابل طولانی‌ترین ضلع حجم اندازه‌گیری در فاصله ۱/۵ m به نحوی متتمرکز شده است که راس اندازه‌گیری تقریباً دارای مسافتی مساوی از لبه بالا و پایین حجم اندازه‌گیری است. مکان‌های طول آزمون توسط ۸ خط اندازه‌گیری متفاوت تعیین می‌شود. شکل ۴ یک آرایش ممکن از این ۸ خط اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. ترتیبات دیگر نیز مجاز است.



شکل ۴- مثال‌هایی را از آرایش خطوط اندازه‌گیری برای آزمون خطای اندازه‌گیری طول نشان می‌دهد.

مکان‌های ۶۴ طول آزمون در این جایگزین آزمون پذیرش نسبت به یک حجم اندازه‌گیری  $10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (ارتفاع  $\times$  عرض  $\times$  طول) شرح داده شده است. اگر ردیاب لیزری ابتدا برای اندازه‌گیری قطعات کوچک استفاده شود، یک حجم اندازه‌گیری  $5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  توصیه می‌شود. با این حال، دیگر حجم‌های اندازه‌گیری مجاز می‌باشد. راه اندازی در شکل ۴ که شامل ۳۳ فاصله منفرد می‌باشد، نشان داده شده است. در کل، ۶۴ طول آزمون باید در امتداد ۸ خط اندازه‌گیری، اندازه‌گیری شوند. در طول هر خط اندازه‌گیری، حداقل سه طول آزمون باید اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری در امتداد هر خط باید در جهت‌های مختلف تکرار شود. به منظور پوشش کامل گستره‌ی سمتی، ردیاب لیزری باید تقریباً  $120^\circ$  حول محور عمودی خود، قبل از تکرار اندازه‌گیری یک خط، چرخانده شود. علاوه بر این، برخی از اندازه‌گیری‌های طول آزمون را باید در طول هر خط اندازه‌گیری تکرار کرد.

مثال: ۳ طول را بروی خطوط اندازه‌گیری  $L_1$ ,  $L_2$  و  $L_3$  در نظر بگیرید، یک فرآیند مطابق با زیربند ۴-۳-۶ برای تنظیم ردیاب لیزری در زاویه صفر درجه و اندازه‌گیری  $L_1$ ,  $L_2$  و  $L_3$  خواهد بود. سپس ردیاب لیزری را  $120^\circ$  بچرخانید و  $L_1$ ,  $L_2$  را اندازه‌گیری کنید، در نهایت ردیاب لیزری را  $120^\circ$  بیشتر بچرخانید و  $L_3$  را اندازه‌گیری کنید. بسیاری از ترکیب‌های اندازه‌گیری امکان پذیر است و کاربر در انتخاب مکان‌هایی که در چارچوب محدودیت‌های این زیر بنده وجود دارد، آزاد است.

توصیه می‌شود کوتاه‌ترین طول آزمون باید به میزان حداقل  $1/10$  کوتاه‌ترین ضلع حجم اندازه‌گیری مشخص شده باشد. در هر خط اندازه‌گیری، بزرگ‌ترین طول آزمون باید به گونه‌ای انتخاب شود که کوتاه‌تر از  $2/3$  طولی که بیشترین امکان‌پذیری در خط اندازه‌گیری در حجم اندازه‌گیری را دارد، نباشد.

در شکل ۴ پیوست ت چگونگی استفاده اهداف بر روی دیواره، همراه با تنظیم دقیق مکان ردیاب لیزری برای دستیابی به اثر حجم اندازه‌گیری بالا، نشان داده شده است.

#### ۴-۴-۶ آزمون ردياب ليزري با هر دو شيوه ADM و IFM

يك ردياب ليزري ممکن است هر دو شيوه ADM و IFM را توسط سازنده دارا باشد. متداول است که تفاوت عمده‌ای در ويژگی‌های اين دو شيوه در MPE های طول‌های مختلف وجود دارد (طول‌های ۳۶ تا ۴۰ از جدول ۴). در موردي که در آن MPE ها برای دو شيوه، مشابه هستند، آزمون همه‌ی طول‌ها در شيوه ADM به استثنای طول‌های ۱، ۲ و ۳۶ تا ۴۰ در جدول ۴، مجاز است که باید در هر دو شيوه، آزمون شده باشند.

يادآوري - اگر MPE ها با مشخصاتي که برای اندازه‌گيري IFM داده شده‌اند در مقدار مطلق از اندازه‌گيري ADM کوچک‌تر باشند، به استثنای طول‌های آزمونی که در بالا اشاره شد، آزمون در شيوه ADM نيز مجاز می‌باشد (۱، ۲ و ۳۶ تا ۴۰).

#### ۵-۴-۶ استخراج نتایج آزمون

برای هر ۱۰۵ اندازه‌گيري، خطاي اندازه‌گيري طول  $E_{Bi:0:LT}$  يا  $E_{Uni:0:LT}$  را از طريق محاسبه تفاوت بين مقدار نشان داده شده و مقدار کاليبره شده هر طول آزمون، محاسبه کنيد (جايی که مقدار کاليبره شده به عنوان مقدار حقيقي قراردادي طول در نظر گرفته می‌شود). مقدار معين اندازه‌گيري ويژه طول آزمون کاليبره شده را می‌توان با ردياب ليزري اصلاح کرد، به شرطی که ردياب ليزري تجهيزات‌های کمکی برای اين منظور داشته باشد و خطاهای سازمان‌يافته یا خطاهای ناشی از گرما (از جمله انبساط گرمایی) مد نظر قرار گيرد. اصلاح دستی نتایج بدست آمده از خروجی رايانيه برای توجيه دما یا اصلاحات ديگر زمانی که شرایط محیطی با شرایط زيربنده ۱-۵ مطابقت داشته باشد، مجاز نیست.

محاسبه مقدار MPE (مقادير  $E_{Bi:0:LT}$  يا  $E_{Uni:0:LT}$ ) مربوطه برای هر يك از خطاهای اندازه‌گيري طول ۱۰۵ نقطه (مقادير  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  يا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$ ) بر اساس مشخصات MPE سازنده می‌باشد.  
يادآوري - به طورکلي مشخصات MPE سازنده يك فرمول خواهد بود.

### ۷ انطباق با ويژگی

#### ۱-۷ آزمون‌های پذيرش

عملکرد پروب با ردياب ليزري در صورتی بررسی و تایید خواهد شد که:

- خطاي شكل پروب‌گذاري،  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$ ، بيش از بيшиينه خطاي شكل پروب‌گذاري مجاز تعين شده توسط سازنده و مدنظر قرار دادن عدم قطعیت مقدار آزمون،  
نباشد.

- مقدار مطلق خطاي اندازه پروب،  $P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT}$ ، بيش از بيшиينه خطاي اندازه پروب‌گذاري مجاز تعين شده توسط سازنده و مدنظر قرار دادن عدم قطعیت مقدار آزمون،  
نباشد.

خطای اندازه‌گیری شکل پروب‌گذاری و خطای اندازه‌گیری اندازه پروب‌گذاری را (با علامت مربوط به آن) گزارش کنید. اگر هر یک از آزمون‌های پروب‌گذاری مردود شود، اندازه‌گیری را سه بار در آن مکان تکرار کنید و اقدام به تکرار اندازه‌گیری ۲۵ نقطه اندازه‌گیری شده مورد استفاده در آزمون مردودی کنید. هر سه آزمون تکرار پروب‌گذاری باید موفقیت‌آمیز باشد. بزرگ‌ترین (مقدار مطلق) خطا برای سه آزمون (با علامت مربوطه در مورد آزمون اندازه پروب‌گذاری) گزارش شود.

عملکرد دوجهته (خطای مکان) با ردیاب لیزری در صورتی بررسی و تایید خواهد شد که:

- خطای مکان  $L_{Dia.2x1:P&R:LT}$ ، بیش از بیشینه خطای مکان مجاز  $L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$ ، تعیین شده توسط سازنده و مدنظر قرار دادن عدم قطعیت مقدار آزمون، نباشد.

خطاهای مکان بدست آمده را گزارش کنید. اگر یکی از آزمون‌های دوجهته مردود شود، اندازه‌گیری را سه بار در آن مکان تکرار کنید. بزرگ‌ترین (مقدار مطلق) خطا برای سه آزمون گزارش شود.

عملکرد اندازه‌گیری طول با ردیاب لیزری در صورتی تایید خواهد شد که:

- خطای اندازه‌گیری طول (مقادیر  $E_{Bi:0:LT}$  یا  $E_{Uni:0:LT}$ ) در بیشینه خطای مجاز اندازه‌گیری طول  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  تعیین شده توسط سازنده و مدنظر قرار دادن عدم قطعیت مقدار آزمون باشد.

خطاهای اندازه‌گیری طول را گزارش کنید. بیشینه ۵ مورد از ۱۰۵ طول آزمون مجاز است خارج از ویژگی باشد. هر طول اندازه‌گیری که خارج از ویژگی باشد، باید در نقطه مربوطه ۳ بار تکرار شود و هر یک از اندازه‌گیری‌ها باید در داخل ویژگی باشد.

## ۲-۷ آزمون‌های تایید مجدد

همانند زیربند ۱-۷ است با این تفاوت که ویژگی‌ها توسط کاربر ساخته می‌شود (ادامه روش‌های سازنده).

## ۸ کاربردها

### ۱-۸ آزمون پذیرش

در قراردادهای کاری بین سازنده و کاربر، موارد زیر بیان می‌شوند:

- قرارداد خرید؛

- قرارداد نگهداری؛

- قرارداد تعمیر؛

- قرارداد بازاری؛

- قرارداد بروز رسانی و غیره.

- آزمون‌های پذیرش ارائه شده در این استاندارد برای تایید عملکرد رדיاب لیزری مورد استفاده برای اندازه‌گیری ابعاد خطی مطابق با ویژگی برای بیشینه خطاهای مجاز

و  $P_{SizeSph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$

تعیین شده بین سازنده و کاربر استفاده می‌شود.

سازنده برای تعیین محدودیت‌های دقیق قابل استفاده برای  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  چنین ویژگی‌هایی داده نشده باشد. اگر  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$ ,  $L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$  و  $P_{SizeSph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$ ، برای هر مکان جهت‌گیری طول آزمون در حجم اندازه‌گیری رדיاب لیزری کاربرد دارند.

نمایش نمودارهای ترسیمی از نتایج آزمون در مقایسه با مقادیر اختصاص یافته به MPE می‌تواند مفید باشد.

## ۲-۸ آزمون‌های تایید مجدد

آزمون‌های تایید مجدد ارائه شده در این استاندارد می‌تواند در سامانه تضمین کیفیت داخلی یک سازمان در تایید عملکرد رדיاب لیزری مورد استفاده برای اندازه‌گیری ابعاد خطی مطابق با بیشینه خطاهای مجاز و  $P_{SizeSph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$ ,  $L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$ ، تعیین شده و اعلام شده، توسط کاربر استفاده شود. کاربر برای تعیین مقادیر و تعیین محدودیت‌های دقیق قابل استفاده برای  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  و  $P_{SizeSph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$ ، مجاز است.

اگر کاربر برای تایید مجدد خواستار کاهش تعداد طول‌های آزمون باشد، توصیه می‌شود علاوه بر ۵ طول آزمون، از ۴۱ طول آزمون موجود در جدول ۴ برای اندازه‌گیری‌های معمول استفاده شود. طول‌ها در جدول ۴، یک مجموعه‌ی حداقل انتخاب شده برای آشکار کردن خطاهای هندسی رדיاب لیزری هستند.

**یادآوری ۱**- گزارش آزمایش کننده لیزر برای عدم قطعیت مقدار آزمون بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۷۳-۱ می‌باشد. بر این اساس، یک آزمون بررسی و تایید مجدد (که در آن به طور معمول آزمایش کننده، کاربر است) ممکن است یک ناحیه پذیرش متفاوت در آزمون پذیرش داشته باشد.

**یادآوری ۲**- در آزمون پذیرش، منطقه پذیرش از ویژگی سازنده بدست آمده است. در آزمون بررسی و تایید مجدد، محدودیت‌های بررسی و تایید مجدد ممکن است ناشی از نیازهای اندازه‌شناختی کاربر باشد.

نمایش نمودار ترسیمی از نتایج آزمون در مقایسه با مقادیر اختصاصی MPE می‌تواند مفید باشد.

## ۳-۸ بررسی موقت

در سامانه تضمین کیفیت داخلی یک سازمان، آزمون‌های تایید مجدد کاهش یافته می‌تواند به صورت دوره‌ای برای مشخص کردن انطباق ردیاب لیزری از طریق اندازه‌گیری نمونه‌ای با الرامات بیشینه خطاهای مجاز  $P_{SizeSph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$ ,  $E_{Bi:0:LT,MPE}$  یا  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  استفاده شود. میزان تایید عملکرد توصیف شده در این استاندارد مجاز است تا با استفاده از مکان و اندازه‌گیری کمتری کاهش یابد. به پیوست ج مراجعه شود.

نمایش نمودار ترسیمی از نتایج آزمون در مقایسه با مقادیر اختصاصی MPE می‌تواند مفید باشد.

۹ نشانه‌ها در مستندسازی فرآورده و برگه‌های داده<sup>۱</sup>

نمادهای ارائه شده در بند ۴ برای استفاده در مستندسازی فرآورده، نمودارها، برگه‌های داده و غیره مناسب نخواهد بود. جدول ۵ نشانه‌های متناظر مجاز را ارائه می‌دهد.

جدول ۶- نمادها و نشانه‌های متناظر در مستندسازی فرآورده، نمودارها و برگه‌های داده و غیره.

نشانه متناظر	نماد بکار رفته در این استاندارد
$E[Uni: 0: LT]$	$E_{Uni:0:LT}$
$E[Bi: 0: LT]$	$E_{Bi:0:LT}$
$P[Form.Sph.1x25::SMR.LT]$	$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$
$P[Form.Sph.1x25::SRC.LT]$	$P_{Form.Sph.1x25::SRC.LT}$
$P[Form.Sph.1x25::ODR.LT]$	$P_{Form.Sph.1x25::ODR.LT}$
$P[Size.Sph.1x25::SMR.LT]$	$P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT}$
$P[Size.Sph.1x25::SRC.LT]$	$P_{Size.Sph.1x25::SRC.LT}$
$P[Size.Sph.1x25::ODR.LT]$	$P_{Size.Sph.1x25::ODR.LT}$
$L[Dia.2x1:P&R.LT]$	$L_{Dia.2x1:P&R.LT}$
$P[Dia.15x1: :SRC.LT]$	$P_{Dia.15x1::SRC.LT}$
$P[Form.Sph.1x25::SRC.LT]$	$P_{Form.Sph.1x25::SRC.LT}$
$P[Size.Sph.1x25: SRC.LT]$	$P_{Size.Sph.1x25: SRC.LT}$
$P[Form.Sph.1 × 25::ODR.LT]$	$P_{Form.Sph.1 × 25::ODR.LT}$
$P[Form.Sph.D95 %::ODR.LT]$	$P_{Form.Sph.D95%::ODR.LT}$
$P[Size.Sph.1 × 25::ODR.LT]$	$P_{Size.Sph.1×25::ODR.LT}$
$P[Size.Sph.All::ODR.LT]$	$P_{Size.Sph.All::ODR.LT}$
$E[Form.Pla.D95 %::ODR.LT]$	$E_{Form.Pla.D95%::ODR.LT}$
$P[Form.Sph.nx25::MPS.LT]$	$P_{Form.Sph.nx25::MPS.LT}$
$P[Size.Sph.nx25::MPS.LT]$	$P_{Size.Sph.nx25::MPS.LT}$
$L[Dia.n × 25::MPS.LT]$	$L_{Dia.n×25::MPS.LT}$
$MPE(E[Uni:0:LT])$	$E_{Uni:0:LT,MPE}$
$MPE(E[Bi:0:LT])$	$E_{Bi:0:LT,MPE}$
$MPE(P[Form.Sph.1x25::SMR.LT])$	$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$

1- data sheets

## ادامه جدول ۶- نمادها و نشانه‌های متناظر در مستندسازی فرآورده، نمودارها و برگه‌های داده و غیره.

نشانه متناظر	نماد بکار رفته در این استاندارد
MPE(P[Form.Sph.1x25::SRC.LT])	PForm.Sph.1x25::SRC.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.1x25::ODR.LT])	PForm.Sph.1x25::ODR.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.1x25::SMR.LT])	PSize.Sph.1x25::SMR.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.1x25::SRC.LT])	PSize.Sph.1x25::SRC.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.1x25::ODR.LT])	PSize.Sph.1x25::ODR.LT,MPE
MPE(L[Dia.2x1:P&R:LT])	LDia.2x1:P&R:LT,MPE
MPE(P[Dia.15x1::SRC.LT])	PDia.15x1::SRC.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.1x25::SRC.LT])	PForm.Sph.1x25::SRC.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.1x25::SRC.LT])	PSize.Sph.1x25::SRC.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.1 × 25::ODR.LT])	PForm.Sph.1×25::ODR.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.D95 %::ODR.LT])	PForm.Sph.D95%::ODR.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.1 × 25::ODR.LT])	PSize.Sph.1×25::ODR.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.All::ODR.LT])	PSize.Sph.All::ODR.LT,MPE
MPE(E[Form.Pla.D95 %::ODR.LT])	EForm.Pla.D95%::ODR.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.nx25::MPS.LT])	PForm.Sph.n×25::MPS.LT,MPE
MPE(P[Size.Sph.nx25::MPS.LT])	PSize.Sph.n×25::MPS.LT,MPE
MPE(L[Dia.n × 25::MPS.LT])	LDia.n×25::MPS.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.1x25::SRC.LT])	PForm.Sph.1x25::SRC.LT,MPE
MPE(P[Form.Sph.1x25::ODR.LT])	PForm.Sph.1x25::ODR.LT,MPE

## پیوست الف

## (آگاهی دهنده)

## فرمها

## فرم ۱- ویژگی‌های کلی و شرایط اسمی

		شرایط عملیاتی اسمی
		محفظه اندازه‌گیری
Max. ____ m		فاصله (گستره)
Max. ____ deg	Min. ____ deg	زاویه افقی (سمتی)
Max. ____ deg	Min. ____ deg	زاویه عمودی (ارتفاع / راس)
____ m by ____ m by ____ m		یا
		طول × عرض × ارتفاع (حجم منشوری)
		گستره دما .a
Max. ____ °C	Min. ____ °C	عملیاتی
Max. ____ °C/m	Min. ____ °C/m	محدودیت شیب گرمایی
		گستره رطوبت .b
Max. ____ %RH	Min. ____ %RH	عملیاتی
		گستره فشار هوا .c
Max. ____ Pa	Min. ____ Pa	عملیاتی
نور محیط: سازنده باید در صورت وجود، شرایطی را که تحت آن نور محیط نمونه کاهش پیدا می‌کند را شناسایی کند.		.d
Current ____ A	Voltage ____ V	الکتریکی .e
Surge/sag ____ V	Frequency ____ Hz	
Transient duration ____ s	Transient max. ____ V	
		جهت‌های مجاز (عمودی، افقی، وغیره) .f
Reflector type _____	Diameter ____ mm	نوع پروف: قطر پروف و نوع بازتابنده (مثلاً SMR هوا در مقابل SMR منشور جامد، و یا چشم گربه‌ای) مورد استفاده در طول آزمون عملکرد باید مشخص شود .g
		طول آزمون کالیبره .h
Max. ____ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Min. ____ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	CTE
Max. ____ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$		عدم قطعیت CTE
Frequency ____ points/s	Acq. time ____ s	روش نمونه برداری: سازنده باید زمان حصول اندازه گیری (زمان به طور متوسط) و فرکانس نمونه برداری (نقاط در هر ثانیه) برای انطباق با ویژگی‌ها را مشخص نماید. .i

## ادامه فرم ۱- ویژگی‌های کلی و شرایط اسمی

j.	minutes	گرم کردن j.
شرایط محدودکننده (بیشتر از این شرایط ممکن است به تجهیزات آسیب برسد)		
Max. ____ °C	Min. ____ °C	گستره دما k
Max. ____ %RH	Max. ____ %RH	گستره رطوبت l
Max. ____ Pa	Min. ____ Pa	گستره فشار هوا m

## فرم ۲- ویژگی‌های عملکرد سازنده و نتایج آزمون (تمام یکاها بر حسب میکرومتر هستند)

MPE‌های مختلف برای آزمون‌های مختلف مجاز هستند. این جدول ممکن است به جای مشخصات کامل تعمیم داده شود.

$E_{Uni:0:LT,MPE}$ یا $E_{Bi:0:LT,MPE}$	خطاهای طول
$E_{Uni:0:LT}$ یا $E_{Bi:0:LT}$	
عدم قطعیت مقدار آزمون	
موفق / ناموفق	
$E_{Uni:0:LT,MPE}$	جریان گرمایی - خطاهای
$E_{therm}$	
عدم قطعیت مقدار آزمون	
موفق / ناموفق	
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$	خطاهای شکل و اندازه پروب گذاری
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$	
عدم قطعیت مقدار آزمون	
موفق / ناموفق	
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$	خطاهای مکان
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$	
عدم قطعیت مقدار آزمون	
موفق / ناموفق	
$L_{Dia.2x1:P&R:LT,MPE}$	
$L_{Dia.2x1:P&R:LT}$	
عدم قطعیت مقدار آزمون	
موفق / ناموفق	
	آزمون انجام شده توسط
	تاریخ
	شماره سریال
	نتایج آزمون نهایی (موفق / ناموفق)

اگر طول آزمون دووجهه باشد ( $E_{Bi:0:LT}$ )، علامت‌گذاری کنید.

اگر طول آزمون تکسویه باشد ( $E_{Uni:0:LT}$ )، علامت‌گذاری کنید.

در صورتی که مشخصات مربوط به ردیاب لیزری نصب شده در جهتی غیر از جهت عمود بر محور ثابت باشد، علامت‌گذاری کنید.

زیربند ۴-۶ مستلزم آن است که MPE‌ها برای طول‌های آزمون ۱-۴۱ به صراحت در یک جدول اعلام شده باشند. یک مثال از چنین جدولی در زیر نشان داده شده است.

طول‌های مورد نیاز این استاندارد در گستره  $2,75 \text{ m}$  تا  $2,25 \text{ m}$  و برای MPE‌های  $2,75 \text{ m}$  می‌باشد.

طول‌های مورد نیاز این استاندارد در گستره  $7 \text{ m}$  تا  $9 \text{ m}$  و برای MPE‌های  $9 \text{ m}$  می‌باشد.

هر فرمتی	فرمول برای MPE‌های ۱ تا ۳۵ و ۴۱		
$A + (B/K)L$	فرمول برای گستره MPE‌ها (مکان‌های ۳۶ تا ۴۰)		
هر فرمتی	فرمول MPE‌های اضافی (در صورت وجود)		
هر فرمتی	فرمول MPE‌های اضافی (در صورت وجود)		
MPE	مکان طول آزمون	MPE	مکان طول آزمون
	۲۲		۱
	۲۳		۲
:	:	:	:
	۴۱		۲۱

اگر طول آزمون دووجهه باشد ( $E_{Bi:0:LT}$ )، علامت‌گذاری کنید.

اگر طول آزمون تکجهته باشد ( $E_{Uni:0:LT}$ )، علامت‌گذاری کنید.

در صورتی که مشخصات مربوط به ردیاب لیزری نصب شده در جهتی غیر از جهت عمود بر محور ثابت باشد، علامت‌گذاری کنید.

طول ۴۱، آزمون جبران گرمایی قطعه کار می‌باشد. برای اجرای بیش از یک طول ،  $15 \text{ m}$  نیاز است و باید MPE تولید شده با فرمول برای طول‌های ۱ تا ۳۵ فراهم شود.

## پیوست ب

### (الزامی)

#### طول‌های آزمون کالیبره شده

##### ب-۱ کلیات

سنجه مدنظر (در خطای آزمون اندازه‌گیری طول)، فاصله نقطه به نقطه در فضا می‌باشد. این مولفه مورد اندازه‌گیری با استفاده از طول‌های آزمون کالیبره شده که در آن فاصله بین دو نقطه فیزیکی در واحد طول SI قابل رديابي می‌باشد، محقق می‌شود. تفاوت بین طول‌های تک جهته و دووجهه در ب-۶ بيان شده است. جدول ب-۱ هدایت گرافیکی برای تحقق طول‌های آزمون تک جهته و دووجهه را ارائه می‌دهد.

##### ب-۲ طول‌های آزمون کالیبره شده

بلوک‌های سنجه‌ای، گام سنج‌ها و میله‌های توپی ممکن است همان موارد ذکر شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۲ باشد. میله‌های توپی و گام سنج‌ها هم ممکن است به صورت تک جهته و یا دووجهه در طبیعت باشند. بلوک‌های سنجه‌ای همیشه به روش دووجهه اندازه‌گیری می‌شوند.

##### ب-۳ میله‌های مقیاس

فاصله‌ی مرکز تا مرکز کره‌ها در آشیانه‌ها کالیبره می‌شود. این‌ها طول‌های آزمون تک جهته می‌باشند. این‌ها طول‌های آزمون تک سویه می‌باشند. توصیه می‌شود هنگامی که نتیجه آشیانه‌ها در مرکز کره خارج از محور خنثی طول آزمون باشد، مراقبت انجام شود.

##### ب-۴ آشیانه‌های صلب<sup>۱</sup>

فاصله مرکز تا مرکز از اندازه‌گیری قابل رديابي، تعیین می‌شود. اين اندازه‌گيری‌های تک جهته در آشیانه‌های نصب شده بر روی آثار پایدار یا نیمه‌پایدار و یا اجزای سازه (مانند دیواره‌ها، ستون‌ها) یک ساختمان که در آن آزمون رخ می‌دهد، اتخاذ شده است.

کالیبراسیون فواصل آشیانه به آشیانه اغلب به صورت مستقل با یک تداخل‌سنج کالیبره شده انجام می‌شود. استفاده از یک تداخل‌سنج رديابي برای این منظور مجاز می‌باشد.

##### ب-۵ سامانه حمل و نقل یا ریلی

مکان موارد مختلف از جمله کره، آشیانه یا بلوک سنجه در سامانه اندازه‌گیری مرجع قابل رديابي می‌باشد.

1- Rigid nests

بسته به روش پروب‌گذاری و شکل هندسی جسم متحرک، این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند هم تک جهته و هم دوچهته باشد.

## ب-۶ طول‌های تک جهته و دوچهته

برای تعیین خطاهای آزمون‌هایی که برای خطای اندازه‌گیری طول برای بسیاری از سامانه‌های مختصات اندازه‌گیری می‌باشد، از طول‌های دوچهته استفاده می‌شود.

تحقیق طول‌های بلند دوچهته هم گران و هم دشوار می‌باشد، معمولاً برای برقراری فواصل نقطه به نقطه، طول‌های تک جهته مابین آشیانه‌ها می‌باشد.

اگر سازنده بخواهد از آزمون‌های تک جهته برای تعیین کردن استفاده کند، باید از نماد  $E_{Uni:0:LT}$  استفاده شود.

ارزیابی خطاهای طول دوچهته (مثلاً وقتی از حسگرهای SMR استفاده می‌شود) ممکن است با فرمول ب-۱ محاسبه شود.

$$E_{Bi:0:LT} \text{ تقریباً } P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT} + E_{Uni:0:LT} \quad (\text{ب-۱})$$

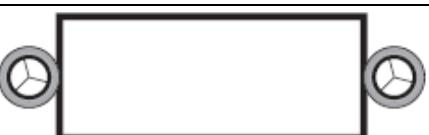
به دلیل وجود خطا بیش از برآورده در این فرمول، می‌توان از نامتساوی زیر برای ایجاد انطباق یا عدم انطباق با ویژگی‌های اندازه‌گیری طول دوچهته استفاده کرد.

- اگر  $E_{Bi:0:LT,MPE} \geq P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT} + E_{Uni:0:LT}$  می‌شوند.

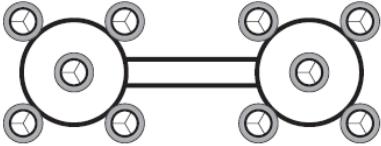
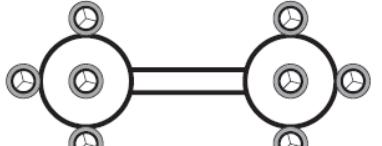
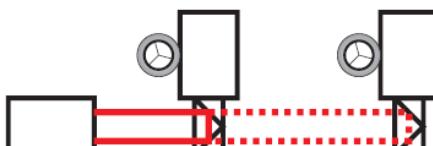
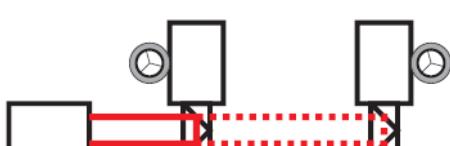
- اگر  $E_{Bi:0:LT,MPE} < E_{Uni:0:LT}$  می‌شوند.

توصیه می‌شود در صورتی که کاربر نخواهد از این نامتساوی استفاده کند، یک طول آزمون دوچهته برای آزمون فراهم شود.

جدول ب-۱- تحقیق طول‌های آزمون تک جهته و دوچهته

طول‌های تک جهته	طول‌های دوچهته	
		بلوك سنجه
		گام سنج

ادامه جدول ب-۱- تحقق طول‌های آزمون تک جهته و دوجهته

طول‌های تک جهته	طول‌های دوجهته	
		میله گوی دار
		میله مقیاس
		سامانه‌های حمل و نقل یا ریلی
		آشیانه‌های صلب

## پیوست پ

## (الزامی)

## جبران گرمایی قطعه کار

با وجود اندازه بزرگ بسیاری از قطعات کار اندازه‌گیری شده با ردباب لیزری، عملیات صحیح در اندازه‌گیری دمای قطعه کار و جبران سامانه در اندازه‌گیری دقیق بسیار مهم است.

برای این منظور، یک طول آزمون «سننتیک»<sup>۱</sup> که در ظاهر ۱۵ m طول دارد، اندازه‌گیری می‌شود. با یک تداخل‌سنج مرجع کالیبره شده که قابل ردبابی است یک طول آزمون مابین دو آشیانه هدف ایجاد می‌شود. این تداخل‌سنج ممکن است یک ردباب لیزری ثانویه نیز باشد. یک طول آزمون مابین دو آشیانه هدف ایجاد می‌شود. دمای هوا، فشار هوا و رطوبت هوا توسط ایستگاه هواشناسی تداخل‌سنج مرجع اندازه‌گیری می‌شود و در نتیجه، ضریب شکست هوا تعیین شده و ضریب شکست طول آزمون نیز تصحیح می‌شود. نتیجه اندازه‌گیری، طول کالیبره شده  $L_s$  طول آزمون می‌باشد. طول  $L$  مورد استفاده برای محاسبه طول آزمون «سننتیک»  $L_s$  معادل طول یک بلوك سنجه با ضریب انبساط گرمایی دقیق  $\alpha_s = 11.5 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  می‌باشد. اثر این محاسبه در این است که طول آزمون در چنین راهی برای مطابقت با طولی با ضریب انبساط گرمایی  $\alpha_s = 11.5 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  در حال تغییر است.

$$L_s = L[1 - \alpha_s(T - 20^\circ\text{C})] = L[1 - (11.5 \times 10^{-6})(T - 20^\circ\text{C})] \quad (\text{پ-1})$$

دمای طول آزمون  $T$  مورد نیاز برای محاسبه، با استفاده از یک دما‌سنج کالیبره شده و نه با کمک هر سامانه اندازه‌گیری دمای ارائه شده به همراه ردباب لیزری، بر روی یک قطعه فولاد (یک نمونه) اندازه‌گیری می‌شود. نمونه باید در تعادل گرمایی با محیط خود باشد و آزمون باید زمانی انجام شود که دمای  $T$  بیشتر از  $1^\circ\text{C}$  و کمتر از  $20^\circ\text{C}$  باشد، به عنوان مثال  $|T - 20^\circ\text{C}| > 1^\circ\text{C}$  باشد. پس از آن، طول آزمون «سننتیک» مابین دو آشیانه هدف اندازه‌گیری شده با ردباب لیزری مورد آزمون قرار می‌گیرد. برای این منظور، توصیه می‌شود ردباب لیزری در یک فاصله کوتاه نصب شده و به طور مستقیم با طول آزمون همتراز شود. (به عنوان مثال اندازه‌گیری شعاعی انجام شود). برای طول آزمون، باید ضریب انبساط گرمایی  $\alpha_s = 11.5 \times 10^{-6} / {}^\circ\text{C}$  ثبت شود. به نظر می‌رسد برای ردباب لیزری، طول آزمون از فولاد ساخته شده باشد. همانطور که در بالا گفته شد برای جبران انبساط گرمایی طول آزمون، دمای یک نمونه که با محیط خود به تعادل گرمایی رسیده است، اندازه‌گیری می‌شود، اما این بار حسگر ردبباب لیزری برای به دست آوردن دمای طول آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر ردبباب لیزری مجهز به حسگر دمای قطعه کار نبوده و

1- synthetic

مورد آزمون قرار گرفته باشد، بدون جبران دستی طول اندازه‌گیری شده،  $L$  مجاز خواهد بود. اندازه‌گیری طول آزمون «سنتتیک» را سه بار با ردیاب لیزری و اثر  $L$  تکرار کنید.

خطای  $E_{therm} = L - L_s$  برای هر یک از سه اندازه‌گیری محاسبه می‌شود. هیچ‌یک از خطاهای نباید از طول آزمون  $15\text{ m}$  برای  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  تجاوز کند.

هرجا که سازنده نتواند نرم افزاری با ردیاب لیزری را فراهم نماید ملزم است یک  $E_{Uni:0:LT,MPE}$  را برای آن دسته از سامانه‌های نرم افزاری شخص سوم با تجهیزات خود برای جبران دمایی استفاده نماید.

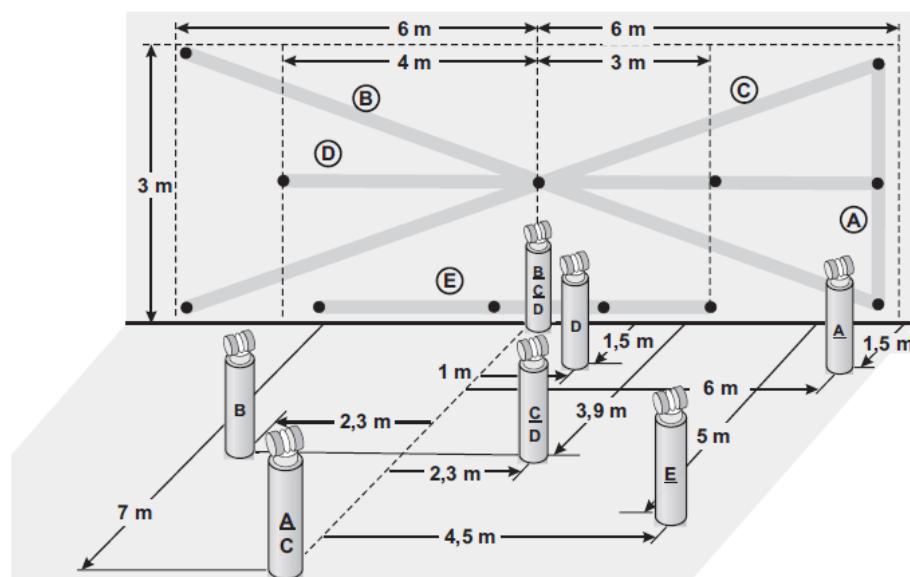
## پیوست ت

### (آگاهی دهنده)

#### دستیابی به حجم اندازه‌گیری جایگزین

برای آزمون خطای اندازه‌گیری طول با استفاده از طول‌های آزمون شرح داده شده در زیربند ۶-۴-۳-۴ ممکن است به ترتیب تمام خطوط اندازه‌گیری شده در (تقریباً) یک صفحه منفرد بوده و روابط بین طول‌های آزمون و ردیاب لیزری نشان داده شده در شکل ۴ با تغییر دادن مکان ردیاب لیزری به دست آید. شکل پ-۱ حجم اندازه‌گیری توصیه شده  $3m \times 6m \times 10m$  را برای یک آرایش مسطح ممکن نشان می‌دهد که در آن اندازه‌گیری خطوط با مکان‌های مختلف ردیاب لیزری، معادل اندازه‌گیری طول‌های آزمون در یک مکان واحد ردیاب لیزری نشان داده شده در شکل ۴ می‌باشد. حروف نشان داده شده بر روی پایه ردیاب لیزری با خطوط اندازه‌گیری شده بر روی دیوار مطابقت دارند و به عنوان حروف دایره‌ای نامیده شده و برای اندازه‌گیری مکان‌های حاضر به کار می‌روند. حروف خطدار مکان‌های اجباری ردیاب لیزری را نشان می‌دهد. به منظور پوشش کامل گستره سمتی، ردیاب لیزری در هر مکان قبل از اندازه‌گیری‌های مجدد خطوط نشان داده شده با حروف بر روی پایه، حدود  $120^{\circ}$  حول محور عمودی خودش چرخانده می‌شود.

یک اندازه‌گیری و آرایش آزمون در شکل ت-۱ نشان داده است که می‌توان به کمک یک سه پایه ثابت و یا با استفاده از یک دیوار ثابت آن را انجام داد. به عنوان مثال، این امکان وجود دارد که آشیانه‌های مغناطیسی برای پس‌بازتابگرهای کروی نصب شده بر روی یک دیوار نصب شوند. پس از آن فاصله بین آشیانه نشان دهنده طول‌های آزمون می‌باشد. اگر فواصل قبل از آزمون ردیاب لیزری کالیبره شده‌اند، فواصل فقط باید در طول آزمون پایدار بمانند. توصیه می‌شود برای کالیبراسیون طول‌های آزمون مربوطه بلافاصله قبل از یک خط اندازه‌گیری، اندازه‌گیری انجام شود و برای تعیین دوباره جهت کنترل، بلافاصله پس از طول‌های اندازه‌گیری شده با ردیاب لیزری، آزمون انجام شود.



یادآوری- ردیاب لیزری در مکان‌های متغیر ایستاده است.

شکل ت-۱- مثالی از آرایش سطحی اندازه‌گیری خطوط برای آزمون خطای اندازه‌گیری طول

برای آزمون پذیرش، توصیه می‌شود حجم اندازه‌گیری  $10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (طول × عرض × ارتفاع) باشد (به زیریند ۶-۴-۳-۴-۶ مراجعه شود) که در آن ۳۲ طول آزمون باید در طول هشت خط اندازه‌گیری در یک مکان خارج از حجم اندازه‌گیری، اندازه‌گیری شوند، به وسیله سه طول آزمون افزونه که باید از «مرکز» اندازه‌گیری شوند تکمیل می‌شود. برای آرایش توصیه شده خط اندازه‌گیری (به شکل ت-۱ مراجعه شود)، اندازه‌های زیر برای کوتاهترین و بلندترین طول آزمون شده به دست آمده است. (به جدول ت-۱ مراجعه شود).

جدول ت-۱- کوتاهترین و بلندترین طول‌های آزمون در طی اندازه‌گیری خطوط در شکل ت-۱

بلندترین طول آزمون توصیه شده (m)	بلندترین طول آزمون $L_{max}$ (m)	کوتاهترین طول آزمون $L_{min}$ (m)	خط اندازه‌گیری
3	$2 \leq L_{max} \leq 3$	$0.3 \leq L_{min}$	A
12	$8.1 \leq L_{max} \leq 12.4$	$0.3 \leq L_{min}$	B
12	$8.1 \leq L_{max} \leq 12.4$	$0.3 \leq L_{min}$	C
9	$6.6 \leq L_{max} \leq 10$	$0.3 \leq L_{min}$	D
6	$4 \leq L_{max} \leq 6$	$0.3 \leq L_{min}$	E

## پیوست ث

### (آگاهی‌دهنده)

### MPE ویژگی‌ها

#### ث-۱ کلیات

خطاهایی که در حال حاضر در ردباب‌های لیزری برای اندازه‌گیری فواصل نقطه به نقطه و خط در تعیین طول استفاده شده است، به یک رابطه خطی ساده بین طول اندازه‌گیری شده منجر نمی‌شود. به همین دلیل، سازنده مجاز است از یک فرمول پیچیده‌تر برای مشخص کردن عملکرد ردباب لیزری استفاده کند. عوامل سامانه فرعی و فرمول عمومی نتیجه دهی در این پیوست ارائه شده است.

#### ث-۲ نقش‌های سامانه فرعی

نشانه‌گذاری برای ویژگی‌های عملکرد (از سامانه فرعی) ردباب لیزری در جدول ث-۱ توسط سازنده ارائه شده است.

در جدول ث-۱، کمیت  $R$  به فاصله بین ردباب لیزری و نقطه‌ای در فضای که در آن یک نقطه مختصات اندازه‌گیری می‌شود، اشاره دارد. سازنده ردباب لیزری شرایط عملیاتی مجاز (به پیوست الف مراجعه شود) ویژگی‌های نگهداری MPE را مشخص می‌کند. بر این اساس، ویژگی‌های سامانه فرعی، همانطور که در جدول ث-۱ ارائه شده است، شامل تاثیرات خطاهای اندازه‌گیری ناشی از شرایط محیطی است که براساس شرایط عملیاتی مجاز پذیرفته می‌شود.

در برخی موارد، سازنده ممکن است ویژگی‌های سامانه‌های فرعی افزونه را به عنوان پارامتری که می‌تواند شامل شرایط محیطی باشد، در فرمول ویژگی MPE بیان کند. ویژگی‌های  $e_{ADM}$  و  $e_{IFM}$  به قابلیت‌های اساسی سامانه گستره اشاره می‌کند، در حالی که  $e_{R0}$  و  $e_T$  مربوط به شکل هندسی مونتاژ ردباب لیزری و کیفیت نرم‌افزارهای تبدیل کننده دوار می‌باشد.

## جدول ث-۱- کمیت‌های مربوط به عملکرد رדיاب لیزری

فرمول شماره	فرم نقش خطا	نماد	سامانه فرعی ردياب ليزري
(۱)	$e_{IFM} = A_{IFM} + B_{IFM} - R$	$e_{IFM}$	تدخل سنج (IFM)
(۲)	$e_{ADM} = A_{ADM} + B_{ADM} - R$	$e_{ADM}$	فاصله سنج مطلق (ADM)
(۳)	$e_{R0} = B_{R0}$	$e_{R0}$	<sup>a</sup> (R0) پارامتر
(۴)	$e_T = A_T + B_T - R$	$e_T$	<sup>b</sup> عرضی

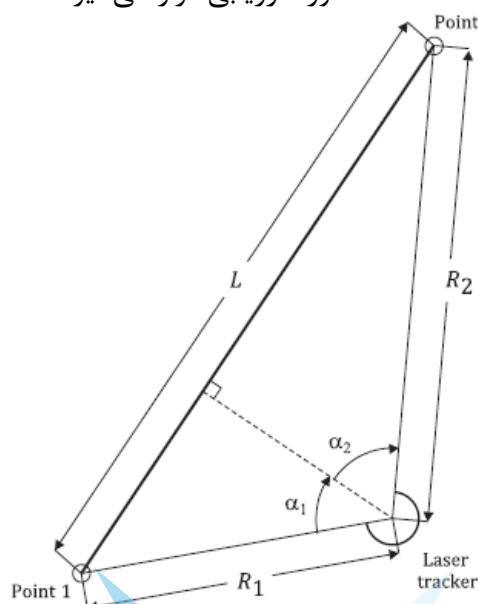
a- خطای موجود در تعیین فاصله از مبدأ ردياب لیزری است. این خطای اغلب در هنگام مقایسه اندازه‌گیری در شکل ث-۲ با اندازه‌گیری به دست آمده با قرار دادن ردياب لیزری به طور مستقیم بین نقطه ۱ و نقطه ۲ در شکل ث-۲ به وضوح دیده می‌شود.

b- خطای عرضی، به خطای ناشی از تعیین نادرست اجزای زاویه‌ای در تعیین محل نقطه اندازه‌گیری شده اطلاق می‌شود.

## ث-۳- بسط فرمول‌های عام

آرایش هندسی ردياب لیزری که مختصات نقاط ۱ و ۲ برای بسیاری از مکان‌های شرح داده شده در جدول ۶ و جدول ۴ اندازه‌گیری شده است، در شکل ث-۱ نشان داده شده است. شکل ث-۲ مواردی را که در آن ردياب لیزری بر روی یک خط معین شده توسط طول آزمون اندازه‌گیری، قرار دارد، نشان می‌دهد. با این مختصات، طول آزمون  $L$ ، تعیین می‌شود.

بیشینه خطای مجاز (MPE) برای این اندازه‌گیری طول، توسط سازنده برای آزمون بررسی و تایید عملکرد مشخص می‌شود. یکی از روش‌های بیان شده MPE طول آزمون اندازه‌گیری شده،  $L$ ، استفاده از فرمول ث-۱ می‌باشد. در این فرمول، کمیتی که حاوی سامانه فرعی ۱ یا ۲ مربوط به ویژگی MPE می‌باشد، هنگامی که یکی از جفت نقاط ۱ و ۲ (به ترتیب) برای هر کدام از ویژگی‌های IFM و ADM ذکر شده در جدول ث-۱ بسته به اینکه ADM یا IFM استفاده شده اند، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.



شکل ث-۱- هندسه ردياب لیزری

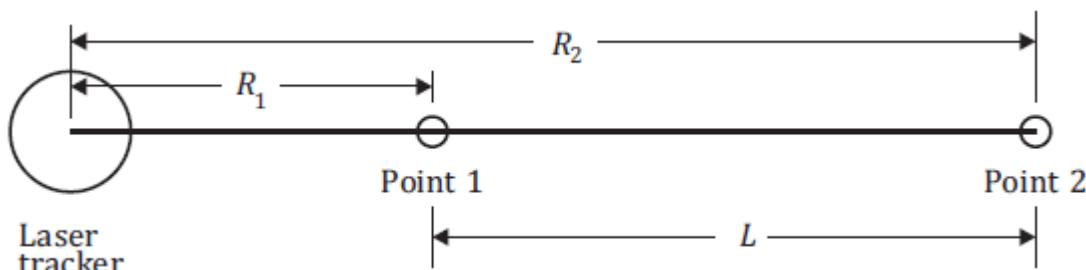
$$E_{Uni:0:LT,MPE} = [e_1^2 \sin^2 \alpha_1 + e_2^2 \sin^2 \alpha_2 + e_{R0}^2 (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)^2 + e_{T1}^2 \cos^2 \alpha_1 + e_{T2}^2 \cos^2 \alpha_2]^{\frac{1}{2}} \quad (ث-1)$$

زواياي  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  در جهت نشان داده شده در شکل ث-۱ مثبت و در جهت مخالف منفي هستند. كميتهای  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_{R0}$ ,  $e_{T1}$ ,  $e_{T2}$  با استفاده از فرمول (۱) و فرمول (۲) ارائه شده در جدول ث-۱ محاسبه می‌شوند که در آن كميته R در فرمول A+BR اشاره به فاصله  $R_1$  يا  $R_2$  دارد. شاخص ۱ اشاره به مسیر ۱ و شاخص ۲ اشاره به مسیر ۲ دارد. بنابراین، برای مثال،  $e_{ADM} = A_T + R_1$  يا  $e_{IFM} = B_T \cdot e_{T1}$  برای مسیر ۱ هستند.

فرمول ث-۱، MPE را بدون داشتن وابستگی محیطی (برای مثال، دمای مرتبط) نشان می‌دهد. اگر ها مشخص باشند، پس مقادیر MPE به هر محیطی که شرایط عملیاتی مجاز را برآورده کند، قابل اعمال می‌باشد (برای مثال، بند ۵ و پیوست الف) و در صورت به کارگیری مناسب، شیوه خوبی برای اندازه‌گیری می‌باشد (برای مثال، زیربند ۲-۵). فرمول MPE را می‌توان با نشان دادن وابستگی مربوطه به دمای خاص به شیوه‌ای پیچیده‌تر بیان کرد، اما برای آزمون، قابلیت اندازه‌گیری دمای مختلف در طول مسیر پرتو، در زمان هر اندازه‌گیری مورد نیاز است.

#### ث-۴. یادآوری درباره گستره آزمون

حالت خاص زمانی است که ردیاب لیزری با طول آزمون هم تراز باشد. همانطور که در شکل ث-۲ مورد اندازه‌گیری ردیاب لیزری، با نقاط ۱ و ۲ نشان داده شده هم تراز می‌باشد



شکل ث-۲- هندسه چارچوب<sup>۱</sup> داخلی ردیاب لیزری

نقطه ۱ یک انتهای طول آزمون و نقطه ۲ انتهای دیگر طول آزمون برای اندازه‌گیری ردیاب لیزری، ایجاد می‌شود. تحت این شرایط، دو مختصات اندازه‌گیری مرتبط هستند و فرمول ث-۲ مجاز به بازنویسی می‌باشد.  
(در مورد ADM نشان داده شده است)

$$E_{Uni:0:LT,MPE} = (A_{ADM} + B_{ADM} \cdot R_2) - (A_{ADM} + B_{ADM} \cdot R_1) = B_{ADM} \cdot L \quad (ث-2)$$

که در اینجا، کمیت A و B مربوط به ویژگی‌های IFM و ADM در جدول ث-۱ می‌باشد و طول L برابر با فاصله بین نقاط انتهایی طول آزمون می‌باشد.

### ث-۵. یادآوری درباره اندازه‌گیری دوجهته

شیوه خاص دیگر در اندازه‌گیری دوجهته وجود دارد. در این اندازه‌گیری، مختصات یک نقطه برای اولین بار در حالت عادی اندازه‌گیری می‌شود، به حالت دید جلو و سپس در حالت دید به عقب ارجاع داده می‌شود. برای قرار دادن ردیاب لیزری در حالت دید به عقب، محور سمتی  $180^\circ$  می‌چرخد و سپس با وارد کردن ضربه‌ای، محور ارتفاع با نقطه پرتو ردیاب لیزری بر روی هدف برخورد می‌کند. فاصله عرضی بین مختصات دید جلو و دید به عقب خطای مکان مکانی می‌باشد. آزمون دوجهته آزمونی دشوار برای عملکرد ردیاب لیزری می‌باشد، چراکه بسیاری از خطاهای عرضی ردیاب لیزری دوباره می‌شود. MPE دوجهته  $L_{Dia.2x1:P\&R:LT,MPE}$  نشان داده شده) برابر با دو برابر مقدار  $e_{T1}$  می‌باشد.

## پیوست ج

### (آگاهی‌دهنده)

#### آزمون موقت

#### ج-۱ کلیات

آزمون موقت این اطمینان را فراهم می‌کند که ردیاب لیزری مطابق با ویژگی‌ها به عملکرد خود ادامه می‌دهد. انتخاب موثرترین آزمون ضمنی عملکرد صحیح ردیاب لیزری و تصحیح آزمون دوجهته در زیربند ۶-۳ شرح داده شده است. اطمینان از عملیات ردیاب لیزری با عملکرد آزمون‌ها در این زیربند، حاصل می‌شود.

آزمون‌های افزونه طول‌های شناخته شده یا مکان‌های مرجع به شکل «شبکه» ای از نقاط به عنوان امکانات کاربر، مفید می‌باشند. با تجزیه و تحلیل مناسب، جزئیات مربوط به خطاهای هندسی ردیاب لیزری را می‌توان با استفاده از این روش‌ها<sup>۱</sup> تعیین کرد.

آزمون‌هایی که ترکیبی از حسگر دمای قطعه کار (و ایستگاه آب و هوا) هستند، نیز توصیه می‌شود. توصیه می‌شود سوابق نتایج آزمون ضمنی به نحوی نگهداری شود که اختلالات و یا روندها قابل شناسایی باشند.

---

۱ - در مورد استفاده از این روش به مرجع [۱۰] کتابنامه مراجعه شود.

## پیوست چ

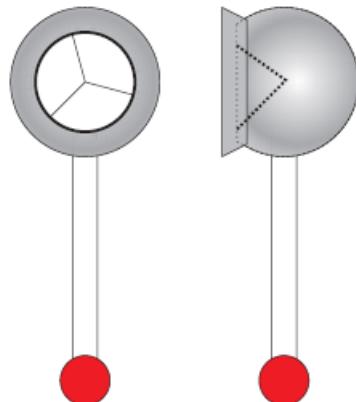
### (الزامی)

#### آزمون سوزن‌ها و ترکیب پس‌بازتابگر

##### چ-۱ کلیات

دو نتیجه اندازه‌شناختی در حصول اطمینان از اندازه‌گیری‌های اتخاذ شده با سوزن و ترکیب پس‌بازتابگر وجود دارد. نخسین نتیجه استفاده از روش پروف‌گذاری در آزمون سامانه است و نتیجه دوم ثبت آزمون با روش پروف‌گذاری به طور پیش‌فرض در سامانه پروف‌گذاری (SMR) می‌باشد.

روش‌های شرح داده شده در این پیوست قسمت‌های دیگر این استاندارد ملی را منعکس می‌کند، و صرفاً اهداف اصلاحی نه تغییر روشهای موجود را دنبال می‌کند.



یک آرایش ساده، متتشکل از سوزن و پس‌بازتابگر SRC در شکل چ-۱ نشان داده شده است.

##### چ-۲ خطاهای پروف‌گذاری

آزمون پروف برای SRC براساس زیربنده ۲-۶ است. دو آزمون در مکان‌های شرح داده شده در جدول ۲ انجام می‌شود. مقادیر  $P_{Size.Sph.1x25::SRC.LT}$  و  $P_{Form.Sph.1x25::SRC.LT}$  به دست آمده و با MPE‌های مربوطه مقایسه می‌شوند.

##### چ-۳ خطاهای وابسته به جهت‌گیری

##### چ-۳-۱ کلیات

ممکن است جهت‌گیری‌های مختلف SRC در سوزن همان نتیجه نقاط اندازه‌گیری شده را دربرداشته باشد.

اندازه‌گیری با یک نقطه منفرد و با تعداد زیادی از جهت‌گیری‌های مختلف SRC مجاز می‌باشد. دو آزمون در مکان‌های شرح داده شده در جدول ۲ انجام می‌شود.

یادآوری - جهت‌گیری SRC به نور، گام و انحراف SRC نسبت به پرتوهای دریافتی از ردیاب لیزری اشاره دارد- این با زوایای افقی و ارتفاع ردیاب لیزری اشتباه گرفته نشود.

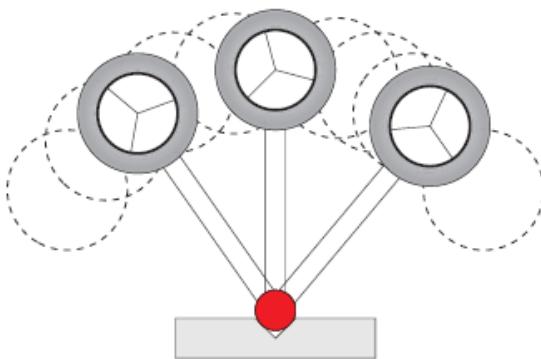
### ج-۲-۳ تجهیزات اندازه‌گیری

آشیانه‌ای برای این آزمون مورد استفاده می‌باشد که از اندازه مناسبی برای جای دادن سوزن مورد استفاده با SRC برخوردار باشد. آشیانه به طور محکم نصب می‌شود به طوری که طیف وسیعی از جهت‌گیری‌های SRC توسط ردیاب لیزری قابل اندازه‌گیری باشد.

### ج-۳-۳ روش اجرایی

برای هریک از دو مکان آشیانه، پنج اندازه‌گیری نقاط با SRC نشان داده شده در شکل ج-۲ (چرخش SRC) انجام می‌شود. پنج نقطه افزونه با چرخش SRC به سمت ردیاب لیزری و به دور از ردیاب لیزری (پرتاپ SRC) و پنج چرخش بیشتر SRC مرتبط با بردار یکه جهت‌گیری سوزن (انحراف SRC) انجام می‌شود. بنابراین، در مجموع ۱۵ اندازه‌گیری در یک مکان آشیانه انجام می‌شود. توصیه می‌شود مکان‌های پس‌بازتابگر برای دسترسی مجاز بوسیله آشیانه، برای آزمون‌های چرخش به طور وسیعی گسترش یابد و همچنین گسترده حداقل ۶۶٪ زاویه پذیرش برای پس‌بازتابگر (و اجزای جانبی، مانند LED‌ها) در آزمون‌های پرتاپ و انحراف تعیین شود.

سازنده ممکن است محدودیت‌های چرخش برای آزمون را مشخص کند، اما نباید کمتر از  $\pm 45^\circ$  باشد.



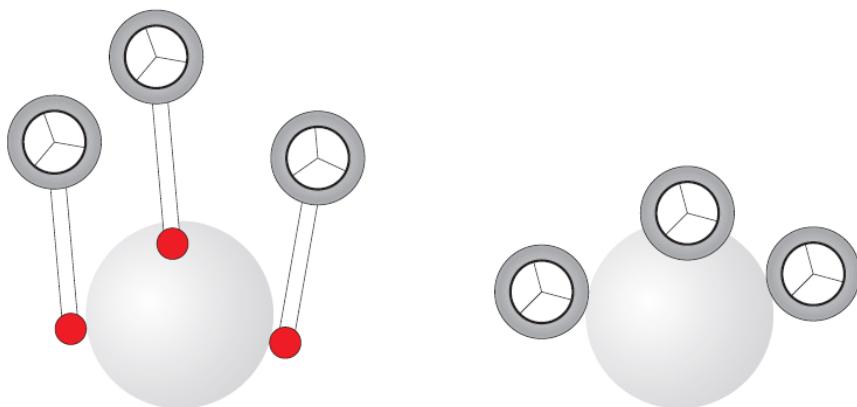
شکل ج-۲- آزمون جهت‌گیری برای SRC

### ج-۴-۳ استخراج از نتایج آزمون

۱۵ نقطه اندازه‌گیری مکان فیزیکی یکسانی دارند. توانایی تجهیزات برای مکان‌یابی همه نقاط در مکان‌های یکسان مورد قرار می‌گیرد. به همین دلیل، قطر مینیمم کره محدود کننده که شامل تمام نقاط اندازه‌گیری شده است، محاسبه می‌شود. قطر کره با  $P_{Dia.15x1::SRC.LT}$  نشانه گذاری می‌شود.

#### ج-۴ خطاهای ثبت

ثبت SRC در پروب SMR اصلی با روش ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۹ انجام می‌شود. یک کره آزمون با SRC و SMR نشان داده شده در شکل ج-۳ اندازه‌گیری می‌شود. کمیت‌های اندازه‌گیری شامل خطای شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $P_{Form.Sph.2x25::MPS.LT}$ ، خطای اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $P_{Size.Sph.2x25::MPS.LT}$  و مقادیر مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $L_{Dia.2x25::MPS.LT}$  می‌باشد. مقادیر اندازه‌گیری شده با ویژگی‌های ارائه شده توسط سازنده مقایسه می‌شوند،  $L_{Dia.2x25::MPS.LT,MPE}$ ،  $P_{Size.Sph.2x25::MPS.LT,MPE}$ ،  $P_{Form.Sph.2x25::MPS.LT,MPE}$  به ترتیب برای تعیین انطباق، در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۹ شرح داده شده اند.



یادآوری- فقط تعداد کمی از ۲۵ مکان پروب‌گذاری مورد نیاز در شکل ج-۳ نشان داده شده است.

شکل ج-۳- آزمون پروب‌گذاری چندگانه برای SRC (چپ) و SMR (راست)

یادآوری- نتایج ممکن است در فرم  $P_{Size.Sph.2x25::SMR,SRC:MPS.LT}$  بیان شوند.

#### ج-۵ نمادهای مربوط به این پیوست

جدول ج-۱- کمیت‌های مربوط به آزمون‌های SRC

تعریف	نماد
خطای شکل پروب‌گذاری برای SRC	$P_{Form.Sph.1x25::SRC.LT}$
خطای اندازه پروب‌گذاری برای SRC	$P_{Size.Sph.1x25::SRC.LT}$
خطای جهت‌گیری برای SRC	$P_{Dia.15x1::SRC.LT}$
بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای SRC	$P_{Form.Sph.1x25::SRC.LT,MPE}$

ادامه جدول چ-۱- کمیت‌های مربوط به آزمون‌های SRC

نام	تعریف
$P_{Size.Sph.1x25::SRC.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای SRC
$P_{Dia.15x1::SRC.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز جهت‌گیری برای SRC
$P_{Form.Sph.nx25::MPS.LT}$	خطای شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Size.Sph.nx25::MPS.LT}$	خطای اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{Dia.n\times 25::MPS.LT}$	خطای مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Form.Sph.nx25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Size.Sph.nx25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{Dia.n\times 25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه

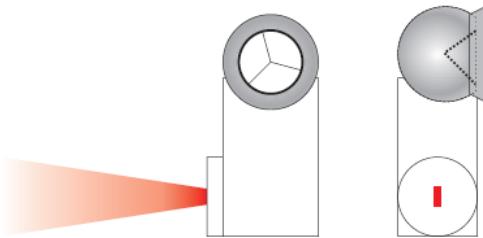
## پیوست ح

## (الزامی)

## آزمون حسگر فاصله نوری و ترکیب پس بازتابگر (ODR)

## ح-۱ کلیات

سامانه‌هایی که نقاطی را با استفاده از حسگر فاصله نوری جمع‌آوری می‌کنند، در دسترس هستند (به شکل ح-۱ مراجعه شود). مکان و جهت‌گیری حسگر فاصله نوری بوسیله ردیاب لیزری تعیین می‌شود. مانند پیوست چ، دو نوع خطای ارزیابی وجود دارد: خطاهای پروب‌گذاری و خطاهای ثبت.



شکل ح-۱- نمایش ساده شده از ODR

## ح-۲ خطاهای پروب‌گذاری

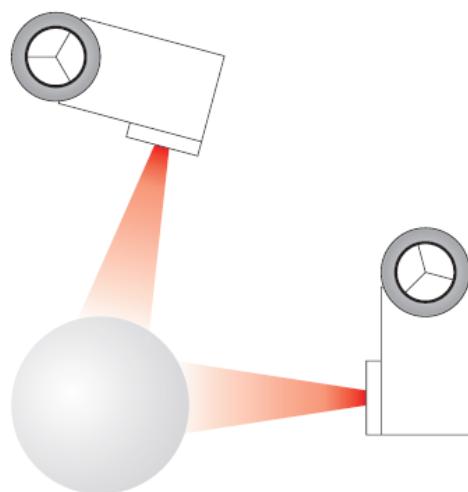
اندازه‌گیری‌ها طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۸ انجام شده است. کمیت‌های اندازه‌گیری شده شامل خطای شکل پروب‌گذاری،  $P_{Form.Sph.1\times25::ODR.LT}$ ، خطای پراکندگی پروب‌گذاری،  $P_{Size.Sph.1\times25::ODR.LT}$ ، خطای اندازه پروب‌گذاری،  $P_{Form.Sph.D95%::ODR.LT}$  و کل خطای اندازه پروب‌گذاری،  $P_{Size.Sph.All::ODR.LT}$ . مقادیر اندازه‌گیری شده با ویژگی‌های ارائه شده توسط سازنده مقاسه می‌شوند،  $P_{Size.Sph.1\times25::ODR.LT,MPE}$ ،  $P_{Form.Sph.D95%::ODR.LT,MPE}$ ،  $P_{Form.Sph.1\times25::ODR.LT,MPE}$ ، به ترتیب برای تعیین انطباق، در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۸ شرح داده شده است.

اگر جهت‌های چندگانه ODR در عملکرد عادی مجاز باشد، توصیه می‌شود این جهت‌گیری‌ها در اندازه‌گیری کرده آزمون استفاده شود.

یادآوری - جهت‌گیری ODR به نورد، گام و انحراف ODR نسبت به پرتوهای دریافتی از ردیاب لیزری اشاره دارد، این با زوایای سمتی و ارتفاع ردیاب لیزری اشتباه گرفته نشود.

### ح-۳ خطاهای ثبت

ثبت ODR در پروب SMR اصلی با روش ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۹ انجام می‌شود. یک کره آزمون با ODR و SMR نشان داده شده در شکل ح-۲ اندازه‌گیری می‌شود. کمیت‌های اندازه‌گیری شامل خطای شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $P_{Form.Sph.2x25::MPS.LT}$ ، خطای اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $P_{Size.Sph.2x25::MPS.LT}$  و مقادیر مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه،  $L_{Dia.2x25::MPS.LT}$  می‌باشد. مقادیر اندازه‌گیری شده با ویژگی‌های ارائه شده توسط سازنده مقایسه می‌شوند،  $P_{Form.Sph.2x25::MPS.LT,MPE}$  و  $P_{Size.Sph.2x25::MPS.LT,MPE}$  به ترتیب  $L_{Dia.2x25::MPS.LT,MPE}$  برای تعیین انطباق، در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۹ شرح داده شده اند.



شکل ح-۲- اندازه‌گیری کره آزمون با استفاده از ODR

### ح-۴ اندازه‌گیری شکل تخت

اندازه‌گیری شکل تخت در هر مکان حجم اندازه‌گیری انجام می‌شود. اندازه‌گیری‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۸ انجام شده است. در صورت مدنظر بودن، مکان ۲ تخت ممکن است بوسیله خارج شدن مکان ۱ و تغییر جهت‌گیری حسگر بدست آید.

مقادیر اندازه‌گیری شده و با  $E_{Form.Pla.D95%:ODR,MPE}$  مقایسه می‌شوند، ویژگی‌های ارائه شده توسط سازنده برای تعیین انطباق، در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۸ شرح داده شده است.

## ح-۵ نمادهای مربوط به این پیوست

## جدول ح-۱- کمیت‌های مربوط به آزمون‌های ODR

نام	تعریف
$P_{Form.Sph.1\times 25::ODR.LT}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقطه)
$P_{Form.Sph.D95%::ODR.LT}$	خطای شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{Size.Sph.1\times 25::ODR.LT}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقطه)
$P_{Size.Sph.All::ODR.LT}$	خطای اندازه پروب‌گذاری برای ODR (همه نقاط)
$E_{Form.Pla.D95%::ODR.LT}$	اندازه‌گیری خطای شکل تخت با ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{Form.Sph.1\times 25::ODR.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقطه)
$P_{Form.Sph.D95%::ODR.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز شکل پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{Size.Sph.1\times 25::ODR.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای ODR (۹۵٪ نقطه)
$P_{Size.Sph.All::ODR.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه پروب‌گذاری برای ODR (همه نقاط)
$E_{Form.Pla.D95%::ODR.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه‌گیری شکل تخت با ODR (۹۵٪ نقاط)
$P_{Form.Sph.nx25::MPS.LT}$	خطای شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Size.Sph.nx25::MPS.LT}$	خطای اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{Dia.n\times 25::MPS.LT}$	خطای مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Form.Sph.nx25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز شکل سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$P_{Size.Sph.nx25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز اندازه سامانه پروب‌گذاری چندگانه
$L_{Dia.n\times 25::MPS.LT,MPE}$	بیشینه خطای مجاز مکان سامانه پروب‌گذاری چندگانه

## پیوست خ

## (آگاهی‌دهنده)

## ارتباط با مدل ماتریس GPS

## خ-۱ کلیات

برای کسب جزئیات کامل درباره الگوی ماتریس GPS، به استاندارد ISO/TR 14638 مراجعه شود.

## خ-۲ اطلاعاتی درباره این استاندارد و کاربرد آن

این استاندارد آزمون‌های پذیرش مربوط به تایید عملکرد ردیاب لیزری مورد استفاده برای اندازه‌گیری نقطه به نقطه فواصل را که توسط سازنده بیان شده است را مشخص می‌کند. همچنین آزمون تایید مجدد را نیز مشخص می‌کند، این آزمون کاربر را قادر می‌سازد تا به صورت دوره‌ای عملکرد ردیاب لیزری مورد استفاده برای اندازه‌گیری نقطه به نقطه فواصل را بررسی نماید.

## خ-۳ مکان در مدل ماتریس GPS

این استاندارد، یک استاندارد کلی برای GPS است، که بر پیوند زنجیری شماره ۵ از زنجیره‌های استاندارد اندازه، فاصله، شعاع، زاویه، شکل، جهت‌یابی، مکان، لنگی و مبنای ماتریس عمومی GPS تاثیر می‌گذارد، به طوری که در شکل خ-۱، ترسیم شده است.

جدول خ-۱- مدل ماتریس استانداردهای ISO GPS

شماره زنجیر پیوند							
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
کالیبراسیون	تجهیزات اندازه‌گیری	اندازه‌گیری	انطباق و عدم انطباق	خواص ویژه عدم انطباق	الزامات ویژگی	نمادها و نشانه‌ها	اندازه
*							فاصله
*							شکل
*							جهت‌یابی
*							مکان
*							لنگی دایروی
							پروفیل بافت سطح
							بافت ناحیه سطح
							عيوب سطحی

#### خ-۴ استانداردهای مرتبط

استانداردهای مرتبط با استانداردهای زنجیره‌ای در جدول خ-۱، نشان داده شده است.

## کتاب نامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۹۶: ویژگیهای هندسی فرآورده (GPS) استانداردهای طول-بلوک های سنجه
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۸۱۸-۱: ویژگیهای هندسی فرآورده- مفاهیم عمومی- قسمت ۱: مدلی برای ویژگی هندسی و تصدیق
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۱: ویژگیهای هندسی فرآورده (GPS) - آزمون های پذیرش و بررسی مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM) – قسمت ۱: واژه نامه
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۴۲-۲: سال ۱۳۸۹، ویژگیهای هندسی فرآورده (GPS)- آزمون های پذیرش و تصدیق مجدد برای ماشین های اندازه گیری مختصات (CMM) – قسمت ۲: CMM های مورد استفاده در اندازه گیری ابعاد خطی
- [۵] استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳: سال ۱۳۹۰، واژه نامه اندازه شناسی- مفاهیم پایه عمومی و اصطلاحات مربوط
- [6] ISO 14638, Geometrical product specifications (GPS) — Matrix model
- [7] ISO 10360-5, Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM) — Part 5: CMMs using single and multiple stylus contacting probing systems
- [8] ISO/IEC Guide 98:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- [9] ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- [10] Hughes B., Forbes A., Lewis A., Sun W., Veal D., Nasr K. Laser tracker error determination using a network measurement. Meas. Sci. Technol. 2011, 22. DOI:10.1088/0957-0233/22/4/045103
- [11] Muralikrishnan B., Sawyer D., Blackburn C., Phillips S., Borchardt B., Estler W.T. ASME B89.4.19 performance evaluation tests and geometric errors in laser trackers. NIST Journal of Research. 2009, 114 (1) pp. 21–35