INSO
20823
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۸۲۳
چاپ اول
۱۳۹۴

دارای محتوای رنگی

سامانه‌های فتوولتائیک–
احراز شرایط طراحی ردیاب‌های خورشیدی

Photovoltaic systems –
Design qualification of solar trackers

ICS: 27.160

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آملنگر، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سامانه‌های فتوولتائیک- احراز شرایط طراحی ردیاب‌های خورشیدی»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
کارشناس، حمیدرضا (دکتری مهندسی برق قدرت)	هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
دبیر:	
غفاری جزی، نعمت اله (کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت)	کارشناس استاندارد، سازمان استاندارد اصفهان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی‌زاده، امیر (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	کارشناس شرکت توانیر
براتیان، امیر (کارشناسی مهندسی برق)	کارشناس سازمان استاندارد اصفهان
پایانی، معصومه (کارشناسی فیزیک)	کارشناس سازمان استاندارد اصفهان
تابش، احمدرضا (دکتری مهندسی برق قدرت)	هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
ثقفی اصفهانی، مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	شرکت توزیع برق اصفهان
خوش اخلاق، داود (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	دانشگاه صنعتی سهند
شاهنواز، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	نماینده سازمان انرژی‌های نو ایران(سانا)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
شیخ کانلوی میلان، قادر (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	نماینده شرکت مهندسین مشاور توسعه صنعت برق
صافی اصفهانی، احمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	مدیرعامل شرکت بهراد
فدایی تهرانی، علی‌رضا (دکتری مهندسی ساخت و تولید)	هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
گوهریان، محمد (دکتری اقتصاد)	نماینده اتاق صنایع، معادن و بازرگانی اصفهان
مسائلی، مهدی (کارشناسی مهندسی برق)	رئیس سندیکای برق اصفهان
ناطقی، سعید (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	کارشناس دفتر فنی و مهندسی قوه قضاییه
نیرومند، مهدی (دکتری مهندسی برق)	هیئت علمی دانشگاه اصفهان
هادیان، محبوبه (کارشناسی ارشد فیزیک)	مدرس پیام نور

ویراستار:

حسینی، ابراهیم (کارشناسی فیزیک)	کارشناس استاندارد- بازنشستهٔ سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
	پیش‌گفتار	س
۱	هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۲
۳	اصطلاحات و تعاریف	۳
۴	مشخصات ردیاب‌های خورشیدی برای کاربردهای فتوولتائیک	۴
۵	گزارش	۸
۶	تعاریف و طبقه‌بندی ردیاب	۹
۶-۱	کلیات	۹
۶-۲	انواع محموله	۹
۶-۲-۱	ردیاب‌های مدول فتوولتائیک استاندارد	۹
۶-۲-۲	ردیاب‌های مدول فتوولتائیک متمرکزکننده (CPV)	۱۰
۶-۳	محورهای گردان	۱۰
۶-۳-۱	کلیات	۱۰
۶-۳-۲	ردیاب‌های تک محور	۱۰
۶-۳-۳	ردیاب‌های دو محور	۱۳
۶-۴	راه‌اندازی و کنترل	۱۵
۶-۴-۱	معماری	۱۵
۶-۴-۲	قطار درایو	۱۶
۶-۴-۳	انواع درایو	۱۶
۶-۴-۴	گشتاور قطار درایو	۱۷
۶-۵	انواع کنترل ردیاب	۱۷
۶-۵-۱	کنترل غیرفعال	۱۷
۶-۵-۲	کنترل فعال	۱۷
۶-۵-۳	عقب‌گرد	۱۸
۶-۶	مشخصه‌های ساختاری	۱۹
۶-۶-۱	نگه‌دارنده‌های عمودی	۱۹
۶-۶-۲	انواع پی	۱۹
۶-۶-۳	موقعیت‌های ردیاب	۲۰

عنوان **صفحه**

۶-۶-۴	زمان پناهگیری	۲۱
۶-۷	مصرف انرژی	۲۱
۶-۷-۱	مصرف روزانه انرژی	۲۱
۶-۷-۲	مصرف انرژی پناهگیری	۲۱
۶-۸	واسط‌ها و عناصر بیرونی	۲۲
۶-۸-۱	پی	۲۲
۶-۸-۲	واسط پی	۲۲
۶-۸-۳	محموله	۲۲
۶-۸-۴	واسط محموله	۲۲
۶-۸-۵	واسط مکانیکی محموله	۲۲
۶-۸-۶	واسط الکتریکی محموله	۲۲
۶-۸-۷	واسط زمین	۲۳
۶-۸-۸	کار لازم برای نصب	۲۳
۶-۸-۹	واسط کنترل	۲۳
۶-۹	رواداری داخلی	۲۴
۶-۹-۱	رواداری محور اولیه	۲۴
۶-۹-۲	رواداری محور ثانویه	۲۴
۶-۹-۳	عقب‌گرد	۲۴
۶-۹-۴	سفتی	۲۴
۶-۱۰	عناصر سامانه ردیاب	۲۵
۶-۱۰-۱	سازه مکانیکی	۲۵
۶-۱۰-۲	کنترل‌کننده ردیاب	۲۵
۶-۱۰-۳	حس‌گرها	۲۵
۶-۱۱	واژگان مربوط به قابلیت اطمینان	۲۶
۶-۱۱-۱	کلیات	۲۶
۶-۱۱-۲	متوسط مدت زمان بین خرابی‌ها (MTBF)	۲۶
۶-۱۱-۳	متوسط مدت زمان بین خرابی‌های بحرانی (MTBCF)	۲۶
۶-۱۱-۴	متوسط مدت زمان برای تعمیر (MTTR)	۲۷
۶-۱۲	شرایط محیطی	۲۷
۶-۱۲-۱	گستره دمای عملیات	۲۷

عنوان **صفحه**

۶-۱۲-۲ گستره دمای بقا ۲۷
۶-۱۲-۳ سرعت وزش باد ۲۷
۶-۱۲-۴ بیشینه وزش باد طی عملیات ۲۹
۶-۱۲-۵ بیشینه وزش باد تحت چیدمان متراکم ۲۹
۶-۱۲-۶ بار برف ۲۹
۷ توصیف خصوصیات درستی ردیاب ۲۹
۷-۱ بررسی اجمالی ۲۹
۷-۲ خطای اشاره‌گر (لحظه‌ای) ۲۹
۷-۳ اندازه‌گیری ۳۰
۷-۳-۱ بررسی اجمالی ۳۰
۷-۳-۲ مثالی از روش تجربی اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر ۳۰
۷-۳-۳ درجه‌بندی وسایل اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر ۳۱
۷-۴ محاسبه درستی ردیاب ۳۲
۷-۴-۱ بررسی اجمالی ۳۲
۷-۴-۲ جمع‌آوری داده‌ها ۳۲
۷-۴-۳ گروه‌بندی داده‌ها بر مبنای سرعت وزش باد ۳۴
۷-۴-۴ پالایش داده‌ها ۳۴
۷-۴-۵ کمیت داده‌ها ۳۵
۷-۴-۶ محاسبات درستی ۳۵
۸ روش اجرایی‌های آزمون ردیاب ۳۶
۸-۱ بازرسی چشمی ۳۶
۸-۱-۱ هدف ۳۶
۸-۱-۲ روش اجرایی ۳۶
۸-۱-۳ الزامات ۳۷
۸-۲ آزمون‌های اعتبارسنجی کاربرد ۳۷
۸-۲-۱ هدف ۳۷
۸-۲-۲ بازبینی محدوده‌های ردیابی ۳۸
۸-۲-۳ بهره‌برداری کلید محدودکننده(لیمیت سوئچ) ۳۸
۸-۲-۴ ردیابی خودکار خورشید پس از قطع برق و سایه اندازی حس‌گر بازخورد ۳۸
۸-۲-۵ عملکرد دستی ۳۹

عنوان **صفحه**

۸-۲-۶	توقف اضطراری	۳۹
۸-۲-۷	حالت تعمیر و نگهداری	۳۹
۸-۲-۸	گستره دمای بهره برداری	۳۹
۸-۲-۹	پناهگیری وزش باد	۳۹
۸-۳	آزمون‌های عملکرد	۴۰
۸-۳-۱	هدف	۴۰
۸-۳-۲	انرژی و اوج توان مصرفی روزانه	۴۰
۸-۳-۳	زمان پناهگیری و انرژی پناهگیری و مصرف توان	۴۱
۸-۴	آزمون مکانیکی	۴۱
۸-۴-۱	هدف	۴۱
۸-۴-۲	آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/ درایو	۴۲
۸-۴-۳	آزمون انحراف تحت بار ایستا	۴۳
۸-۴-۴	آزمون سفتی پیچشی، رانش مکانیکی، گشتاور حرکت، پس‌زنی	۴۷
۸-۴-۵	آزمون لنگر تحت بارگذاری وزش باد شدید	۵۲
۸-۵	آزمون محیطی	۵۴
۸-۵-۱	هدف	۵۴
۸-۵-۲	روش اجرایی	۵۴
۸-۵-۳	الزامات	۵۸
۸-۶	گردش مکانیکی شتاب یافته	۵۹
۸-۶-۱	هدف	۵۹
۸-۶-۲	روش اجرایی	۵۹
۸-۶-۳	الزامات	۶۲
۹	آزمون احراز شرایط طراحی مختص تجهیزات الکترونیکی ردیاب	۶۳
۹-۱	هدف کلی	۶۳
۹-۲	آزمون‌های پی‌درپی برای اجزای الکترونیکی	۶۳
۹-۲-۱	کلیات	۶۳
۹-۲-۲	بازرسی چشمی از اجزای الکترونیکی	۶۴
۹-۲-۳	آزمون عملکرد	۶۵
۹-۲-۴	حفاظت در برابر گرد و خاک، آب، و اجسام خارجی (کد IP)	۶۸
۹-۲-۵	محافظت در برابر تاثیرات مکانیکی (کد IK)	۶۸

عنوان **صفحه**

۹-۲-۶ آزمون استحکام پایانه‌ها ۶۹
۹-۲-۷ آزمون ایمنی در برابر موج ضربه ۷۰
۹-۲-۸ آزمون لرزش حمل و نقل ۷۱
۹-۲-۹ آزمون ضربه ۷۲
۹-۲-۱۰ آزمون UV ۷۲
۹-۲-۱۱ آزمون چرخه دمایی ۷۳
۹-۲-۱۲ آزمون رطوبت یخزده ۷۵
۹-۲-۱۳ گرما-نم ۷۶
۱۰ محاسبات اختیاری اضافی درستی ۷۶
۱۰-۱ گستره درستی ردیابی نوعی ۷۶
۱۰-۲ نمودار ستونی خطای ردیابی ۷۷
۱۰-۳ درصد تابندگی قابل دسترسی به عنوان تابعی از خطای اشاره‌گر ۷۷
شکل۱ قرارداد زاویه ارتفاع ۱۳
شکل۲ نمایش رواداری محور اولیه برای VPDAT ۲۴
شکل۳ تصویر کلی خطای اشاره‌گر ۳۰
شکل۴ مثالی از روش تجربی اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر ۳۱
شکل۵ موقعیت‌های اندازه‌گیری نمونه برای انحراف ساختاری ۴۵
شکل۶ پیکربندی‌های بار در حالی که محموله در وضعیت افقی قرار گرفته است ۴۵
شکل۷ پیکربندی بار وقتی که محموله در وضعیت عمودی قرار گرفته است ۴۶
شکل۸ بار لحظه‌ای اعمال شده به محور ارتفاع ۴۸
شکل۹ جابه‌جایی زاویه‌ای به ازای گشتاور اعمالی به محور گردش ۴۹
شکل۱۰ مثال‌هایی از طول مشخصه برای(الف) گشتاور ارتفاع، (ب)گشتاور سمت ۵۱
شکل۱۱ دو پیکربندی برای بارگذاری لنگر وزش باد شدید ۵۳
شکل۱۲ نمایش پروفایل حرکت گسسته ردیاب ۶۰
شکل۱۳ نمایش پروفایلی از حرکت گسسته شتاب یافته برای آزمون ۶۰
شکل۱۴ توالی آزمون برای اجزای الکترونیکی ۶۴
شکل ۱۵ آزمون چرخش دمایی قطعه الکترونیکی ۷۴
شکل۱۶ آزمون رطوبت یخزده قطعه الکترونیکی ۷۵
شکل۱۷ توزیع بسامد خطای اشاره‌گر برای کل دوره آزمون ۷۷
شکل۱۸ تابندگی قابل دسترسی به عنوان تابعی از خطای اشاره‌گر ۷۸

عنوان **صفحه**

شکل۱۹ تابندگی قابل دسترس به عنوان تابعی از خطای نقطه‌ای متناسب با سرعت وزش باد ۷۸
جدول ۱ الگوی مشخصات ردیاب ۵
جدول۲ الگوی گزارش تناوبی درستی ردیابی ۳۶

پیش‌گفتار

استاندارد « سامانه‌های فتوولتائیک-احراز شرایط طراحی ردیاب‌های خورشیدی » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در سی وهفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۴/۱۱/۱۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

IEC 62817: 2014, Photovoltaic systems – Design qualification of solar trackers

سامانه‌های فتوولتائیک-

احراز شرایط طراحی ردیاب‌های خورشیدی

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه احراز شرایط طراحی استاندارد ردیاب‌های خورشیدی قابل پیاده‌سازی برای سامانه‌های فتوولتائیک است ولی برای ردیاب‌های مورد استفاده در دیگر کاربردهای خورشیدی نیز ممکن است به‌کار گرفته شود. این استاندارد، روش‌های اجرایی آزمون را برای هر دو اجزاء کلیدی و کل سامانه ردیاب مشخص می‌کند. در برخی موارد، روش‌های انجام آزمون روش‌های اجرایی را برای اندازه‌گیری و/ یا محاسبه پارامترهایی که بایستی در برگه مشخصات ردیابِ مورد نظر گزارش شوند، شرح می‌دهد. در دیگر موارد، نتایج روش انجام آزمون منجر به یک معیار قبولی/ردی خواهد شد.

این استاندارد به کاربر ردیاب اطمینان می‌دهد که پارامترهای گزارش شده در برگه مشخصات توسط روش اجرایی‌های صنعتی قابل قبول و سازگار، اندازه‌گیری شده‌اند. این امر برای مشتریان، مبنایی درست برای مقایسه و انتخاب ردیابی که متناسب با نیازهای آنهاست فراهم می‌آورد. این استاندارد، تعاریف و پارامترهایی مرسوم در عرصه صنعت را برای ردیاب‌های خورشیدی ارائه می‌کند. هر فروشنده می‌تواند طراحی، ساخت و قابلیت کاربرد و درستی محصول را با تعریفی یکسان، مشخص کند. این امر هماهنگی معین با الزامات خرید، مقایسه محصولات فروشندگان مختلف و بررسی کیفیت محصولات را امکان پذیر می‌نماید.

آزمون‌هایی با معیارهای قبولی/ردی، با هدف جدا نمودن طراحی ردیاب‌هایی که احتمالا دچار خرابی های زودرس می‌شوند توسط آنهایی که طبق اظهار تولیدکننده، سالم و مناسب استفاده می‌باشند، طراحی شده‌اند. آزمون‌های مکانیکی و محیطی در این استاندارد به منظور سنجش توانایی ردیاب در شرایط عملیات متغیر، همچنین سپری کردن شرایط بسیار سخت، طراحی شده‌اند. آزمون مکانیکی قصد تصدیق و تایید طراحی-های ساختاری و بنیادین را نداشته، چرا که این نوع گواهی مربوط به مراجع قضاوت‌کننده محلی، انواع خاک و دیگر الزامات محلی است.

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:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۴۱۱۵: سال ۱۳۹۲، افزارهای فتوولتائیک- قسمت۳: اصول اندازه‌گیری برای افزارهای خورشیدی فتوولتائیک (PV) زمینی با داده‌های طیف مرجع

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۸۷، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) قسمت ۵-۴: روش‌های آزمون و اندازه‌گیری- آزمون مصونیت در برابر فراتاخت

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۳۶ سال ۱۳۸۶، درجات تامین حفاظت به‌وسیله محفظه در برابر ضربات مکانیکی برای تجهیزات الکتریکی

2-4 IEC 60068-2-6, Environmental testing- Part 2-6: Tests- Test Fc: Vibration (sinusoidal)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۸، آزمون‌های محیطی - قسمت ۶-۲: آزمون‌ها – آزمون Fc:ارتعاش (سینوسی)، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-6:1985 تدوین شده است.

2-5 IEC 60068-2-21, Environmental testing – Part 2-21: Tests- Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۸، آزمون‌های محیطی - قسمت ۲۱-۲: آزمون‌ها - آزمونU : استحکام اتصالات و پایه قطعات مجتمع، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-21:1983 + Amd2:1991 + Amd3:1992 تدوین شده است.

2-6 IEC 60068-2-27, Environmental testing- Part 2-27: Tests- Test Ea and guidance: Shock

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره۲۷-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۲، آزمون‌های محیطی- قسمت ۲۷-۲: آزمون‌ها-آزمون Ea و راهنما: شوک، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-27:2008 تدوین شده است.

2-7 IEC 60068-2-75, Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۵-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۱، آزمون شرایط محیطی- قسمت ۷۵-۲:آزمون‌ها-آزمون Eh: آزمون‌های چکش‌زنی، با استفاده از استاندارد IEC 60068-2-75:1997 تدوین شده است.

2-8 IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۸۶، درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه‌ها (کدIP)، با استفاده از استاندارد IEC 60529:2001 تدوین شده است.

2-9 ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵: سال ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، با استفاده از استاندارد ISO/IEC 17025:2005 تدوین شده است.

2-10 ISO 12103-1, Road vehicles – Test dust for filter evaluation – Part 1: Arizona test dust

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۳۰۳: سال ۱۳۹۰، خودروهای جاده ای- آزمون گرد و غبار برای برون روی (تخلیه) از پالایه- قسمت۱ : آزمون گرد و غبار آریزونا، با استفاده از استاندارد ISO 12103-1:1997 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود. برای واژگان اضافی مخصوص ردیاب، به بند ۶ مراجعه شود.

۳-۱

فتوولتائیک‌ها
PV

Photovoltaics
PV

وسایلی که از انرژی تابشی خورشید برای تولید مستقیم انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند.

۳-۲

فتوولتائیک‌های متمرکزکننده
CPV

concentrator photovoltaics
CPV

وسایلی که پرتوهای تقویت‌شده خورشید را، به منظور تولید انرژی الکتریکی، بر روی تجهیزات فتوولتائیک متمرکز می‌کنند. نور خورشید را می‌توان با روش‌های متنوعی مانند تجهیزات بازتابنده یا اپتیکی انکساری واقع در دیش، از طریق لنزها و دیگر پیکربندی‌ها تقویت و متمرکز نمود.

۳-۳

مدول متمرکزکننده
مدول CPV

concentrator module
CPV module

گروهی از دریافت‌کننده‌ها (سلول‌های فتوولتائیک که به طریقی نصب شده‌اند)، ادوات نوری، دیگر اجزای مرتبط، مانند اتصالات داخلی و محفظه‌های مکانیکی که درون بسته‌ای مدولار با یکدیگر تجمیع شده‌اند. به‌طور معمول این مدول در کارخانه، برروی هم سوارشده و به‌منظور نصب در کنار دیگر مدول‌ها بر روی ردیاب خورشیدی، به محل نصب حمل می‌گردد.

یادآوری ۱- مدول CPV معمولا دارای یک نقطه تمرکز قابل تنظیم میدانی نیست. به علاوه، یک مدول می‌تواند از چندین زیرمدول ساخته شده باشد. زیرمدول بخشی کوچک‌تر و مستقل از مدول کل است که می‌تواند در کارخانه یا در محل نصب، در قالب مدولی کامل سرهم‌بندی شود.

۴-۳

سرهم‌بندی کردن متمرکزکننده

concentrator assembly

سرهم‌بندی کردن متمرکزکننده متشکل از گیرنده، اپتیک، دیگر اجزای مرتبط دارای یک نقطه تمرکز قابل تنظیم میدانی بوده و معمولا در یک میدان هم‌تراز و سرهم‌بندی می‌شود.

مثال: یک سیستم ترکیبی از یک دیش بزرگ به همراه یک واحد گیرنده که با نقطه کانونی دیسک هم‌تراز شده است.

یادآوری- این اصطلاح برای طراحی خاص CPV مشتق گرفته شده از مدول CPV مورد اشاره در مطالب فوق مورد استفاده قرارمی‌گیرد.

۴ مشخصات ردیاب‌های خورشیدی برای کاربردهای فتوولتائیک

تولیدکننده باید آزمایشگاه آزمونی، به‌عنوان بخشی از نشانه‌گذاری محصول، مستندسازی و جدولی به صورت مشخص شده در زیر (جدول ۱)، فراهم کند. ستون سوم جدول ۱ برای مقاصد اطلاعاتی مربوط به این استاندارد بوده و منظور از آن، بخشی از یک الگوی مشخصات واقعی ارائه شده برای آزمایشگاه آزمون نیست. برای توضیحات بیشتر در زمینه مشخصات انحصاری، به بندها/ زیربندهای بعدی این استاندارد مراجعه شود.

لازم است تا برخی از مشخصه‌های جدول ۱ توسط تولیدکننده فراهم شده و توسط آزمایشگاه آزمون بررسی شوند، در حالی که سایر موارد، مسئولیت منحصر به فرد آزمایشگاه آزمون می‌باشند. هنوز هم دیگر مشخصات ارائه شده در جدول ۱ اختیاری هستند؛ به‌طوری که، اگر یک تولیدکننده ردیاب بخواهد اطلاعات اختیاری را نیز نشان دهد، باید آن را به روش مخصوص ارائه شده در جدول ۱ گزارش و اندازه‌گیری کند (و در برخی موارد، الزامات گزارش دهی، در بند مربوطه در این استاندارد بیشتر توضیح داده شده‌اند). جهت تعیین مسئولیت مشخصه یا وضعیت اختیاری به سومین ستون جدول ۱ مراجعه کنید ("T" نشان دهنده مسئولیت آزمایشگاه آزمون، "M" نشان‌دهنده مسئولیت تولیدکننده، "O" نشان‌دهنده یک پارامتر اختیاری می‌باشد).

جدول ۱- الگوی مشخصات ردیاب

مشخصه	مثال	مسئولیت/بند/زیر بند
تولیدکننده	شرکت XYZ	(M)
شماره مدل	XX 1090	(M)
نوع ردیاب	ردیاب CPV، دو محور	(M) 6.2, 6.3
مشخصه‌های محموله بار(از نظرحجم و جرم)		
کمینه / بیشینه جرم پشتیبانی شده	۱۰۰ kg /۱۰۲۵Kg	(M) 6.8.3
مرکز محموله از محدوده جرم	۰ تا ۰٫۳متر فاصله عمودی تا محل نصب	(M) 6.8.3
ناحیه سطح بیشینه محموله	۳۰ m^2	(M) 6.8.3
سطح نامی محموله	۲۸ m^2	(M)
بیشینه گشتاور مجاز دینامیک در حین حرکت	سمت (θ_Z): ۱۰ kN m θ_X و θ_Y: ۵ kN m [باید مجموعه‌ای از نمودارها را برای تشریح گشتاورها و این که مربوط به کدام محور هستند ارائه کند]	(M) 8.4.5
بیشینه گشتاور ایستا مجاز در وضعیت انباشته	[باید مجموعه‌ای از نمودارها را ارائه کند]	(M) 8.4.4, 8.4.5
مشخصه‌های تاسیسات		
پی مجاز	بتن مسلح	(M) 6.6.2
رواداری پی، در محور اولیه	± ۰٫۵°	(O) 6.9
رواداری پی، در محور ثانویه	± ۰٫۵°	(O) 6.9
کار لازم برای نصب و راه‌اندازی	۵ نفر-ساعت، جرثقیل ۴ تنی	(O) 6.8.8
انعطاف‌پذیری واسط محموله	واسط را می‌توان طوری پیکربندی نمود که مدول‌هایی از تولیدکنندگان "A"، "B" و "C" را بر روی آن نصب کرد. پیکربندی‌های پیچشی "X"، "Y" و "Z" مجاز است.	(O)
مشخصات الکتریکی		
آیا شامل توان پشتیبان(ذخیره‌سازی) می‌شود؟	خیر	(M) عملی نیست
مصرف انرژی روزانه	۱٫۵ kWh	(T) 6.7.1
انرژی مصرفی فرایند پناهگیری (مطابق زیر بند ۶-۶-۳-۱)	۱ kWh	(T) 6.7.2
الزامات توان ورودی	۱۰۰ V تا ۲۴۰V، ۵۰ Hz تا ۶۰Hz،۵ A AC،	(M) هیچ مشخصه‌ای تعریف نشده است.
اوج توان موثر (و ظاهری) مصرفی ردیابی	۵۰۰W (۵۵۰VA)	(T) 8.3.2

اوج توان موثر (و ظاهری) مصرفی بدون ردیابی	۵۰W (۵۵VA)	(T) 8.3.2
اوج موثر(ظاهری) توان مصرفی در موقعیت پناهگیری	۱۰۰۰W (۱۱۰۰VA)	(T) 8.3.3
درستی ردیابی		
درستی، نوعی (وزش باد کم، کمینه نقطه انحراف)	۰٫۱°	(T) 7.4.6
درستی، نوعی (وزش باد کم، بیشینه نقطه انحراف)	۰٫۳°	(T) 7.4.6
درستی، ۹۵ اُمین درصد (وزش باد کم، کمینه نقطه انحراف)	۰٫۵°	(T) 7.4.6
درستی، ۹۵ اُمین درصد (وزش باد کم، بیشینه نقطه انحراف)	۰٫۸°	(T) 7.4.6
سرعت متوسط وزش باد طی شرایط آزمونی «وزش باد کم»	۳٫۱ m/s	(T) 7.4.6
درستی، نوعی (وزش باد زیاد، کمینه نقطه انحراف)	۰٫۷°	(T) 7.4.6
درستی، نوعی (وزش باد زیاد، بیشینه نقطه انحراف)	۱٫۰°	(T) 7.4.6
درستی، ۹۵ اُمین درصد (وزش باد زیاد، کمینه نقطه انحراف)	۱٫۱°	(T) 7.4.6
درستی، ۹۵ اُمین درصد (وزش باد زیاد، بیشینه نقطه انحراف)	۱٫۶°	(T) 7.4.6
سرعت متوسط وزش باد طی شرایط آزمونی «وزش باد زیاد»	۵٫۲m/s	(T) 7.4.6
وزن و مساحت ظرفیت محموله نصب شده طی آزمون	محموله ۵۰۰ کیلوگرمی که به طور یکنواخت در ناحیه‌ای به مساحت ۵۰ متر مربع توزیع شده است.	(T) 7.4.2.1
مرکز جرم محموله نصب شده طی آزمون	مرکز جرم محموله ۰٫۲m بالای محل نصب مدول	(T) 7.4.2.1
مشخصه‌های کنترل		
الگوریتم کنترل	ترکیبی	(M) 6.5
واسط کنترل	هیچ	(M) 6.8.9
واسط ارتباط بیرونی	Ethernet/TCP-IP	(M) بدون توضیح مشخص
آیا فرایند پناهگیری اضطراری تدارک دیده شده است؟	بله، در سرعت وزش باد ۱۴ m/s	(M) 6.6.3.1
زمان پر کردن	۴ دقیقه	(M) 6.6.4
درستی ساعت	۱ ثانیه در هر سال	(M) عملی نیست

کلید محدودکننده (لیمیت سوئیچ)[1] سخت	شامل نمی‌شود	(M) 7.2.3
طراحی مکانیکی		
نوع راه اندازی	توزیع شده	(M) 6.4.1
نوع درایو	الکتریکی	(M) 6.4.3
محرک‌ها	موتور DC، ۱۸۵W	(M) بدون توضیح مشخص
گستره حرکت، محور اولیه	سمت°۱۶۰±	(M) 6.6.3.3
گستره حرکت، محور ثانویه	ارتفاع °۱۰ تا °۹۰	(M) 6.6.3.3
سفتی سامانه	گزارش آزمایشگاه آزمون را در مورد مکان‌های اندازه‌گیری، بارهای اعمال شده و انحرافات اندازه‌گیری‌شده مشاهده کنید.	(T),(O) 6.9.4 , 8.4.3
سفتی پیچشی قطار درایو[2]	نمودار جابجایی زاویه‌ای نسبت به گشتاور اعمال شده را مشاهده نمایید.	8.4.4 (T)، شکل ۹
پس زنی	بیشینه °۱	(T) 6.9.3, 8.4.4
شرایط محیطی		
بیشینه سرعت مجاز وزش باد طی ردیابی	۱۴ m/s	(M) 6.12.4
بیشینه سرعت مجاز وزش باد در بارگیری	۴۰ m/s	(M) 6.12.5
گستره عملیاتی دما	°C ۲۰- تا °C۵۰+	(M) 6.12.1
گستره بقاء دما	°C ۴۰- تا °C۶۰+	(M) 6.12.2
سرعت بارش برف	تا kg/m^2 ۲۰ بار برفی، مجاز است.	(M) 6.12.6
تعمیر و نگهداری و قابلیت اطمینان		
برنامه تعمیر و نگهداری	انجام روغن کاری در هر ۱۲ ماه (۰٫۷۵ نفر-ساعت مورد نیاز است) تعویض سیال قطار درایو در هر ۳ سال (۱٫۲۵ نفر-ساعت مورد نیاز است)	(O)
(MTBF) متوسط مدت زمان بین خرابی‌ها	۳٫۵ سال	(O) 6.11.2
(MTTR) متوسط مدت زمان تعمیرات	۲ ساعت (موتور سمتی یا بالا برنده) (فهرستی از اجزایی که انتظار می‌رود طی دوره ۱۰ ساله نیاز به تعمیر یا جابجایی داشته باشند فراهم کنید)	(O) 6.11.4

1- Limit switches

۲- مطابق با زیر بند ۶-۴-۲

برای مشاهده الگوی جایگزین جهت ارائه مشخصات درستی ، به جدول ۲ رجوع کنید.

۵ گزارش

گزارش گواهی شده آزمون‌های احراز صلاحیت، با مشخصه‌های عملکرد اندازه‌گیری شده و جزئیات هرگونه خرابی و آزمون مجدد، باید توسط نمایندگی آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران- ایزو- آی‌ای‌سی شماره ۱۷۰۲۵ آماده شود. گزارش باید شامل برگه مشخصات نشان داده شده در جدول ۱ باشد. هر گواهی‌نامه یا گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات ذیل باشد:

الف- عنوان؛

ب- نام و آدرس آزمایشگاه آزمون و مکانی که آزمون‌ها در آنجا صورت گرفته است؛

پ- کد شناسایی منحصر به فرد برای هر صفحه گواهی‌نامه یا گزارش؛

ت- نام و آدرس مشتری، در جائی‌که مناسب باشد؛

ث- تشریح و شناسایی مورد[1] آزمون شده؛

ج- توصیف خصوصیات و شرایط مورد آزمون؛

چ- تاریخ دریافت مورد آزمون و تاریخ(های) آزمون، در جائی‌که مناسب باشد؛

ح- معرفی روش مورد استفاده در آزمون؛

خ- ارجاع به روش اجرایی نمونه‌برداری، در مکان مربوطه؛

د- هرگونه انحرافات از، اضافات به یا محرومیت‌ها از، روش آزمون و هر اطلاعات دیگری که مربوط به آزمونی خاص باشد؛

ذ- اندازه‌گیری‌ها، آزمون‌ها و نتایج به دست آمده به همراه جدول‌ها، نمودارها، طرح‌ها و عکس‌ها در جای مناسب و هرگونه خرابی مشاهده شده؛

ر- اظهارنامه‌ای از عدم قطعیت نتایج آزمون (در جای مناسب)؛

ز- امضا و عنوان، یا شناسه معادل فرد (افراد) که مسئولیت محتویات گواهی‌نامه یا گزارش و تاریخ صدور را پذیرفته‌اند؛

ط- در جائی‌که مربوط باشد، شرح اثری که نتایج را فقط مرتبط با موردهای مورد آزمون می‌کند؛

ظ- بیانیه‌ای با این مضمون که گواهی‌نامه یا گزارش نباید مجددا چاپ شود، مگر به‌طور کامل و بدون مجوز کتبی آزمایشگاه .

نسخه‌ای از این گزارش باید به منظور ارجاعات آینده، توسط تولیدکننده نگهداری شود.

1-Item

۶ تعاریف و طبقه‌بندی ردیاب

۶-۱ کلیات

ردیاب‌های خورشیدی وسایل مکانیکی هستند که برای ردیابی یا دنبال‌کردن روزانه خورشید در آسمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. گرچه ردیاب‌های خورشیدی را می‌توان برای اهداف بسیاری مورد استفاده قرار داد، دامنه کاربرد این استاندارد متمرکز بر روی ردیاب‌های خورشیدی در کاربردهای فتوولتائیک است. در کاربردهای فتوولتائیک، هدف اصلی ردیاب افزایش دریافت تابندگی خورشیدی قابل حصول به‌منظور تبدیل آن به الکتریسیته است. ردیاب‌های فتوولتائیک را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: ردیاب‌های فتوولتائیک استاندارد و ردیاب‌های متمرکزکننده فتوولتائیک(CPV). هر کدام از این ردیاب‌ها را می‌توان توسط تعداد و جهت‌یابی محورها، معماری تحریک و نوع درایو، کاربرد موردنظر، نگه‌دارنده‌های عمودی و نوع پی آنها دسته-بندی نمود.

۶-۲ انواع محموله[1]

۶-۲-۱ ردیاب‌های استاندارد مدول فتوولتائیک(pv)

۶-۲-۱-۱ کاربردها

ردیاب‌های استاندارد فتوولتائیک برای به حداقل رساندن زاویه برخورد نور دریافتی و مدول فتوولتائیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این امر موجب افزایش مقدار انرژی تولید شده نسبت به مقدار ظرفیت تولید توان در حالت ثابت خواهد شد.

۶-۲-۱-۲ نوع قابل قبول نور

مدول‌های فتوولتائیک هر دو نوع نور مستقیم و پراکنده را از تمام جهات دریافت می‌کنند. این به این معنی است که سامانه‌های به کارگیرنده ردیاب‌های استاندارد فتوولتائیک، حتی زمانی‌که مستقیما به سمت خورشید نباشند انرژی تولید می‌کنند. ردیابی در سامانه‌های استاندارد فتوولتائیک به منظور افزایش مقدار انرژی تولید شده توسط مولفه مستقیم نور ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۲-۱-۳ الزامات درستی

در سامانه‌های استاندارد فتوولتائیک، انرژی ایجاد شده توسط پرتو مستقیم، متناسب با کسینوس زاویه بین نور ورودی و مدول، افت می‌کند. بنابراین، ردیاب‌هایی که دارای درستی □۵± می‌باشند می‌توانند ٪ ۹۹٫۶

[1] -Payload

انرژی تامین شده توسط پرتو مستقیم را ارائه دهند. در نتیجه، معمولا ردیابی با درستی بالا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۶-۲-۲ ردیاب‌های متمرکزکننده مدول فتوولتائیک (CPV)

۶-۲-۲-۱ کاربردها

ردیاب‌های متمرکزکننده فتوولتائیک به منظور فعال‌سازی ادوات نوری مورد استفاده در سامانه‌های CPV به کار گرفته می‌شوند. این ردیاب‌ها معمولا عناصر نوری CPV را با پرتو مستقیم خورشید با درجه درستی بالاتر از ردیاب‌های استاندارد فتوولتائیک، هم‌راستا می‌کنند.

۶-۲-۲-۲ نوع قابل قبول نور

تابش‌های خورشیدی مستقیم، بر خلاف تابش‌های خورشیدی پراکنده، منبع اصلی انرژی برای مدول‌های CPV محسوب می‌شوند. ادوات نوری به‌طور خاص با هدف متمرکزکردن تابش‌های مستقیم بر روی سلول-های فتوولتائیک طراحی شده‌اند. اگر این تمرکز حفظ نشود، خروجی توان به میزان قابل ملاحظه‌ای افت می‌کند.

اگر مدول CPV در یک جهت متمرکز باشد، ردیابی تک محور مورد نیاز خواهد بود. اگر مدول CPV در دو جهت متمرکز باشد، آنگاه ردیابی دو محور مورد نیاز است.

۶-۲-۲-۳ الزامات درستی

در مدول‌های متمرکزکننده، الزامات درستی ردیابی، معمولا مربوط به تولید انرژی از طریق زاویه پذیرش مدول هستند. وقتی خطای اشاره‌گر به خورشید کمتر از زاویه پذیرش باشد، مدول‌ها معمولا ٪ ۹۰ یا بیشتر از توان خروجی نامی را منتقل خواهند نمود.

۶-۳ محورهای گردان

۶-۳-۱ کلیات

ردیاب‌های فتوولتائیک را می‌توان بواسطه تعداد محورها و جهت‌یابی محور اولیه دسته‌بندی نمود.

۶-۳-۲ ردیاب‌های تک‌محور

۶-۳-۲-۱ کلیات

ردیاب‌های تک محور دارای یک درجه آزادی هستند که به عنوان محور گردش عمل می‌کند.

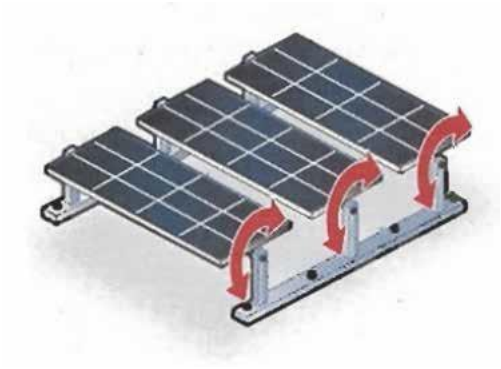
۶-۳-۲-۲ بکارگیری ردیاب تک محور

۶-۳-۲-۲-۱ کلیات

چندین روش رایج بکارگیری ردیاب‌های تک‌محور وجود دارد. این روش‌ها شامل ردیاب‌های تک‌محور افقی، ردیاب‌های تک‌محور عمودی و ردیاب‌های تک‌محور مایل می‌باشد.

۶-۳-۲-۲-۲ ردیاب‌های تک محور افقی [1](HSAT)

محور گردش ردیاب تک محور افقی، نسبت به زمین افقی است.



۶-۳-۲-۲-۳ ردیاب تک محور عمودی [2](VSAT)

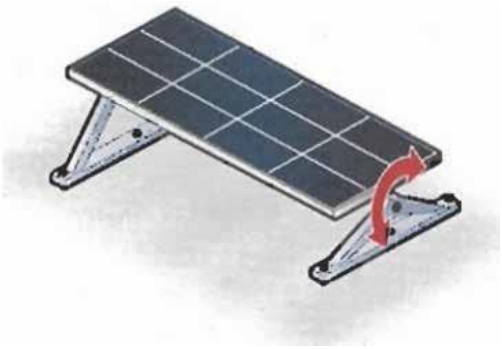
محور گردش ردیاب‌های تک محور عمودی، نسبت به زمین عمودی است. این ردیاب‌ها در طول روز از شرق به غرب در گردش هستند.

[1] - Horizontal single-axis tracker
[2] - Vertical single-axis tracker

۶-۳-۲-۲-۳ ردیاب تک محور مایل [1](ISAT)

تمامی ردیاب‌هایی که دارای محور گردش بین افقی و عمودی هستند به عنوان ردیاب‌های تک محور مایل در نظر گرفته می‌شوند. زاویه‌های تمایل ردیاب، اغلب به منظور کاهش پروفایل وزش باد و مقدار ارتفاع از سطح زمین برای انتهای بالایی، محدود می‌شوند.

ردیاب تک محور قطبی مایل [2](PISAT) نوع خاصی از ردیاب‌های تک محور مایل است. در این نوع خاص، زاویه تمایل برابر با عرض جغرافیایی تاسیسات است. این مساله محور گردش ردیاب را با محور گردش زمین هم راستا می‌کند.



۶-۳-۲-۳ جهت‌یابی- جهت اصلی

محور گردش ردیاب‌های تک‌محور معمولا در امتداد نصف النهار شمالی واقعی قرار گرفته است. این امکان وجود دارد تا آنها را با استفاده از الگوریتم‌های ردیابی پیشرفته همواره در جهت اصلی همسو نمود.

۶-۳-۲-۴ جهت‌یابی مدول با توجه به محور دوار

در زمان مدل سازی عملکرد، جهت یابی مدول با توجه به محور ردیاب مهم است.

ردیاب‌های تک محور افقی و مایل معمولا سطح مدول را به موازات محور گردش متمایل می‌کنند. همان‌طور که مدولی در حال ردیابی است، به‌طور متقارن استوانه‌ای را که اطراف محور دوار در حال گردش بوده دنبال می‌کند.

ردیاب‌های تک‌محور قائم معمولا سطح مدول را در زاویه‌ای با توجه به محور گردش قرار می‌دهند. همان‌طور که مدولی عمل ردیابی را انجام می‌دهد، مخروطی را که به‌صورت دوار نسبت به محور گردش، متقارن بوده روبش [3]می‌کند.

---

[1] - Inclined single-axis tracker
[2] - polar-inclined single-axis tracker
1-Sweep

۶-۳-۳ ردیاب‌های دو محور

۶-۳-۳-۱ کلیات

ردیاب‌های دومحور دارای دو درجه آزادی می‌باشند که به‌عنوان محورهای گردش عمل می‌کنند. این محورها معمولا نسبت به یکدیگر قائم هستند. محوری که نسبت به زمین در وضعیت ثابتی قرار دارد را می‌توان به عنوان محور اولیه در نظر گرفت. محوری که به محور اولیه اشاره می‌کند را می‌توان به عنوان محور ثانویه در نظر گرفت.

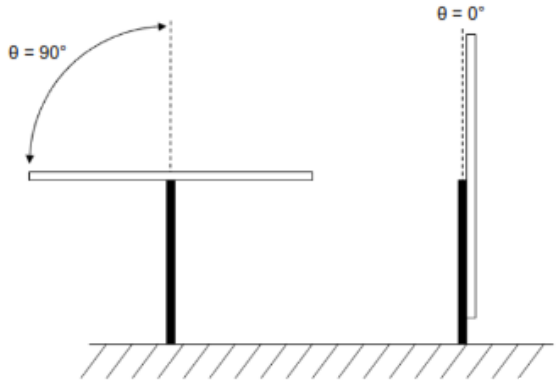
۶-۳-۳-۲ پیاده سازی ردیاب دو محور

۶-۳-۳-۲-۱ کلیات

چندین روش معمول برای بکارگیری ردیاب‌های دو محور وجود دارد. آنها با استفاده از جهت‌یابی محورهای اولیه‌شان نسبت به زمین دسته‌بندی می‌شوند. روش معمول برای بکارگیری، یک ردیاب ابتدایی دو-محور عمودی [1](VPDAT) (سمت-ارتفاع[2] نیز نامیده می‌شود) است.

قراردادی برای زاویه سمت، «زوایای شرقِ شمال» است (برای مثال، ° ۰ سمت اشاره شمال و ۹۰° سمت اشاره به شرق می‌باشد).

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، قراردادی برای زاویه ارتفاع، «زوایای بالاتر از سطح افق» است. زاویه اوج[3]، متمم زاویه ارتفاع است (ارتفاع - ۹۰° = اوج).



یادآوری- θ = زاویه ارتفاع= ۰° (۹۰°= زاویه اوج) تنها زمانی اتفاق می‌افتد که یک بردار قائم در راستای مدول به سمت افق اشاره کند. زاویه ارتفاع = ۹۰° (۰°= زاویه اوج) زمانی رخ می‌دهد که مدول رو به آسمان باشد.

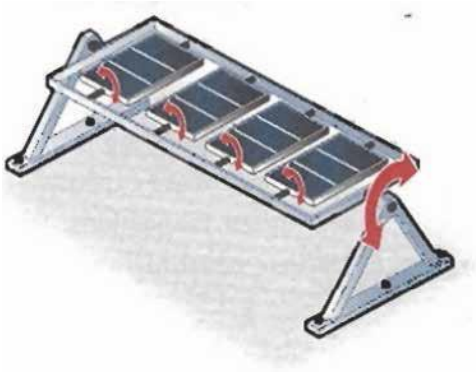
شکل ۱- قرارداد زاویه ارتفاع

[1] - vertical primary dual-axis tracker
[2]- Azimuth-elevation
3-Zenith

فرض می‌شود قراردادهای نشان داده شده در بالا، آنهایی باشند که برای توصیف زاویه‌ها به کار می‌روند، اما قراردادی متفاوت را می‌توان مادامی که توصیف شود مورد استفاده قرار داد. برای مثال، گستره حرکت ردیابی را می‌توان به صورت «سمت از □۲۰+ تا □۳۴۰+» یا به صورت جایگزین، «سمت □۱۶۰± از جنوب» توصیف نمود.

۶-۳-۳-۲-۲ ردیاب دو محور افقی اصلی

ردیاب دو محور افقی اصلی [1](HPDAT)، محور اولیه خود را نسب به زمین، افقی نگه می‌دارد. بنابراین محور ثانویه معمولا نسبت به محور اولیه، قائم است.



۶-۳-۳-۲-۳ ردیاب دو محور عمودی اصلی

ردیاب دو محور عمودی اصلی [2](VPDAT)، محور اولیه خود را نسبت به زمین، عمودی نگه می‌دارد. بنابراین محور ثانویه معمولا نسبت به محور اولیه، قائم است.

[1] -Horizontal primary dual-axis tracker
[2] - Vertical primary dual-axis tracker

۶-۳-۳-۲-۴ ردیاب دو محور مایل اصلی

ردیاب دو محور مایل اصلی (IPDAT)[1]، محور اولیه خود را بین حالت افقی و عمودی نگه می‌دارد. بنابراین محور ثانویه معمولا نسبت به محور اولیه، قائم است.

۶-۳-۳-۳ جهت یابی- جهت اصلی

محورهای گردش ردیاب‌های دو محور افقی اصلی معمولا در امتداد نصف النهار شمالی واقعی یا در امتداد عرض جغرافیایی شرق- غرب واقع شده‌اند. این امکان وجود دارد که با استفاده از الگوریتم‌های ردیابی پیشرفته آنها را در هر جهت اصلی همسو نمود.

۶-۳-۳-۴ جهت‌یابی مدول با توجه به محورهای دوار

در زمان مدل‌سازی عملکرد، جهت‌یابی مدول با توجه به محور ردیاب، مهم است. ردیاب‌های دو محور معمولا دارای مدول‌هایی هستند که به موازات محور ثانویه گردش، مایل شده‌اند.

۶-۴ به‌کاراندازی و کنترل

۶-۴-۱ معماری

۶-۴-۱-۱ کلیات

دو معماری به‌کاراندازی و کنترل متداول وجود دارد: به‌کاراندازی توزیع‌شده و به‌کاراندازی گروهی. این معماری‌ها با روش‌های بسیاری پیاده‌سازی می‌شوند.

۶-۴-۱-۲ به‌کاراندازی توزیع شده

در یک معماری به‌کاراندازی توزیع شده، هر ردیاب و هر محور گردش به طور مستقل به کارافتاده و کنترل می‌شوند.

۶-۴-۱-۳ به‌کاراندازی گروهی

در یک معماری به‌کاراندازی گروهی، چرخش بسیاری از محورها، به طور همزمان با یک سامانه به کار می‌افتند. این معماری می‌تواند به صورت چندین محور بر روی ردیابی منفرد یا چندین ردیاب به‌طور آرایه‌ای اعمال شود.

[1] - Inclined primary dual-axis tracker

۶-۴-۲ قطار درایو[1]

قطار درایو شامل تمامی اجزای سامانه ردیاب است که حرکت مکانیکی را به واسط محموله، شامل تمامی محورهای گردش، منتقل می‌کنند. معمولا این اجزا شامل دنده‌ها، موتورها، محرک‌ها، تلمبه‌ها ، انتقال و ارتباطات هیدرولیک/پنوماتیک خواهد بود. قطار درایو شامل کنترل‌های الکترونیکی یا واسط محموله نمی-شود.

۶-۴-۳ انواع درایو

۶-۴-۳-۱ کلیات

سه نوع درایو با ردیاب‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۴-۳-۲ درایو الکتریکی

سامانه‌های درایو الکتریکی به منظور ایجاد حرکت دورانی، انرژی الکتریکی را به موتورهای AC، موتورهای DC جاروبک‌دار یا موتورهای DC بدون جاروبک منتقل می‌کنند. این موتورها معمولا با جعبه‌دنده‌هایی که سرعت دورانی را به ازای گشتاور اضافی کاهش می‌دهند، مرتبط هستند. مرحله پایانی جعبه دنده یا اهرم انتقال یا دوار یا حرکت خطی که برای راه‌اندازی محور ردیاب و افزایش سفتی محور مورد استفاده قرار می-گیرد، تحویل می‌دهد.

۶-۴-۳-۳ درایو هیدرولیک

سامانه درایوهای هیدرولیک از پمپ‌ها برای تولید فشار هیدرولیک استفاده می‌کنند. فشار هیدرولیک از طریق شیرها (مانند شیرهای تناسبی یا روشن/خاموش)، لوله‌ها، شلنگ‌ها به یک موتور یا سیلندر هیدرولیک منتقل می‌شود. موتور و سیلندر هیدرولیک نیروی لازم برای حرکت چرخشی یا خطی را جهت راه اندازی محور ردیاب، تنظیم می‌کنند.

۶-۴-۳-۴ درایوغیرفعال[2]

سامانه‌های درایوغیرفعال از فشار تفاضلی سیال برای راه‌اندازی محور ردیاب استفاده می‌کنند. اختلاف فشار توسط گرادیان حرارتی ناشی از تفاضل سایه به وجود می‌آید. ردیاب به منظور برقراری موازنه در اختلاف فشار به حرکت در می‌آید.

---

[1] - Drive train

2- Passive

۶-۴-۴ گشتاور قطار درایو

۶-۴-۴-۱ گشتاور عملیاتی

گشتاور بهره‌برداری، بیشینه گشتاوری است که می‌توان از طریق وزش باد یا دیگر نیروها در حین حرکت فعالانه قطار درایو (می‌تواند ردیابی خورشید یا حرکت به سوی موقعیت پناهگیری یا دیگر موقعیت‌ها باشد)، به ردیاب اعمال نمود. گشتاور عملیاتی می‌تواند برای هر کدام از محورهای گردش، متفاوت باشد.

۶-۴-۴-۲ گشتاور بازدارنده

گشتاور بازدارنده، بیشینه گشتاوری‌ست که می‌توان به یک ردیاب، زمانی که قطار درایو در وضعیت ثابتی قرار دارد، اعمال نمود. انتظار می‌رود ردیاب تحت این گشتاور نه حرکت کند و نه از جای خود بلغزد. گشتاور بازدارنده می‌تواند برای هر کدام از محورهای گردش، متفاوت باشد. اگر محوری طوری طراحی شده باشد که در وضعیت خاصی، آزادانه حرکت کند، گشتاور بازدارنده در مورد آن به کار نمی‌رود.

۶-۴-۴-۳ گشتاور مخرب

گشتاور مخرب، سطحی از گشتاور است که عدول از آن موجب شکستگی یا تخریب دائمی اجزای ردیاب می‌شود. گشتاور مخرب می‌تواند برای هر کدام از محورهای گردش، متفاوت باشد.

۶-۵ انواع کنترل ردیاب

۶-۵-۱ کنترل غیرفعال

ردیاب غیرفعال خورشیدی معمولا متکی به عوامل محیطی برای تولید تغییر در چگالی سیال بوده، که نیروهای داخلی‌ای ناشی از آن می‌تواند عملکرد مکانیکی مورد نیاز برای جانمایی محموله را فراهم کند.

۶-۵-۲ کنترل فعال[1]

۶-۵-۲-۱ کلیات

ردیاب فعال خورشیدی از توان تامین‌شده برای به کاراندازی مدارها و محرک‌ها (موتورها، هیدرولیک‌ها و سایر اجزاء) به منظور جانمایی محموله استفاده می‌نماید.

[1]-Active

۶-۵-۲-۲ کنترل حلقه- باز

کنترل حلقه- باز فعال ردیاب روشی است که از سنجش مستقیم مکان خورشید توان مدول به عنوان بازخورد استفاده نمی‌کند. به جای آن، از محاسبات ریاضی مکان خورشید (بر مبنای زمان روز، تاریخ، مکان و غیره) برای تعیین این که ردیاب به کجا بهتر است اشاره کند و محرک‌ها را به کار اندازد، استفاده می‌کند.

توجه داشته باشید که کنترل حلقه-باز در این متن به آن معنا نیست که خود محرک‌ها بازخورد را فراهم نمی‌کنند؛ محرک‌ها می‌توانند سروو موتورهایی[1] به همراه انکدر باشند و خود می‌توانند از طریق کنترل‌کننده حلقه- بسته‌ای کنترل شوند.

عبارت «حلقه- باز» در زمینه کنترل ردیاب اشاره به الگوریتم کنترلی دارد که هیچ بازخورد مستقیمی بر خطای واقعیِ ردیابی ندارد.

۶-۵-۲-۳ کنترل حلقه- بسته

روش کاربردی ردیابی است که از برخی انواع بازخورد (مانند حس‌گر نوری مکان خورشید یا خروجی توان مدول) برای تعیین چگونگی بکارگیری راه‌اندازها و جانمایی محموله، بهره می‌برد.

۶-۵-۲-۴ کنترل ترکیبی

روش کاربردی ردیابی است که محاسبات ریاضی مکان خورشید (کد نجومی حلقه-باز) را با نوعی از داده‌های حسگر مورد استفاده در بازخورد حلقه-بسته ترکیب می‌کند. روش‌های مختلف بسیاری برای کنترل ترکیبی وجود دارد.

۶-۵-۳ عقب‌گرد

«عقب‌گرد» به گونه‌ای جانمایی خارج از نور خورشیدِ ردیاب‌ها اطلاق می‌شود، که معمولا برای کاهش سایه-گذاری ناشی از ردیاب‌های مجاور در تاسیسات فضا-بسته در صبح زود و انتهای غروب که خورشد در پایین افق قرار دارد استفاده می‌شود.

یک روش برای اجتناب از سایه‌گذاری می‌تواند شامل حرکت دادن تمامی ردیاب‌ها به میدانی با زاویه ارتفاعی کمی بالاتر باشد. رویکرد دیگر این است که برای هر ردیف دیگر غیرفعال بماند و در ارتفاع ۹۰^{o} (رو به آسمان) قرار داد تا به سایر ردیف‌ها خط دید واضحی از خورشید، بدون سایه‌گذاری بدهد. این روش در طراحی‌هایی که دسترسی به سطح زمین کافی برای فاصله‌گذاری مناسب به منظور اجتناب از سایه‌گذاری در صبح زود و انتهای غروب ندارند، مفید است. عقب‌گرد معمولا در مورد CPV قابل اجرا نیست.

1- Servo Motor

۶-۶ مشخصه‌های ساختاری

۶-۶-۱ نگه‌دارنده‌های عمودی

۶-۶-۱-۱ کلیات

نگه‌دارنده‌های عمودی بار سازه را به پی منتقل می‌کنند. دو نوع متداول نگه‌دارنده‌های عمودی موجود است.

۶-۶-۱-۲ ردیاب‌های نصب شده ستونی(دیرکی)

ردیاب نصب شده بر روی ستون، بار را از طریق یک یا تعداد بیشتری ستون به پی منتقل می‌کند. این ستون‌ها متصل به یک یا تعدادی پی می‌شود.

تمامی انواع ردیاب‌ها (تک محور و دو محور) را می‌توان بر روی ستون‌ها نصب کرد.

۶-۶-۱-۳ ردیاب‌های نصب شده بر روی نقاله دوار

ردیاب نصب شده‌ای بر روی نقاله دوار، بار را از طریق حلقه‌ای به پی منتقل می‌کند. این حلقه به پی متصل بوده یا در چندین نقطه با آن تماس دارد.

ردیاب‌های نصب شده بر روی نقاله دوار معمولا دارای یک محور اولیه عمودی هستند.

۶-۶-۲ انواع پی

۶-۶-۲-۱ کلیات

بار قرار گرفته بر روی سازه ردیاب باید توسط پی آن نگه داشته شود. ردیاب‌ها می‌توانند بر روی سقف‌ها، زمین/ خاک، آب نصب شوند و در معرض مکان خاص بارگذاری قرار خواهند گرفت. در نتیجه، انواع بسیاری از پی‌ها به همراه ردیاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع پی مورد استفاده به مشخصات ویژه محل و قوانین محلی بستگی خواهد داشت.

انواع پی اغلب با توجه به این که آنها را در سطح محل نصب فرو می‌کنند یا خیر، دسته‌بندی می‌کنند.

۶-۶-۲-۲ پی‌های نفوذپذیر

۶-۶-۲-۲-۱ پی‌های توده‌ای

پی‌های توده‌ای (همچنین با نام پی‌های عمیق شناخته می‌شوند) انواع گسترده‌ای دارند. این انواع شامل شمع بتنی، شمع کوبیده و شمع سوراخ‌دار می‌باشد، اما تنها به این انواع محدود نمی‌گردند.

پی‌های توده‌ای در کاربردهای نصب بر روی زمین و نصب بر روی آب متداول هستند. قطر حفره‌ها، عمق، ترکیبات بتن، الزامات میلگرد، نوع ریسمان، دیگر مشخصات، همه با توجه به شرایط محلی مکان تعیین می‌شوند.

۶-۶-۲-۳ پی‌های غیرنفوذپذیر

۶-۶-۲-۳-۱ پی‌های ماسه‌ای

پی‌های ماسه‌ای (همچنین با نام پی‌های سطحی شناخته می‌شوند) انواع گسترده‌ای دارند. پی‌های ماسه‌ای در کاربردهای نصب بر روی زمین و نصب بر روی سقف مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح تماس با سطح، جرم کل، نوع مواد اولیه، الزامات میلگرد و دیگر مشخصات، همه با توجه به شرایط محلی مکان تعیین می‌شوند.

۶-۶-۳ موقعیت‌های ردیاب

۶-۶-۳-۱ پناهگیری[1]

موقعیت پناهگیری موقعیتی است که در آن ردیاب تا زمانی که شرایط آب و هوایی مضر (برای مثال وزش باد زیاد یا برف سنگین) وجود داشته یا مورد انتظار است، حرکت می‌کند تا از بارهایی که ممکن است موجب ایجاد آسیب به ردیاب یا محموله شود اجتناب کند. تمام ردیاب‌ها دارای موقعیت پناهگیری نیستند، مکان آن بسته به طراحی ردیاب، متفاوت خواهد بود. ممکن است که ردیاب دارای چندین موقعیت پناهگیری باشد.

۶-۶-۳-۲ تعمیر و نگهداری

موقعیت تعمیر و نگهداری موقعیتی است که ردیاب برای عملیاتی مانند نظافت، نصب مدول و خدمت رسانی به آنجا برده می‌شود. این مکان می‌تواند همان موقعیت پناهگیری یا موقعیتی متفاوت باشد، چندین موقعیت تعمیر و نگهداری می‌تواند وجود داشته باشد. تمام ردیاب‌ها دارای موقعیت تعمیر و نگهداری نیستند. با قرار گرفتن در این موقعیت، باید یک قفل ایمنی مانع از حرکت‌های ناگهانی ردیاب شود که بدون تعامل اپراتور رخ می‌دهند. این قفل ایمنی را مادام که برای آزاد شدن نیاز به واسط کاربری دارد، می‌توان با استفاده از روش‌های مختلفی ایجاد نمود.

---

[1]- Stow

۶-۶-۳-۳ گستره حرکت

گستره حرکت توسط بیشینه حرکت ردیاب در هر جهت و در هر محور تعریف می‌شود. برای مثال، محور اولیه ممکن است دارای گستره حرکتی □۱۳۵± از جنوب واقعی [یا در چهارچوب‌های مرجع تعریف شده در بالا، □۴۵+ تا □۳۱۵+ سمت (شرقِ شمال)] باشد. محور ثانویه از نوع ارتفاع می‌تواند دارای گستره حرکت از ° ۰ تا ° ۹۰ باشد.

گستره حرکتی مشخص شده در الزامات جدول ۱ باید مورد آزمون قرار گرفته و مستندسازی شود.

توجه داشته باشید که گستره حرکتی تنها توسط محدودیت‌های مکانیکی تعریف نمی‌شود: حضور لیمیت سوئیچ الکترونیکی یا تنظیمات نرم افزاری ممکن است برای محدودیت‌های بیشتر گستره حرکتی بنا به دلایلی مانند ایمنی یا کاهش سایه‌گذاری مورد استفاده قرار گیرد.

اگر ردیاب شامل کنترل‌کننده نیز باشد، گستره حرکت باید به بیشینه گستره حرکتی ارجاع شود که می‌توان توسط ترکیب سخت‌افزار و نرم‌افزار فرمان داد.

۶-۶-۴ زمان پناهگیری

زمان پناهگیری، مدت زمان لازم برای حرکت ردیاب با محموله استاندارد از دورترین مکان نسبت به موقعیت پناهگیری به‌سوی آن است. اگر چندین موقعیت پناهگیری وجود داشته باشد، زمان پناهگیری به مدت زمان لازم برای حرکت به سوی موقیت پناهگیری که در دورترین حد از گستره ردیابی در آفتاب قرار دارد اطلاق می‌شود. موقعیت پناهگیری باید گزارش شود.

۶-۷ مصرف انرژی

۶-۷-۱ مصرف روزانه انرژی

مصرف روزانه انرژی ردیاب به عنوان مقدار انرژی برحسب kWh برای انجام ردیابی کامل h ۲۴ (از آغاز تا توقف در سرعت ردیابی نوعی و بازگشت به آغاز با هر سرعت استاندارد برای آن ردیاب) با حمل بار استاندارد تعریف می‌شود. مصرف انرژی، احتمالا بر مبنای بارگذاری وزش باد و همچنین پوشش ابر و دیگر شرایط آب و هوایی تغییر خواهد کرد. مصرف انرژی نیز بر مبنای زمان سال تغییر خواهد کرد.

۶-۷-۲ مصرف انرژی پناهگیری

مصرف انرژی پناهگیری ردیاب به میزان انرژی برحسب kWh گفته می‌شود که برای حرکت ردیاب از دورترین مکان از موقعیت پناهگیری به سوی آن مورد نیاز است.

۶-۸ واسط‌ها و عناصر بیرونی

۶-۸-۱ پی

پی، سازه نگه‌دارنده‌ای است که به صورت نامی و با توجه به نوع زمین، ثابت شده است و معادل نماد مکانیکی «زمین» می‌باشد.

۶-۸-۲ واسط‌های پی

واسط پی، ردیاب را به زمین یا سقف متصل می‌کند. طراحی ردیاب امکان بیشینه انحراف بین ردیاب و پی را برای عملکردِ صحیح می‌دهد.

۶-۸-۳ محموله

محموله، که معمولا آرایه‌ای از مدول‌های فتوولتائیک یا CPV ترکیب‌شده با برخی سازه‌های نصب شده است، شیء حرکت داده شده توسط ردیاب است (اما شامل خود ردیاب نیست). ردیاب باید بیشینه و کمینه وزن محموله حمل‌شده و همین‌طور هرگونه محدودیت را در مورد توزیع وزن و مرکز جرم تعیین کند. مساحت سطح محموله، حاصل ضرب طول مبنا در عرض مدول ضرب در تعداد مدول‌های نصب شده بر روی ردیاب، در نظر گرفته می‌شود. برای مثال، توجه کنید که این مساحت، مساحت سطح واقعی آرایه‌ای از مدول‌ها که دارای لنزهای محدب یا مقعر هستند، نخواهد بود.

آزمون درستی (به زیربند ۷-۴-۶ مراجعه شود) با استفاده از محموله نصب‌شده، همچنین آرایه‌ی از مدول-های واقعی یا آرایه‌ای از وزن‌هایی که جرم، توزیع جرم و مقاومت وزش باد این مدول‌ها را شبیه‌سازی می-کنند، انجام خواهد شد.

۶-۸-۴ واسط محموله

واسط محموله، مرز بین محموله و ردیاب خواهد بود. تعریف آن با روش وابستگی بین محموله و ردیاب و روش (روش‌های) انتقال بار بین محموله و ردیاب صورت می‌گیرد.

۶-۸-۵ واسط مکانیکی محموله

مقررات مدیریت سیم‌کشی‌ها در سراسر واسط‌های دوار به عنوان موضوع واسط مکانیکی، نه الکتریکی، در نظر گرفته می‌شوند.

۶-۸-۶ واسط الکتریکی محموله

واسط الکتریکی محموله شامل هرگونه ارتباط الکتریکی بین ردیاب و محموله می‌شود. عموما، سیگنال‌های الکتریکی از درون ردیاب‌ها عبور داده نمی‌شوند (به جز در حالت کاملاً مکانیکی). گرچه، برای برخی

طرح‌های کنترل ردیاب، رفتار(های) الکتریکی محموله، مانند جریان خروجی مدول فتوولتائیک یا توان خروجی مدول، به عنوان بازخورد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۸-۷ واسط زمین کردن

واسط زمین شامل اتصالات مربوطه برای زمین‌کردن، در زمان وقوع خطا و برای محافظت از تخلیه الکترواستاتیک (ESD) است.

۶-۸-۸ آماده‌سازی نصب

۶-۸-۸-۱ کلیات

کار لازم تأسیسات، شامل نفر-ساعت‌های لازم برای نصب ردیاب است. این مساله باید شامل تجهیزات تخصصی مورد نیاز برای نصب ردیاب نیز باشد.

۶-۸-۸-۲ گستره تأسیسات عرض جغرافیایی

این امر گستره عرض جغرافیایی را بین 0° و 90° تعیین می‌کند که طراحی ردیاب با آن تطبیق دارد. اگر نرم افزار کنترل ردیاب تنها برای عملیات در نیم‌کره‌ای طراحی شده باشد، باید بیان شود.

۶-۸-۹ واسط کنترل

۶-۸-۹-۱ واسط انسانی/ دستی

دستورالعمل برای اپراتوری که ممکن است به منظور کنترل برخی کاربردها، در محل نصب ردیاب حضور فیزیکی دارد. این مساله می‌تواند شامل کلیدها یا شستی‌هایی برای کنترل موتورها یا هر شستی توقف اضطراری برای توقف حرکت باشد. هر طراحی ردیاب ممکن است سطوح مختلفی از واسط‌های دستی را ارائه کند.

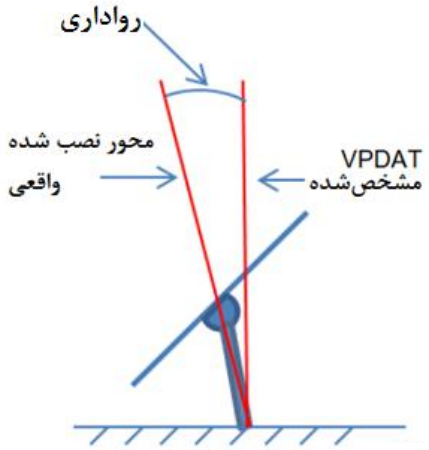
۶-۸-۹-۲ واسط از راه دور

یک واسط از راه دور می‌تواند شامل مخابراتِ با سیم یا بی سیم و انواع پروتکل‌های مخابراتی و واسط کاربری باشد. برای مثال می‌توان به واسط از راه دور بر مبنای وب اشاره نمود.

۶-۹ رواداری[1] داخلی

۶-۹-۱ رواداری محور اولیه

رواداری محور اولیه مجموع خطای قابل قبول تأسیسات بین بردار تعیین‌شده محور اولیه (برای مثال عمودی، افقی، مایل در طول جغرافیایی مکان مورد نظر) و بردار محور اولیه بر روی تاسیسات نهایی است. این رواداری را می‌توان با میلی رادیان یا درجه نشان داد (به شکل ۲ مراجعه شود).



شکل۲- تصویر رواداری محور اولیه برای VPDAT

رواداری را می‌توان به عنوان روشی برای نشان دادن این امر که محور اولیه با چه دقت باید نصب شود، مورد استفاده قرار داد. برای مثال، ممکن است تولیدکننده ردیاب تعیین کند که مادامی که محور اولیه ردیاب در 1° موقعیت نامی نصب شده باشد، ردیاب در مشخصات خود عمل خواهد نمود.

۶-۹-۲ رواداری محور ثانویه

رواداری محور ثانویه به‌عنوان خطای قابل پذیرش (در یکای میلی رادیان یا درجه) بین بردار محور ثانویه تعیین شده و بردار محور نصب شده‌ای که نقش این محور را دارد، است.

۶-۹-۳ عقب‌گرد

عقب‌گرد، توسط حرکت آزاد در سامانه درایو ردیاب تعریف می‌شود. عقب‌گرد، نسبت به هر محور حرکتی ردیاب موردنظر، مشخص‌شده و مشخص‌کننده پوشش کامل حرکت آزادانه، بر حسب درجه برای هر محور است. عقب‌گرد می‌تواند به دلیل فاصله بین دندانه‌های متصل به هم، حرکت در پین یا دیگر مفاصل مکانیکی،

1- Tolerance

قابلیت ارتجاعی سیال هیدرولیک، یا دیگر سازوکارهای مختص سامانه رخ دهد و ممکن است تحت وزش بادهای شدید، خود را به شکل قابل توجه‌تری آشکار کنند.

۶-۹-۴ سفتی

سفتی، با تغییر شکل قسمت خاص زیر بار نسبت معکوس دارد. سفتی ردیاب را می‌توان توسط نصب ردیاب بر روی زمین یا بر روی واحد خاکی با عکس‌العمل کامل که فرض می‌شود دارای سفتی بی‌نهایت باشد (یعنی صفحه فلزی بزرگ بر روی سطح بتنی) مشخص نمود؛ بازوی اهرمی منطبق بر هر کدام از محورها قرار می‌گیرد تا توسط حرکت ناشی از نیروی بیرونی مورد آزمون قرار گیرد. سفتی، توسط سامانه محرک دنده، چهارچوب و مدول‌های متصل به آن، پایه ستون پی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بسیاری از ردیاب‌ها طوری طراحی شده‌اند تا با گستره وسیعی از مدول‌ها سازگار باشند؛ بنابراین، اندازه‌گیری سفتی، مستقل از محموله مدول، دارای ارزش است. توصیه می‌شود که هر محور، برای تعیین سفتی کل سامانه، به‌طور مستقل مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۱۰ عناصر سامانه ردیاب

۶-۱۰-۱ سازه مکانیکی

سازه مکانیکی، نگه‌دارنده مدول‌های فتوولتائیک یا مجموعه است. این سازه استحکام و سفتی لازم را برای بقا شرایط قرار گرفتن در معرض قابل ردیابی مربوط به پی، فراهم می‌کند.

۶-۱۰-۲ کنترل‌کننده ردیاب

کنترل‌کننده ردیاب شامل تمامی قطعات الکترونیکی کنترل مانند ریزپردازنده‌ها، محرک‌های موتور، منبع/ ترانسفورماتور قدرت و ارتباطات مخابراتی است و معمولا شامل حس‌گرهای موضعی، مانند انکدرها[1] یا لیمیت سوئیچ‌ها نمی‌شود.

۶-۱۰-۳ حس‌گرها

حس‌گرها شامل مواردی که امکان کنترل حلقه-بسته (حس‌گر موقعیت خورشید، خروجی توان مدول) و نیز آنهایی که امکان مکان‌یابی دقیق قطار درایو را به ما می‌دهند (مانند انکدرها، شیب‌سنج‌ها) بوده، همین‌طور شامل مواردی می‌شود که داده‌های اضافی آب و هوا (مانند دما، سرعت و جهت لنگر وزش باد) را برای کنترل یا پایش سامانه ارائه می‌کنند.

---

[1]- Encoders

۶-۱۱ واژگان مربوط به قابلیت اطمینان

۶-۱۱-۱ کلیات

خرابی: وضعیتی است که ردیاب نتواند نیاز ردیابی را در طی استفاده روزانه برآورده کند.

خرابی بحرانی: هر وضعیتی از ردیاب که موجب نگرانی ایمنی یا خسارت عمده در سامانه ردیاب یا پی شود.

تاخیر تعمیر و نگهداری: مدت زمانی که طی آن، ردیاب به دلیل انتظار برای قطعات یا پرسنل خدماتی، در حال کار نباشد.

تاخیر امکانات: مدت زمانی که طی آن، ردیاب به دلیل عدم وجود برق ، آب، یا دیگر موارد تسهیلاتی، در حال کار نباشد.

از کار افتادگی کلی: تاخیر تعمیر و نگهداری + تاخیر امکانات + مدت زمان تعمیر.

زمان کار ردیاب: مدت زمانی‌که ردیاب در حال کار است.

زمان تعمیر: مدت زمانی‌که از لحظه حضور قطعات و افراد بر روی سایت برای تعمیر تجهیزات توسط پرسنل خدماتی صرف می‌شود.

درصد زمان کار ردیاب= [زمان کل – (تاخیر تعمیر و نگهداری+ تاخیر امکانات)] /زمان کار ردیاب ×100

۶-۱۱-۲ متوسط مدت زمان بین خرابی‌ها (MTBF [1])

MTBF به عنوان تعداد متوسط ساعت‌هایی شناخته می‌شود که طی آن، ردیاب بدون خرابی نیازمندِ تعمیر و نگهداری، کار می‌کند. آن را می‌توان توسط داده‌های سالیانه ایجاد نمود و باید با تجزیه و تحلیلی آماری محدود شود. توصیه می‌شود هر مولفه ردیاب دارای داده‌های MTBF کاملا مشخص باشد. اگرچه، ترکیب این داده‌ها در سامانه‌ی متریک آماری باید توسط برنامه متوسط‌گیری کننده، که ردیاب را به‌عنوان سامانه‌ای از مولفه‌ها نشان می‌دهد، انجام شود. مستندسازی ردیاب باید استراتژی MTBF را توسط این متوسط‌گیری بیان کند.

برآورد MTBF = (تعداد خرابی‌های ردیاب که طی زمان فعالیت رخ می‌دهد/ زمان کار ردیاب)

۶-۱۱-۳ متوسط مدت زمان بین خرابی‌های بحرانی (MTBCF [2])

MTBCF به عنوان تعداد متوسط ساعاتی شناخته می‌شود که ردیاب، بدون خرابی‌ای که خطر ایمنی داشته باشد یا مواردی که موجب بروز آسیب عمده در سامانه ردیابی یا پی شود، کار می‌کند. آن ممکن است از

1-Mean time between failures
2-Mean time between critical failures

داده‌های سالیانه ایجاد شود و باید با تجزیه و تحلیل آماری محدود شود. توصیه می‌شود هر مولفه ردیاب دارای داده‌های MTBF کاملا مشخص باشد. اگرچه، ترکیب این داده‌ها در سامانه متریک آماری باید توسط برنامه‌ای میان‌گیری کننده، که ردیاب را به عنوان سامانه‌ای از مولفه‌ها نشان می‌دهد، انجام شود. مستندسازی ردیاب باید استراتژی MTBCF را توسط این متوسط‌گیری بیان کند.

مقدار تقریبی MTBCF = (تعداد خرابی‌های بحرانی ردیاب که طی زمان فعالیت رخ می‌دهد/ زمان کار ردیاب)

۶-۱۱-۴ متوسط مدت زمان تعمیر (MTTR[1])

MTTR مدت زمانی است که به طور متوسط طول می‌کشد تا قطعه‌ای از ردیاب خورشیدی خارج شده، تعمیر گردد و مجددا نصب شود، یا خارج شده و قطعه جدیدی در جای آن نصب شود. می‌توان آن را توسط داده‌های سالیانه ایجاد نمود و باید با تحلیلی آماری همراه باشد. توصیه می‌شود هر مولفه ردیاب دارای داده-های MTTR شفاف باشد.

MTTR تقریبی= (تعداد خرابی‌های مربوط به ردیاب/ مدت زمان کل برای تعمیر خرابی‌های مربوط به ردیاب)

۶-۱۲ شرایط محیطی

۶-۱۲-۱ گستره دمای عملیاتی

این گستره، دمایی را که طراحی در حین برآوردن سایر مشخصات محصول، مانند درستی، در آن کار می‌کند را محدود می‌نماید.

۶-۱۲-۲ گستره دمای بقا

این گستره، دماها را درون محدوده‌ای که طرح را بتوان بدون آسیب نصب نمود قرار می‌دهد، گرچه ممکن است بدون بسط یافتن سایر مشخصات محصول را در بر بگیرد، مثلا ممکن است درستی یا سرعت کاهش یابد.

۶-۱۲-۳ سرعت وزش باد

سرعت‌های وزش باد گزارش شده توسط تولیدکننده در برگه مشخصات، باید مربوط به ارتفاع ۱۰ m از سطح زمین و چگالی هوای ۱٫۲۲۵ kg/m^3 باشد.

3-Mean time to repair

با توجه به اندازه‌گیری‌های سرعت وزش باد مربوط به آزمون‌های خاص موجود در این استاندارد، دو گزینه، توضیح داده شده در زیر، برای اندازه‌گیری سرعت وزش باد، مجاز هستند. بدون در نظر گرفتن گزینه انتخاب شده، داده‌های مربوط به سرعت وزش باد باید در سرعت متوسط در ده دقیقه، با گام افزایشی ۱ min، در ارتفاع ۱۰ m گزارش شوند. سرعت‌های وزش باد اندازه‌گیری شده در ارتفاع آزمون ردیاب، باید با استفاده از فرمول (۱) به مقادیر موجود در ارتفاع ۱۰ متری تبدیل شوند. V_{test} سرعت وزش باد (با یکای m/s) در ارتفاع h، V_{10} سرعت وزش باد در ارتفاع ۱۰ متری است. برای ارتفاع‌های کمتر از ۴٫۶ متر، مقدار h در ۴٫۶ ثابت نگه داشته می‌شود.

$$V_{test} = V_{10}(\frac{h}{10})^{0,15} \qquad h > 4,6 \qquad (۱)$$

در گزینه ۱، سرعت وزش باد باید در ارتفاع ۱۰ متری بدون وجود مانعی بلندتر از ۳٫۳ متر طی شعاع ۲۰۰ متری وسایل اندازه گیری وزش باد، سنجیده شود. ردیاب باید در فاصله ۴۰۰ متری وسایل اندازه‌گیری سرعت وزش باد قرار داده شود و بین ردیاب و وسایل اندازه‌گیری هیچ مانعی که موجب ایجاد یا نشان دادن شرایط وزش باد مجزا در هر منطقه شود، نباید وجود داشته باشد. برای ردیاب‌هایی با بیشینه ارتفاع نزدیک یا بالاتر از ۱۰ متر، محاسبات/مستندسازی باید تایید کند که ردیاب به‌گونه‌ای قرار گرفته است که به دنبال آشفتگی آن تاثیری بیش از ۱۰٪ بر اندازه‌گیری سرعت وزش باد نخواهد گذاشت. این مقدار را می‌توان با فرض این که سرعت وزش باد پس از طی مسافتی ۲۵ برابر بیشینه ارتفاع ردیاب به حداقل ٪۹۰مقدار اصلی خود برمی‌گردد، محاسبه نمود. برای کسب اطمینان از این امر که اندازه سرعت وزش باد در ارتفاع ۱۰ متری در مکان ردیاب، درست است، هیچ مانعی که باعث کاهش بیشتر از ٪۱۰سرعت وزش باد در مکان ردیاب شود، نباید در اطراف ردیاب وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، هیچ شیءای نباید در فاصله معادل ۲۵ برابر ارتفاع آن وجود داشته باشد. در مطالعات، از اشیایی با ارتفاع کمتر از ۱٫۳ ارتفاع متوسط محموله ردیاب (معمولا محور ارتفاع) و اشیایی با عرض افقی کمتر از ۱۶ cm (تیرکی که برای حسگر وزش باد استفاده شده) صرف نظر می‌شود.

در گزینه ۲، سرعت و جهت وزش باد باید در ارتفاعی حدود ۱٫۵ متری ارتفاع متوسط محموله ردیاب اندازه-گیری شود. حسگرهای وزش باد باید در سمت بادگیر ردیاب در فاصله افقی بیشتر از $R/\tan 15^{\circ}$ از مرکز ردیاب قرار گیرند (که در اینجا R شعاع صفحه ردیابی سمت یا معادل آن است). نه بین حسگرهای وزش باد و ردیاب و نه در اطراف، نباید هیچ‌گونه مانعی وجود داشته باشد که نشان دهد ردیاب دریافت‌کننده سرعت-هایی است که بیشتر از ۱۰٪ با مقادیر حسگر وزش باد تفاوت دارند. داده‌ها نباید برای محاسبات درستی ردیابی برای جهت‌های وزش باد که به اندازه □(۱۸۰±۲۰) با جهت غالب (یعنی جهت‌هایی که موجب قرار گرفتن حسگر در «دنبال آشفتگی» ردیاب می‌شوند)، تفاوت دارند، مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های مربوط به سرعت وزش باد باید به مقادیری در ارتفاع ۱۰ متر، تغییر یابند.

۶-۱۲-۴ بیشینه وزش باد در حین عملیات

بیشینه سرعت وزش باد در ارتفاع ۱۰ متری که ردیاب می‌تواند در حین ادامه ردیابی خورشید یا در حرکت در سایر جهت‌های دلخواه، تاب بیاورد. پیشنهاد می‌شود که این درجه‌بندی شرایطی را که در آنها این سنجش وزش باد قابل اجرا است، مشخص کند. (هیچ جزئیاتی برای چنین شرایطی فهرست نشده‌اند، چرا که استاندارد سازی این شرایط با توجه به کشور، تغییر می‌کند. برای مثال، ممکن است در اروپا این مقادیر تحت عنوان

« شیب زمین A» و «شرایط سطحی B» فهرست‌بندی شوند، در حالی که این مقادیر در ایالات متحده آمریکا به عنوان «زبری سطح B» و « طبقه آشکار B» فهرست‌بندی گردند.)

۶-۱۲-۵ بیشینه وزش باد درحین پناهگیری

بیشینه سرعت وزش باد در ارتفاع ۱۰ متری که در آن ردیاب می‌تواند در حین قرار گرفتن در موقعیت پناهگیری، مقاومت کند.

۶-۱۲-۶ بار برف

مقدار بیشینه بار برف ردیاب باید برحسب kg/m^2 سنجیده شود. این مقدار بارگذاری برف باید به علاوه بیشینه محموله اسمی باشد (به زیربند ۶-۸-۳ مراجعه شود). این استاندارد اشاره‌ای به ترکیب بارگذاری برف و وزش باد نمی‌کند.

۷ توصیف خصوصیات درستی ردیاب

۷-۱ بررسی اجمالی

این بند تمایزی واضح بین خطای لحظه‌ای اشاره و درستی ردیابی گزارش شده برقرار می‌کند. روش‌هایی برای اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر، شرح داده شده و توضیحی در زمینه چگونگی پردازش داده‌ها به منظور گزارش آماری درستی ردیابی، داده شده است. توصیف درستی ردیابی برای ردیاب‌های تک محور، به عنوان امری اختیاری در نظر گرفته می‌شود. اگر ردیاب تک محوری ملزم به توصیف درستی ردیابی باشد، تولیدکننده باید این اجازه را داشته باشد طرحی اصلاح شده را که برای محور منفرد، مناسب است، به آزمایشگاه آزمون ارائه کند. طرح اصلاح شده باید در گزارش آزمون ثبت گردد.

۷-۲ خطای اشاره‌گر (لحظه‌ای)

خطای اشاره‌گر ردیاب خورشیدی، زاویه بین بردار اشاره مدول (در بسیاری از موارد، این بردار، بردار عادی نسبت به سطح مدول است) و بردار اشاره خورشید است (به شکل ۳ مراجعه شود). توجه داشته باشید که خطای اشاره‌گر، دقیقاً درستی زیر-سامانه‌ای (مانند جعبه‌دنده، الگوریتم یا کنترل‌کننده) نبوده، بلکه مجموع

خطاهای تمامی زیر-سامانه‌ها است، که برابر با تفاوت واقعی زاویه بین نقطه‌ای که ردیاب به آن اشاره می‌کند و جایی است که خورشید در آن لحظه از زمان در آن قرار دارد.

شکل۳- تصویر کلی خطای اشاره‌گر

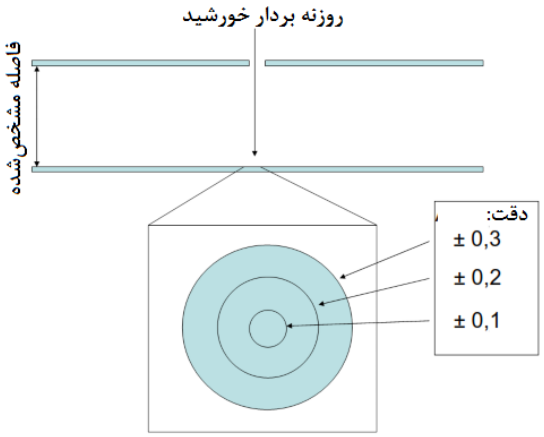
۳-۷ اندازه‌گیری

۱-۳-۷ بررسی اجمالی

خطای اشاره‌گر باید مستقیماً اندازه‌گیری شود (به‌صورت نظری از طریق مدل ردیابی یا با استفاده از مقادیر گزارش شده توسط کنترل‌کننده ردیاب نباید محاسبه شود). خطای اشاره‌گر توسط حس‌گری که به روی ردیاب در همان صفحه مربوط به مدول‌های خورشیدی نصب شده و موقعیت نسبی خورشید را می‌سنجد، اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر مربوط به کل سامانه ردیاب، شامل اجزای مکانیکی و سامانه کنترل الکترونیکی، می‌شود. اگر هر کدام از اجزا، به عنوان بخشی از تکرار طراحی، تغییر یافته باشد و این جزء، پتانسیل معقولی برای تاثیرگذاری بر اندازه‌های درستی ردیابی داشته باشد، سپس خطای اشاره‌گر باید دوباره اندازه‌گیری شده و اندازه‌های درستی ردیابی باید مجددا گزارش شوند.

۲-۳-۷ مثالی از روش تجربی اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر

درستی تجربی ردیابی، روشی برای تعیین «خطای اشاره‌گر» واقعی یک ردیاب طی زمانی مشخص است. اندازه‌گیری‌های تجربی درستی ردیابی را می‌توان با استفاده از دو صفحه صاف موازی که فاصله مشخصی از یکدیگر دارند به دست آورد که یکی دارای سوراخ سوزنی در خود است تا مکان خورشید را در فرمتی قابل اندازه‌گیری تخمین بزند(به شکل ۴ مراجعه شود).



یادآوری- شکل، نشان دهنده دو صفحه صاف موازی است که در فاصله‌ای مشخص از یکدیگر قرار گرفته‌اند، یکی از آنها دارای سوراخ سوزنی شکلی در خود است تا نور خورشید را به روی دوایری با قطر مشخص ردیابی نموده و در نهایت حلقه‌های درستی ۰٫۱ °، ۰٫۲ °و ۰٫۳ ° (و در صورت لزوم، بیشتر از این مقدار) را اندازه‌گیری کند.

شکل۴- مثالی از روش تجربی اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر

سامانه سوراخ سوزنی، تنها مثالی از روش نمایش خطای ردیابی به روی صفحه ردیاب است؛ ادوات نوری یا دیگر روش‌ها نیز به همان میزان ماندگار[1] هستند. تصویر پیش‌بینی شده خورشید را ممکن است با استفاده از صفحه حساس به نور، آرایه‌ای از دیودهای نوری، حسگری تصویر یا دیگر حسگرهای مناسب، ثبت و تحلیل نمود. معمولا، وسایلی که خطای اشاره‌گر را اندازه‌گیری می‌کند، خطا را در دو محور ((خطای سمت)± و (خطای ارتفاع)±) تولید می‌کند. خطای اشاره‌گر واقعی، همیشه مثبت بوده و بردار برآیند خطا در دو محور است.

جایگزین دیگر، اندازه‌گیری جریان تولید شده توسط پرتو مستقیم خورشید روی ردیاب‌های جدا از هم است. زمانی‌که مقدار خطای اشاره‌گر صفر است، هر کدام از ردیاب‌ها بهتر است تابندگی برابر دریافت کرده و بنابراین جریان‌های برابر تولید کنند. زمانی‌که مقدار خطای اشاره‌گر صفر نباشد، یک یا بقیه حسگرها جریان بیشتری تولید خواهند کرد. ضریب کالیبراسیون[2] و محاسبه ساده، جریان‌های اندازه‌گیری شده را به خطای اشاره تبدیل می‌کند.

۳-۳-۷ کالیبراسیون ابزار اندازه‌گیری خطای اشاره گر

وسایل استفاده شده برای اندازه‌گیری خطای اشاره‌گر (دیود نوری، دوربین یا دیگر حس‌گرها) باید به‌طور جداگانه و تا درستی حداقل سه برابر درستی ردیابی‌ای که برای اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، کالیبره شود. برای مثال، اگر خطای اشاره‌گر ردیابی، ۰٫۰۶ ° گزارش شود، آنگاه وسایل اندازه‌گیری باید تا

1- viable
2- Calibration

درستیی برابر با $^{\circ}$ ۰٫۰۲یا بهتر، کالیبره و بازبینی شود. درستی مورد نیاز، تنها برای میدان دید لازم برای ردیاب تحت آزمون، قابل استفاده است. برای مثال، یک صفحه نمایش درستی ردیابی شاید دارای میدان دید کامل □۳± باشد. این نمایشگر می‌تواند دارای درستی □۰٫۰۲± برای میدان دید □۱± باشد، اما برای میدان دید □۳± کامل، درستی برابر با □۰٫۰۶± داشته باشد. زمانی که از یک آزمون خاص در میدان دید □۱± استفاده می‌کند، درستی □۰٫۰۲± قابل اجراست.

کالیبراسیون باید با استفاده از نور خورشید یا زیر یک منبع نور مصنوعی با شدت کمینه W/m^2 ۱۰۰ و مقدار تعدیل[1] $^{\circ}$ ۱ یا کمتر انجام شود.

طی فرآیند کالیبراسیون، «درستی» باید در حداقل ده مکان مختلف خورشید (در گستره‌ای از مرکز تا گوشه میدان دید حس‌گر) مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۴ محاسبه درستی ردیاب

۷-۴-۱ بررسی اجمالی

- داده‌ها را با استفاده از حس‌گر خطای اشاره‌گر و روش اندازه‌گیری (مانند آنچه در قسمت‌های قبلی شرح داده شد) در بیش از کمینه پنج روز اندازه‌گیری کنید.
- داده‌ها را بر مبنای آستانه سرعت m/s ۴ به گروه وزش بادهای سریع و کُند تقسیم‌بندی کنید.
- داده‌ها را پالایش کنید (برای مثال، ممکن است لازم باشد داده‌های جمع‌آوری شده طی شرایط تابندگی کم را حذف کنید؛ به زیربند ۷-۴-۴ مراجعه شود).
- آمار و ارقام را در مورد هر گروه از داده‌ها محاسبه نموده و درستی ردیابی را گزارش کنید.

۷-۴-۲ جمع‌آوری داده‌ها

۷-۴-۲-۱ راه اندازی ردیاب

توصیه می‌شود ردیاب با توجه به توصیه‌های تولیدکننده نصب شود.

بیشینه محموله اسمی باید به منظور آزمون درستی، با جرم در واحد سطح و مرکز جرم مکان منطبق بر کاربرد نهایی طی ٪ ۲۰±، به روی ردیاب نصب شود.

وزن محموله، مرکز جرم، تعداد واحدها و هرگونه فاصله هوایی بین واحدها بهتر است در نتایج آزمون، ثبت شده و تصویری از نصب آزمایشی باید داخل اسناد قرار داده شود.

1- Collimation

۷-۴-۲-۲ نصب حس‌گر

حس‌گر خطای اشاره‌گر باید در مکان تقریبی بیشینه انحراف صفحه ردیابی (معمولا، گوشه یا لبه صفحه ردیابی) نصب شود.

حس‌گر خطای اشاره‌گر ثانویه نیز باید در مرکز صفحه ردیابی یا نقطه کمینه انحراف، نصب شود.

روش اجرایی ذیل باید برای هم‌تراز کردن حس‌گرهای گفته شده دنبال شود. با در اختیار داشتن حس‌گرهای نصب شده و ردیاب در حال دنبال‌کردن خورشید، خروجی سمت و ارتفاع حسگرها را مشاهده کنید. طی یک ساعت ظهر خورشیدی، هم‌ترازی حس‌گرها را به طور دقیق و به نحوی تنظیم کنید که خروجی‌های سمت و ارتفاع چیزی بیشتر از $^{\circ}$ ۰٫۰۵ از صفر نبوده و حسگرها نیز بیشتر از $^{\circ}$ ۰٫۰۵ با یکدیگر فاصله نداشته باشند (برای مثال، یک نمایشگر می‌تواند خروجی سمت برابر □۰٫۰۳-را نشان دهد، در حالی‌که دیگری □۰٫۰۲+ است). معمولا، هم ترازی ناخالص حس‌گرها بر مبنای هم‌ترازی لکه روی خورشید یا سایه‌ای به دست می‌آید، اما تنظیم دقیق باید هنگام پایش بر خروجی الکتریکی سمت و ارتفاع صورت پذیرد. برای دستیابی به هم-ترازی بسیار دقیق معمولا لازم است تا هر حس‌گر با استفاده از پیکربندی قابل‌تنظیم فنر بارگذاری شده سه نقطه‌ای (یا دو نقطه‌ای، در صورتی که اندازه‌گیری سمت و ارتفاع در وسایلی جداگانه انجام شود) به روی ردیاب نصب شود. اگر تنظیمات مکانیکی امکان توانایی دستیابی به هم ترازی $^{\circ}$ ۰٫۰۵ از صفر را فراهم نمی-کند، آنگاه مقادیر تعدیل را می‌توان از طریق سامانه اکتساب داده یا اصلاح مقدار تعدیل کل داده‌ها، اعمال نمود. مقادیر تعدیل باید در شروع آزمون تعیین شوند و هرگونه جابجایی اضافی بین دو حس‌گر باید به عنوان خطای اشاره واقعی در نظر گرفته شود. داده‌های مربوط به پانزده دقیقه آسمان صاف پس از اتمام رویه هم-ترازی، باید برای تعیین مقدار تعدیل قابل اعمال به هر حس‌گر، برای باقی مانده دوره‌های جمع‌آوری داده، مورد استفاده قرار گیرد. min ۱۵ داده‌های دو حس‌گر باید به روی نمودار یکسان، ترسیم و در گزارش آزمون ارائه شود. مقادیر تعدیل باید مستندسازی شوند. دوره هم‌ترازی حوالی ظهر خورشیدی تعیین می‌شود، به-گونه‌ای که، تصدیق شده است که بردار اشاره هر نمایشگر می‌تواند به طور جداگانه همزمان با خمش ردیاب طی روز یا هفته تغییر کند. با هم‌تراز کردن حس‌گرها نزدیک ظهر خورشیدی، آمار درستی ردیابی به زمانی از روز ارجاع داده می‌شود که بالاترین تابندگی معمول مستقیم (DNI)[1] در دسترس باشد.

۷-۴-۲-۳ پارامترهای ثبت داده

داده‌های ثبت شده باید شامل موارد ذیل باشد:

- $\sqrt{\text{Azimuth}_{\text{error}}^2+\text{Elevation}_{\text{error}}^2}$ = خطای اشاره‌گر ردیاب. عبارت غیر مرتبط با سمت یا ارتفاع باید برای ردیاب‌های تک محور استفاده شود؛

1- Direct Normal Irradiance

- تابندگی معمول مستقیم (DNI)؛
- تابندگی معمول سراسری [1](GNI)؛
- سرعت وزش باد؛
- تاریخ و زمان.

خطای اشاره‌گر ردیاب بهتر است در گام‌های افزایشی آنی ۱ دقیقه‌ای ثبت شود.

توصیه می‌شود اندازه‌های تابندگی در گام‌های افزایشی متوسط ۱ دقیقه‌ای ثبت شود.

داده‌های سرعت وزش باد بهتر است در گام‌های افزایشی یک دقیقه‌ای برای سرعت متوسط ۱۰ دقیقه‌ای در ارتفاع ۱۰ متری گزارش شود. زمین اندازه‌گیری وزش باد و مکان ردیاب باید دارای شیب کمتر از ٪ ۳ باشند.

داده‌ها باید برای حداقل پنج روز با کمینه DNI برابر با $2400\ \mathrm{Wh/m^2}$ در هر روز ثبت شوند (برای مثال، حداقل شش ساعت از یک DNI با مقدار $400\ \mathrm{W/m^2}$ یا بیشتر).

تاریخ و مکان آزمون برای تسهیل امر ارزیابی کفایت جمع‌آوری داده‌ها، بالاخص با توجه به گستره حرکت، باید گزارش شود.

۷-۴-۳ گروه‌بندی داده‌ها بر مبنای سرعت وزش باد

داده‌ها باید به دو گروه وزش باد کُند (در صورتی‌که سرعت وزش آن برابر یا کمتر از آستانه وزش باد 4m/s باشد) و وزش باد تند (با سرعت بالاتر از 4 m/s) جداسازی شوند.

این دو گروه، سازشی را برای به حداقل رساندن طول مدت آزمون، پیچیدگی و هزینه آن نشان می‌دهد. ممکن است تولیدکننده بخواهد آمار درستی ردیابی را نیز برای طبقه‌بندی اضافی سرعت وزش باد گزارش کرده و رابطه مربوط به جهت وزش باد را نیز در آن بگنجاند.

۷-۴-۴ پالایش داده‌ها

۷-۴-۴-۱ کلیات

تمام پالایش‌های داده باید در گزارش آزمون درستی ردیابی ثبت شوند.

۷-۴-۴-۲ پالایش‌کردن داده‌ها برای گستره حرکت

اگر تولیدکننده ردیاب، بیشینه گستره‌ای برای حرکت مشخص کرده باشد، تمامی داده‌هایی را که طی زمان‌هایی رخ داده‌اند که خورشید خارج از گستره حرکت تعیین شده بود، حذف کنید.

1- Global normal irradiance

۷-۴-۴-۳ پالایش‌کردن داده‌ها برای کمینه تابندگی (اختیاری)

- زمانی که مقدار DNI کمتر از ۲۵۰ W/m^2 است تمامی داده‌های ثبت شده را حذف کنید.
- زمانی که نسبت DNI به GNI کمتر از ۰٫۲۵است تمامی داده‌های ثبت شده را حذف کنید.
- زمانی که ردیابی را برای کاربردهای غیر-تمرکزی[1] یا با تمرکزی پایین مشخص می‌کنید، انتخاب فیلتر انحراف ممکن است مناسب باشد.

۷-۴-۴-۴ سایر پالایش‌های داده‌ها

در صورت انجام هر گونه پالایش اضافی به روی داده‌ها، مورد باید به صورت خاص در گزارش ذکر شود.

مثال:

- «سه ساعت از داده‌ها به دلیل مشاهده سایه افکندن برگ به روی حس‌گر خورشید در طول آن، حذف گردید».
- «به دلیل بروز خرابی در سامانه ورود داده‌ها در یکی از روزهای اندازه‌گیری، داده‌ها به مدت ۲ ساعت ثبت نشدند».
- «به دلیل بروز مشکل مکانیکی طی مدت ۳۰ دقیقه در یکی از روزهای اندازه‌گیری، داده‌ها حذف شدند».

۷-۴-۵ کمیت داده‌ها

برای هر چهار گروه داده‌ها («وزش باد کم، کمینه اندازه‌گیری انحراف »، «وزش باد زیاد، بیشینه اندازه‌گیری انحراف » و غیره)، مطمئن شوید که تعداد کافی از نقاط داده وجود داشته باشد.

داده‌های به دست آمده از هر کدام از حس‌گرهای خطای اشاره گر باید معیارهای زیر را برآورده کند:

- حداقل ۳۶۰ نقطه داده پس از پالایش‌های گفته شده در بالا؛
- داده‌ها از حداقل پنج روز مجزا، با حداقل ۵۰ نقطه داده در هر روز؛
- تعداد نقاط در سرعت وزش باد زیاد (۱۸۰)؛
- حداقل ۵۰ نقطه داده قبل از ظهر و ۵۰ نقطه داده بعد از ظهر.

۷-۴-۶ محاسبات درستی

برای هر مجموعه‌ای از داده‌ها، دو مقدار زیر را محاسبه کنید:

درستی نوعی: مقدار میانه خطای اشاره‌گر در مجموعه داده‌های پالایش‌شده. تمامی مقادیر خطای اشاره‌گر، مقادیر مثبت خواهند بود ؛ بنابراین، «درستی نوعی» مقداری بزرگتر از صفر اما کوچک‌تر از نـود و پنجمـین درصد درستی خواهد بود.

---

[1]- Non-concentration

نود و پنجمین درصد درستی: مقدار نود و پنجمین درصد خطای اشاره‌گر در مجموعه داده‌های پالایش‌شده. به این دلیل، ٪ ۹۵ نقاط داده‌های اندازه‌گیری شده کمتر از این مقدار هستند.

به‌عنوان نکته‌ای احتیاط آمیز، نود و پنجمین درصد درستی به هیچ وجه متضمن این امر نیست که آمار درستی ردیابی از قوانین توزیع نرمال پیروی می‌کند. شکل ۱۷ نمودار ستونی از فرکانس خطای اشاره‌گر را در کل دوره آزمون نشان می‌دهد. در این مورد، واضح است که توزیع، نرمال نیست. برای این مجموعه داده، درستی نوعی حدود ° ۰٫۶۵، نود و پنجمین درصد درستی در حدود ° ۰٫۹۷ است.

این مقادیر محاسبه شده درستی را می‌توان در جدول ۲ نشان داد. سرعت‌های متوسط وزش باد برای گروه-های «وزش باد کند» و «وزش باد تند» باید به صورت نشان داده شده گزارش شود.

جدول۲ – الگوی گزارش تناوبی درستی ردیابی

	وزش باد کند*		**وزش باد تند ****	
	دقت نوعی	نود و پنجمین درصد دقت	دقت نوعی	نود و پنجمین درصد دقت
نقطه انحراف کمینه	۰٫۴	۰٫۸	۰٫۵	۱٫۰
نقطه انحراف بیشینه	۰٫۷	۱٫۲	۰٫۸	۱٫۴
* وزش باد کند = سرعت وزش باد < ۴ m/s (مقدار میانگین اندازه‌گیری شده =۲٫۶ m/s).				
** وزش باد تند = سرعت وزش باد > ۴ m/s (مقدار میانگین اندازه‌گیری شده = ۶٫۳ m/s).				

۸ روش‌های اجرایی آزمون ردیاب

۸-۱ بازرسی چشمی

۸-۱-۱ هدف

هدف از این آزمون، تشخیص هرگونه نقص‌های قابل مشاهده از سطح اجزا تا کل سازه ردیاب است. بازرسی چشمی قبل و بعد از تمامی دیگر آزمون‌ها، انجام شده و به‌منظور تشخیص و ثبت گستره وسیعی از مسایل ناشناخته که می‌تواند به دلیل آزمون‌های انجام شده، به وجود آمده باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد، مگر آن که در الزامات آزمون خاص، مشخص شده باشد که نقایص چشمی موجب بروز خرابی نمی‌شود.

۸-۱-۲ روش اجرایی

هر جزء و کل ردیاب را برای شرایط ذیل با درستی مورد بازرسی قرار دهید. تمامی نقایص یافته‌شده را به صورت نوشتاری و با عکس، ثبت کنید.

- قسمت‌های شکسته، ترک خورده، خم شده یا منحرف، سطوح بیرونی یا اجزای ساختاری.

- خوردگی‌های قابل مشاهده در اتصالات الکتریکی، اتصالات داخلی یا شینه‌های جریان.
- خوردگی‌های قابل مشاهده در رویه‌های محوطه.
- خوردگی قابل مشاهده در پیچ‌ها، مهره‌ها، واشرها.
- پیچ‌ها، پین‌ها، مهره‌ها یا واشرهای شل.
- سیم یا کابل ترک خورده، فرسوده، یا به هر نحو معیوب.
- پایانه‌های معیوب، یا در معرض قرار گرفتن قسمت‌های الکتریکی برقدار.
- هرگونه شرایط دیگر که بر کارکرد ، عملکرد یا ایمنی تأثیر بگذارد.

هرگونه شرایط چشمی را که طی دوره آزمون بدتر شده یا تغییر می‌کنند یادداشت کنید. پیچ‌ها، پین‌ها و مهره‌های شل باید طبق دستورالعمل نصب ارائه شده توسط تولیدکننده، محکم شوند.

۸-۱-۳ الزامات

برای گذراندن بازرسی چشمی اولیه، هیچ‌گونه نقصی که طبق فهرست زیر نشان دهنده موضوعات ایمنی بوده یا قابلیت‌های راه‌اندازی را تحت تاثیر قرار دهد، نباید وجود داشته باشد:

- تجمع آب به روی بخش‌های برقدار یا سیم‌پیچی‌ها که برای کار در حالت خیس طراحی نشده‌اند.
- پایانه‌های معیوب یا شل.
- قطعات الکتریکی برقدار یا هادی‌های حامل جریان قرار گرفته در معرض انرژی.
- ترک‌هایی که عملکرد ساختاری سالم را مختل نموده یا نشان‌دهنده خطر بالقوه برای افرادی‌ست که اطراف ردیاب، مشغول به‌کار هستند.

تمامی دیگر موضوعات بالقوه ایمنی باید در گزارش آزمون ثبت شوند، اما به‌عنوان زمینه خرابی در نظر گرفته نمی‌شوند.

۸-۲ آزمون‌های صحه‌گذاری کارکردی

۸-۲-۱ هدف

هدف از آزمون اعتبارسنجی کاربرد، کسب اطمینان از این امر است که ردیاب، مشخصات پایه‌ای طراحی را که توسط تولیدکننده در الگوی مشخصات تعیین شده است، برآورده می‌کند. اگرچه گستره وسیعی از آزمون‌های اعتبار سنجی کاربرد، شناخته شده اند، در صورت عدم اعلام برخی کاربردهای ردیاب مورد نظر که تحت آزمون است، آزمون‌های مربوط به آن‌ها مورد نیاز نیست. مگر آنکه به شکل دیگری مشخص شده

باشد، نتایج آزمون‌های کاربرد، بستگی به ترکیب اجزای مکانیکی و سامانه کنترل الکترونیکی دارد. اگر هر کدام از اجزای اشاره شده در بالا به‌عنوان بخشی از تکرار طراحی، تغییر کنند، آزمون‌های کاربرد نیز باید به منظور انطباق با این استاندارد، تکرار شوند.

۸-۲-۲ تصدیق حدود ردیابی

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. به ردیاب باید فرمان داده شود یا به طریق دیگری باید آنرا در محدوده‌های ردیابی برای انتهای هر کدام از محورهایش مورد استفاده قرار داد. قبولی/ردی این موضوع باید تایید شود که حرکت، به‌صورت خودکار در محدوده‌های مورد انتظار، متوقف‌شده و محدوده‌ها باید در یکای درجه، ثبت شوند.

۸-۲-۳ عملیات کلید محدودکننده(لیمیت سوئچ)

این آزمون تنها به روی سامانه‌هایی قابل اجراست که از کلید محدودکننده سخت، استفاده می‌کنند. ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. ردیاب باید طوری فراتر از هر حدود عادی ردیابی به کار گرفته شود که هر کلید محدودکننده سخت را به کار اندازد. تولیدکننده باید روش‌های مطلوب را برای برق‌دار کردن سامانه درایو، فراتر از حدود ردیابی عادی، مشخص نماید. باید بررسی شود که پس از تماس با هر کلید محدودکننده سخت، حرکت متوقف‌شده و همین‌طور مدار تامین توان سامانه درایو، قطع شده است. باید بررسی شود که هیچ خرابی در سامانه ردیاب رخ نداده است.

۸-۲-۴ ردیابی خودکار خورشید پس از قطع برق و سایه‌اندازی حس‌گر بازخورد

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. ردیاب باید در حالت خودکار خود بوده، باید تایید شود که خطای اشاره‌گر، کمتر از «نود و پنجمین درصد درستی وزش باد کُندِ» گزارش شده است. تمام توان باید برای کنترل کننده ردیاب و سامانه درایو آن (به جز در مورد باتری نگه‌دارنده دائمی توکار مربوط به تولیدکننده) باید برای دوره حداقل یک ساعته قطع شود. پس از گذشت یک ساعت، توان باید به سامانه ردیاب بازگردانده شود. باید تایید شود که ردیاب بدون دخالت انسان به ردیابی خورشید در «نود و پنجمین درصد درستی در وزش باد کندِ» گزارش شده ادامه خواهد داد. ردیاب مجبور نیست بلافاصله به موقعیت «در-آفتاب» بازگردد، اما می‌تواند فرآیند کالیبراسیون خودکار را طی کند. زمان سپری شده از بازگشت توان تا بازگشت به موقعیت «در-آفتاب» باید گزارش شود. این آزمون باید طی دو ساعت از ظهر خورشیدی انجام شود و از لحظه بازگرداندن توان تا زمانی که ردیاب در موقعیت «در-آفتاب» قرار می‌گیرد، خورشید باید به وضوح قابل مشاهده باشد.

اگر کنترل‌کننده ردیاب از حس‌گر موقعیت خورشیدی برای بازخورد فعال خود استفاده کند، آزمون بالا باید تکرار شود؛ اما به جای قطع توان، حس‌گر موقعیت خورشید باید به مدت ۱ h از نور خورشید محفوظ بماند. زمان سپری شده از لحظه حذف سایه اندازی تا بازگشت به ردیابی «در-آفتاب» باید گزارش شود. این آزمون

باید طی دو ساعت از ظهر خورشیدی انجام شود و از لحظه حذف سایه اندازی تا زمانی که ردیاب در موقعیت «در-آفتاب» قرار می‌گیرد، خورشید باید به وضوح قابل مشاهده باشد.

۸-۲-۵ بهره‌برداری دستی

این آزمون تنها شامل حال ردیاب‌هایی می‌شود که دارای حالت کارکرد دستی هستند. ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. کنترل دستی باید به منظور تایید این امر که کاربر می‌تواند هر دو محور را در هر دو جهت به کار برد، مورد آزمون قرار گیرد. همچنین باید تایید شود زمانی که ردیاب در حالت ردیابی خودکار خورشید قرار دارد، کنترل‌های دستی، کنترل خودکار را لغو می‌کنند.

۸-۲-۶ توقف اضطراری

این آزمون تنها شامل حال آن دسته از ردیاب‌ها می‌شود که دارای گزینه توقف اضطراری هستند. ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. این امر باید تصدیق شود که در صورت فعال شدن عملکرد توقف اضطراری، حرکت ردیاب طی ۱ s متوقف شده و مدار منبع توان سامانه درایو به‌صورت مکانیکی باز می‌شود. حرکت لرزشی ناشی از وزش باد یا دیگر نیروهای بیرونی، قابل پذیرش است.

۸-۲-۷ حالت تعمیر و نگهداری

این آزمون تنها شامل حال آن دسته از ردیاب‌ها می‌شود که دارای گزینه حالت تعمیر و نگهداری هستند. ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. حالت تعمیر و نگهداری باید بکار گرفته شده و موقعیت آن تایید شود. همچنین باید بررسی شود که مدار منبع توان سامانه درایو ردیاب در حالت تعمیر و نگهداری، باز شده است.

۸-۲-۸ گستره دمای بهره برداری

گستره دمای بهره‌برداری به دلیل هزینه‌ها و چالش‌های مرتبط با چنین آزمونی تحت شرایط فضای باز معتبر نخواهد بود. به جای آن، عملکرد قطار درایو و قطعات الکترونیکی کنترل باید در بیشینه و کمینه دمای بیان شده در جدول مشخصات تولیدکننده، تایید شوند. این آزمون مطابق با زیربند ۸-۵، آزمون محیطی شتاب، انجام خواهد شد. آزمون مطابق با زیربند ۸-۵ شامل محموله کامل، سازه نگهدارنده‌ی محموله یا دیگر فاکتورهای بارگذاری بیرونی نبوده و بنابراین تنها اعتباری معتبر برای گستره دمای عملیاتی به حساب می‌آید.

۸-۲-۹ پناهگیری در هنگام وزش باد

این آزمون تنها به روی ردیاب‌هایی قابل اجراست که شامل گزینه «پناهگیری در هنگام وزش باد» باشند. ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. یک حس‌گر وزش باد یا سیگنال مناسب، باید همان‌طور

که توسط تولیدکننده مشخص شده است، به سامانه کنترل ردیاب متصل شود. اگر از حس‌گر وزش باد استفاده می‌شود، می‌توان با استفاده از بادزن یا دیگر روش‌ها سرعت وزش باد را از سرعت فرایند پناهگیری فراتر برد. این امر باید تایید شود که هنگام تجاوز سرعت وزش باد مشخص شده از طریق حس‌گر وزش باد یا سیگنال ورودی، ردیاب به موقعیت پناهگیری حرکت می‌کند. درجه موقعیت‌های پناهگیری واقعی باید اندازه‌گیری و گزارش شوند.

۸-۳ آزمون‌های عملکرد

۸-۳-۱ هدف

هدف از آزمون عملکرد، بیان کمی انرژی مصرفی ردیاب در مدت زمان فرایند پناهگیری است. نتایج آزمون-های عملکرد، به ترکیب اجزای مکانیکی و سامانه کنترل الکترونیک بستگی دارد، مگر این‌که به طریق دیگری مشخص شده باشد. اگر هر کدام از اجزای اشاره شده در بالا همانند قسمتی از تکرار طراحی، تغییر کند، آزمون‌های عملکرد باید به منظور فهمیدن انطباق آن با این استاندارد، تکرار شوند.

۸-۳-۲ انرژی و توان اوج مصرفی روزانه

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. در رابطه با آزمون‌های درستی ردیابی که در بند ۷ شرح داده شد، مدار منبع توان به ردیاب باید به مبدل انرژی و توان تجهیز باشد (درستی باید ٪ ۱ یا بهتر باشد). اندازه‌های مصرف انرژی باید حداقل در هر min ۵ از کل زمان آزمون درستی ردیاب، ثبت شود. برای تشخیص اوج مصرف توان، اندازه توان باید در فرکانس Hz ۱یا سریع‌تر نمونه برداری شود.

اندازه‌گیری باید در دو گروه «ردیابی فعال» و «فاقدردیابی» دسته بندی شوند. سپس از اندازه‌های ثبت شده انرژی میانگین‌گیری می‌شود تا میزان مصرف متوسط انرژی در هر ساعت برای هر دو گروه ردیابی فعال و فاقد ردیابی تعیین شود. هر دوی این مقادیر در ۱۲ ضرب می‌شوند. سپس مصرف انرژی ۱۲ ساعته ردیابی فعال و فاقد ردیابی، گزارش خواهد شد.

اندازه‌های توان ثبت شده باید در دو گروه ردیابی فعال و فاقدردیابی دسته‌بندی شوند. برای هر دو گروه باید اوج موثر مصرف توان را تعیین نمود. در صورت استفاده از منبع تغذیه AC اوج مصرف توان ظاهری نیز در هر دو گروه باید گزارش شود.

سرعت متوسط وزش باد (به زیربند ۷-۴-۲-۳ مراجعه شود)، تاریخ‌های آزمون، عرض جغرافیایی باید به مقادیر گزارش شده مصرف انرژی و توان، ضمیمه شود.

۸-۳-۳ زمان پناهگیری و انرژی پناهگیری و توان مصرفی

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. ردیاب باید در دورترین موقعیت عملیاتی خود از موقعیت پناهگیری مشخص شده توسط تولیدکننده، قرار داده شود. مدار منبع تغذیه به ردیاب باید به مبدل مصرف انرژی مجهز شده باشد (درستی باید ٪ ۱یا بهتر باشد). سرعت وزش باد باید طی انجام آزمون اندازه‌گیری شود (به زیربند ۷-۴-۲-۳ مراجعه شود). ردیاب باید در همان لحظه‌ای که اندازه‌گیری زمان و مصرف انرژی و توان آغاز می‌شود، شروع به حرکت به سوی موقعیت پناهگیری نماید. زمان مورد نیاز و مصرف انرژی باید برای دوره حرکت به موقعیت پناهگیری، گزارش شود. همچنین اوج توان، در صورت امکان، اوج توان ظاهری باید ثبت شود.

سرعت متوسط وزش باد طی حرکت به موقعیت پناهگیری در ارتباط با زمان پناهگیری، مصرف انرژی پناهگیری و اوج مصرف توان، باید گزارش شود.

توصیه می‌شود زمانی‌که ردیاب تحت بار مربوط به وزش بادهای تند است، اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۸-۳-۳ تکرار شود. ردیاب‌ها اغلب به همراه باتری پشتیبان برق نصب می‌شوند تا اطمینان دهند که حتی در زمان قطع شبکه برق رسانی، می‌توان به وضعیت پناهگیری دست یافت. آزمودن زمان پناهگیری و مصرف انرژی پناهگیری بدون بار، برای تعیین مناسب بودن برآورد باتری نگه‌دارنده، کافی نیست. اگر اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۸-۳-۳ تحت بار تکرار شود، بارگذاری باید با استفاده از فرمول (۲) مطابق با زیربند ۸-۴-۴-۲ تعیین شود، که در آن چندین گزینه برای تعیین ضریب لنگر[1] بدون بُعد، C_M، ارائه شده‌اند. بیشینه گشتاور اعمالی به محور گردش مشخص باید با استفاده از ۱٫۱ برابر سرعت وزش بادی که موجب آغاز فرایند پناهگیری می‌شود، محاسبه شود. به دلیل گستره وسیع طراحی‌های ردیاب، تولیدکننده باید نحوه اعمال چنین بارگذاری‌ای را مشخص کند. احتمال این است که ردیاب از موقعیت عمودی به موقعیت افقی برود و در این حال، زمانی که ردیاب در موقعیت عمودی قرار دارد وزنه‌ها می‌توانند به انتهای پایین‌تر ردیاب متصل شوند. اگرچه که گشتاور با گردش محور تغییر می‌کند، این روش، راهی ساده و کم هزینه برای انجام بارگذاری است.

۸-۴ آزمون مکانیکی

۸-۴-۱ هدف

این زیربند اندازه‌گیری قابلیت تکرار سامانه درایو، انحراف تحت نیروهای اعمالی و لحظات، پس‌زدن، رانش مکانیکی را شرح داده و دلیلی برای قابلیت ردیاب در عملکرد یا بقا در وزش باد مشخص یا دیگر شرایط بارگذاری ارائه می‌کند. توجه داشته باشید که این اندازه‌گیری‌ها جدا از اندازه‌گیری درستی که در بالا به آن اشاره شد، هستند: اندازه گیری درستی، کل سامانه را در شرایط دنیای واقعی، شامل سازه، اجزای

[1]- Moment coefficient

الکترونیکی، الگوریتم‌ها، حس‌گرها توصیف می‌کند. آزمون‌های ذیل، جنبه‌های مکانیکی جدا شده از ردیاب را توصیف می‌کنند. به دلیل ماهیت منفرد برخی آزمون‌های مکانیکی، تمام تکرارهای طراحی نیاز به آزمون مجدد به منظور سازگاری با این استاندارد را ندارند. آزمون منحصر به فرد را مشاهده کنید تا معین شود که آیا نیاز به آزمون مجدد هست یا خیر.

۸-۴-۲ آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/ درایو

۸-۴-۲-۱ هدف

تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/ درایو، آزمونی اختیاری به جای آزمون درستی ردیابی پس از بارگذاری مکانیکی است. فرض می‌شود که این آزمون برای برخی کنترل کننده‌ها که از کنترل حلقه-بسته خالص استفاده می‌کنند، مناسب نباشد. هدف از این آزمون، سنجش قابلیت تکرار سامانه کنترل ردیاب و مکانیزم درایو با استفاده از جهت‌دار نمودن بردار ثابت در ارتباط با صفحه ردیابی در مکانی دلخواه است. تکرارپذیری پایدار اشاره‌گر قبل و بعد از آزمون بار، نشانه‌ای بر بقای ردیاب تحت آزمون مزبور ارائه می‌کند. اگر کنترل کننده ردیاب امکان جابجایی خود را به حداقل یک مکان فرمان داده شده مناسب فراهم نکند (برای مثال، بسیاری از کنترل کننده‌های حلقه-بسته دارای این گزینه نیستند)، غیر از موقعیت‌های حدی، آنگاه محاسبات درستی ردیابی باید مطابق با زیربند ۷-۴ قبل و بعد از آزمون بار مکانیکی، به جای آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر انجام شود. آزمون درستی ردیابی پس از بارگذاری مکانیکی را می‌توان به آرایه بیشینه نقطه انحراف و شرایط وزش باد کُند، محدود کرد. آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر به آزمون درستی ردیابی ترجیح داده می‌شود (برای تایید بقا تحت بارگذاری مکانیکی) چرا که زمان به مراتب کمتری برای اجرای آن صرف شده و وابسته به قابلیت دسترسی به خورشید، نیست. به این دلایل، فرض می‌شود که انجام تکرارپذیری اشاره‌گر، ارزان‌تر بوده و ممکن است از علایق تولیدکننده باشد که گزینه‌ای را در نرم‌افزار کنترل کننده خود برای اشاره یا توقف ردیاب در مکانی مناسب، قرار دهد. تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/درایو بستگی به ترکیب اجزای مکانیکی، سامانه کنترل و الکترونیک دارد. اگر هر کدام از مولفه‌های بالا به عنوان بخشی از باز-طراحی، تغییر نمایند و تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/درایو برای آن انتخاب شود، آنگاه به منظور سنجش انطباق آن با این استاندارد، باید آنرا تکرار نمود.

۸-۴-۲-۲ روش اجرایی

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. لیزر یا دیگر وسایلی مناسب در فاصله ۱٫۵ متری از مرکز صفحه ردیاب نصب خواهد شد. لیزر را می‌توان در هر جهت متناسب با صفحه ردیاب که برای مکان یابی به هدف، مناسب باشد، چرخاند. باید به ردیاب فرمان داد به موقعیتی که برای آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر استفاده می‌شود، حرکت کند. برای پرتو لیزر باید هدفی را در فاصله‌ای از لیزر به نحوی نصب نمود که بتوان خطای درستی را تا کمتر از «۰٫۳ (درستی ردیابی اظهار شده توسط تولیدکننده)» یا ° ۰٫۰۲ اندازه‌گیری

نمود. هدف باید در موقعیتی قرار گیرد که خللی در گستره حرکتی کامل ردیاب ایجاد نکند. هدف و/ یا لیزر باید به نحوی تنظیم شوند که لیزر در بدو امر در ° ۰٫۰۲ به مرکز هدف اشاره کند. آنگاه هدف و لیزر باید در موقعیت قفل شوند، به نحوی که سرعت‌های وزش باد کمتر از m/s ۴ بوده و حرکت‌های عادی ردیاب با درستی ردیابی ° ۰٫۰۲ تداخل نداشته باشد.

ردیاب باید برای هر دو محور حرکتی، کمینه °۵ در هر دو جهت دوار حرکت داده شود و سپس به مکان فرمان داده شده برای آزمون حرکت کند. به محض بازگشت به مکان فرمان داده شده برای آزمون، مکان اشاره لیزر به روی هدف باید ثبت شود. این فرآیند باید ۵ بار تکرار شود. «تکرارپذیری اشاره‌گر قطار کنترل/ درایو» را باید برای هر دو محور حرکت گزارش نمود و برابر با بیشینه اندازه بین تمامی دورهای آزمون برای محور داده شده، برحسب درجه است. برای ردیاب‌های تک محور، فقط محور منفرد در نظر گرفته می‌شود.

۸-۴-۲-۳ الزامات

آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر باید قبل و بعد از اتمام زیربندهای ۸-۴-۳ و ۸-۴-۵ باید انجام شود. زیربندهای ۸-۴-۳ و ۸-۴-۵ را به ترتیبی می‌توان انجام داد که تنها آزمونی قبل و آزمونی بعد مورد نیاز باشد. همان‌گونه که در بالا بدان اشاره شد، اگر کنترل کننده ردیاب این امکان را فراهم نکند تا به حداقل یک نقطه فرمان، به غیر از موقعیت‌های حدی، حرکت داده شود، آنگاه محاسبات درستی ردیابی را می‌توان به جای تکرارپذیری اشاره‌گر انجام داد. آزمون درستی ردیابی پس از بارگذاری مکانیکی می‌تواند تنها به آرایه بیشینه نقطه انحراف و شرایط وزش باد کُند، محدود شود. آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر بر آزمون درستی ردیابی ترجیح داده می‌شود (برای تایید بقا در بارگذاری مکانیکی) چرا که زمان به مراتب کمتری برای انجام آن صرف شده و وابسته به در دسترس بودن خورشید نیست.

تکرار پذیری اشاره‌گر گزارش شده، قبل و بعد از بارگذاری مکانیکی، برای مورد قبول واقع شدن باید در حدود ۱۰٪ باشد. اندازه‌گیری‌های قبل و بعد باید به طور کامل در گزارش آزمون، ثبت شوند.

اگر از آزمون درستی ردیابی به جای تکرارپذیری اشاره‌گر استفاده شد، نود و پنجمین درصد درستی برای آرایه بیشینه نقطه انحراف، قبل و بعد از بارگذاری مکانیکی، برای مورد قبول واقع شدن باید در حدود ۱۰٪ باشد.

۸-۴-۳ آزمون انحراف تحت بار ایستا

۸-۴-۳-۱ هدف

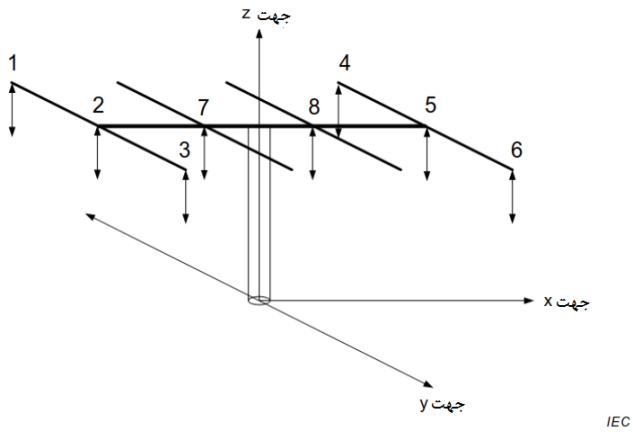
این آزمون، اختیاری فرض می‌شود. این آزمون برای اندازه‌گیری انحراف سازه ردیاب تحت کمینه‌ی از دو وضعیت بارگذاری ایستا مختلف، بکار گرفته می‌شود. شرایط بارگذاری مشخص شده، نسبت به بارهای وزش باد و برفی که ردیاب ممکن است در محیط بهره‌برداری خود ببیند، سبک در نظر گرفته می‌شوند. هدف از

استفاده نمودن از بارهایی که از این پس مورد آزمون قرار می‌گیرند، ایجاد تغییر شکل دائمی ساختاری نیست. هدف از این آزمون دستیابی به مسائل بزرگ طراحی و فراهم نمودن اندازه‌گیری‌های شخص ثالث است که امکان تایید اعتبار مدل‌های ساختار المان-محدود تصور شده را برای ردیاب مورد نظر فراهم می‌کند. سپس می‌توان مدل‌های معتبر را برای پیش‌بینی عملکرد یا بقا در شرایط محیطی مختلفی مانند وزش باد، برف یا یخ، مورد استفاده قرار داد. انحراف تحت بار ایستا، تنها بستگی به اجزای ساختاری/ مکانیکی سامانه ردیاب داشته و بنابراین تنها در صورت برگزیدن آن و در صورتی که گفته شود اجزا به عنوان بخشی از تکرار طراحی، تغییر داده شده اند، باید تکرار شود.

۸-۴-۳-۲ روش اجرایی

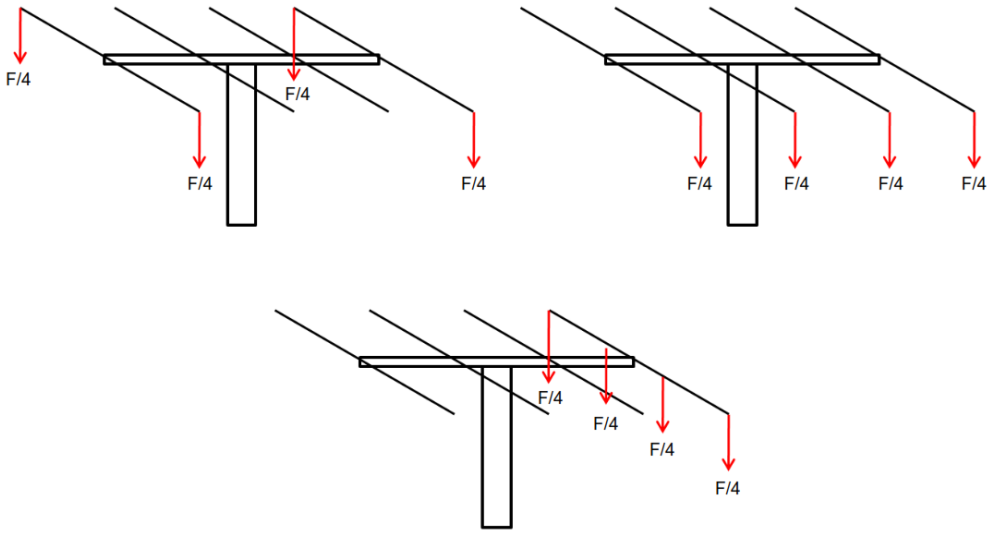
ردیاب باید مطابق با توصیه‌های تولیدکننده نصب شود. ممکن است ردیاب با یا بدون محموله‌ای که مطلوب تولیدکننده است مورد آزمون قرار گیرد. وزن محموله، مرکز جرم و تعداد واحدها باید در نتایج آزمون ثبت شوند، عکسی از برپایی آزمون باید در آن گنجانده شود. در موردی که ردیابی تنها برای معماری مدول خاصی طراحی شده باشد، ممکن است مطلوب باشد که این آزمون را با مدول‌های خاص انجام داد، زیرا ردیابی که گستره وسیعی از مدول‌ها را می‌پذیرد را شاید بتوان فقط با سازه نگه‌دارنده‌ی محموله آن، مورد آزمون قرار داد. کمینه هشت حس‌گر انحراف (درستی حس‌گرها باید در زمینه بیشینه و کمینه انحرافات اندازه‌گیری شده، گزارش شود) باید بر روی اجزای ساختاری ردیاب نصب شوند. نوع مکان حس‌گرها باید توسط شناسایی مناطقی که در آنجا وقوع انحراف تحت بار، محتمل است و مناسب‌ترین حس‌گر برای آن مکان، در نظر گرفته شود. شکل ۵، نمونه تصویری از این ردیاب است. ردیاب نشان داده شده در شکل ۵، برای سادگی نمایش، ردیابی نصبی به روی تک قطب می‌باشد، اما توصیه می‌شود مناطق مبنای اندازه‌گیری برای هر نوع ردیاب بر نزدیک‌ترین موقعیت‌های ساختاری پشت صفحه محموله اعمال شود. برای مثال مکان‌های ۱، ۳، ۴ و ۶ بهتر است گوشه‌ها یا مکان‌های متقارن محیط بیرونی به روی سازه نگه‌دارنده محموله باشند. توصیه می‌شود مکان‌های ۲، ۸، ۷ و ۵ به‌طور برابر در امتداد محور یا محورهای نگه‌دارنده سازه‌ای اصلی برای محموله، قرار داده شوند. اگر ساختار ردیاب در هر مسیری متقارن باشد (به شکل ۵ مراجعه شود)، آنگاه می‌توان کمینه تعداد حس‌گرهای انحراف را از ۸ به ۴ کاهش داد. در این مثال، می‌توان از اندازه گیری در مکان‌های ۴، ۵، ۶ و ۸ اجتناب نمود چرا که نتایج بهتر است تقریبا مشابه مکان‌های ۱، ۲، ۳ و ۷ باشد. با قرار گرفتن حس‌گرها، انحراف ساختاری را باید برای چهار پیکربندی مختلف بار (به شکل‌های ۶ و ۷ مراجعه شود) و دو سطح بار اندازه‌گیری نمود. تمامی پیکربندی‌های بار، محموله ردیاب را در جهت افقی نشان می‌دهند، در حالی که شکل ۷ محموله را در جهت عمودی نشان می‌دهد. اگر ردیاب نتواند به وضعیت افقی یا عمودی کامل دست یابد، ساختار واقعی محموله باید تا حد امکان به سمت وضعیت افقی یا عمودی حرکت داده شود. جهت‌یابی به دست آمده باید در گزارش آزمون ثبت شود. تمام بارگذاری‌های نشان داده شده در شکل‌های ۶ و ۷ مربوط به بارگذاری نقطه‌ای بر روی اجزای ساختاری بوده و برای سادگی نشان داده

شده‌اند. ردیاب شکل ۶ چهار دنده ساختاری را نشان می‌دهد، گرچه که ردیاب می‌تواند هر تعداد دنده داشته باشد، انتظار می‌رود بارگذاری نقطه‌ای بر طبق آن تنظیم شود.



یادآوری- نقاط یک تا هشت موقعیت نصب حس‌گرهای انحراف ردیاب را نشان می‌دهد.

شکل۵- موقعیت‌های اندازه‌گیری نمونه برای انحراف ساختاری

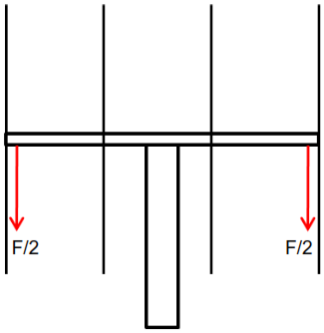


راهنما:

F نیروی حاصل از بار اعمالی روی ردیاب.

F/4 نیروی حاصل از بارگذاری نقطه‌ای بر روی اجزائ ساختاری با نقاط مشخص در سه پیکربندی افقی، تحت آزمون.

شکل ۶-پیکربندی‌های بار در حالی‌که محموله در وضعیت افقی قرار گرفته است



راهنما:

F نیروی حاصل از بار اعمالی روی ردیاب.

F/2 نیروی حاصل از بارگذاری نقطه‌ای بر روی اجزائ ساختاری با نقاط مشخص در پیکربندی عمودی، تحت آزمون.

شکل۷- پیکربندی‌های بار وقتی که محموله در وضعیت عمودی قرار گرفته است

بدون توجه به نوع ردیاب، بارگذاری نقطه‌ای باید به طور برابر فاصله‌گذاری شود و به طور کامل در گزارش آزمون ثبت گردد. دو سطح بار که باید مورد آزمون قرار گیرند عبارتند از:

$$F = (20\ \text{Pa}) \times (\text{مساحت سطح محموله نامی}) \times (m^2)$$ و

$$F = (100\ \text{Pa}) \times (\text{مساحت سطح محموله نامی}) \times (m^2)$$

هدف از سطوح بار مشخص شده فراهم آوردن انحراف قابل اندازه‌گیری‌ایست که برای ردیاب، دائمی یا مخرب نباشد. گرچه که سطوح بار مشخص شده در بالا، سبُک فرض می‌شوند، به‌طور یکنواخت بر کل سازه نگه‌دارنده محموله، توزیع نشده‌اند. به این دلیل، تولیدکننده ردیاب می‌تواند سطوحی از بار را درخواست کند که برای طرحی خاص، مناسب باشد. تمامی سطوح و مکان‌های بار باید در گزارش آزمون ثبت شوند.

تمامی اندازه‌گیری‌های انحراف باید کمینه ۳ بار تکرار شوند. اندازه‌های تمام تکرارها باید برای همه نقاط انحراف برای هر کدام از سطوح و پیکربندی‌های بار، گزارش شوند. جهت اجتناب از اندازه‌گیری در سرعت‌هایی از وزش باد که اندازه‌گیری‌های انحراف را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بهتر است احتیاط لازم به عمل آید.

۸-۴-۳-۳ الزامات

اگر قرار بر انجام این آزمون است، موارد ذیل مورد نیاز است: تصاویر و نمودارها باید مکان تمامی حس‌گرهای انحراف و تمامی بارهای نقطه‌ای اعمال شده را به طور کامل ثبت کند. مقادیر انحرافات بیشینه، کمینه و متوسط برای تمامی سطوح و پیکربندی‌های بار، باید در جدولی ثبت شود. درستی حس‌گرهای انحراف، باید

گزارش شود. بیشینه سرعت وزش باد برای بازه زمانی که اندازه‌گیری‌ها در آن صورت می‌گیرد، باید گزارش شود. در صورت درست بودن موارد ذیل، ردیاب مورد قبول واقع می‌شود:

الف- اندازه‌های انحراف قبل و بعد از حذف بارگذاری برای هر مکان اندازه‌گیری، باید در حدود ۵٪ باشد.

ب- ردیاب، پس از اتمام مراحل زیربند ۸-۴-۲-۳، این آزمون بارگذاری را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت.

۸-۴-۴ آزمون سفتی پیچشی[1]، رانش مکانیکی[2]، گشتاور حرکت، پس‌زنی[3]

۸-۴-۴-۱ هدف

هدف از آزمون سفتی پیچشی، اندازه‌گیری انحراف زاویه‌ای در برابر گشتاور اعمال‌شده برای هر محور حرکت ردیاب است. بیشینه گشتاور اعمالی، به منظور شبیه‌سازی شرایط بهره برداری ناشی از بارگذاری وزش باد، محاسبه می‌شود. آزمون در بیشینه گشتاور اعمالی با مکانیزم حرکتی خاموش و روشن، به‌منظور تایید این امر که قطار درایو از حدود خود عدول نکرده/منحرف نمی‌شود و این که گشتاور حرکت برای حرکت ردیاب تحت بارگذاری وزش باد، کافی است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. گشتاور با سرعتی ثابت از صفر تا بیشینه، اعمال شده و بنابراین اطلاعات مربوط به رانش ، به صورت نتیجه‌ای از آزمون، فراهم می‌شود. آزمون سفتی پیچشی، رانش مکانیکی، گشتاور حرکت، پس زنی، وابسته به اجزای تشکیل دهنده قطار درایو، نه اجزای سامانه کنترل الکترونیکی، در نظر گرفته می‌شوند. اگر هر کدام از اجزای قطار درایو به عنوان بخشی از تکرار طراحی، تغییر کنند، آنگاه آزمون‌های ذیل باید برای تحقق تطابق‌شان با این استاندارد، تکرار شوند. آزمون-های ذیل، برای ردیاب‌های گروهی، اختیاری فرض می‌شوند، چرا که آزمون‌ها برای اعمال به روی سامانه‌هایی با این پیچیدگی، طراحی نشده‌اند. به عنوان روشی جایگزین، توصیه می‌شود تولیدکننده سامانه گروهی، برای آزمایشگاه آزمون ، نقشه‌ای به منظور سنجش سفتی پیچشی، رانش مکانیکی، گشتاور حرکت، پس‌زنی فراهم کند. این آزمون جایگزین باید در گزارش آزمون رویدادی که در آن مورد استفاده قرار گرفته است، ثبت شود.

۸-۴-۴-۲ روش اجرایی

این آزمون فقط برای آزمودن سفتی پیچشی قطار درایو، طراحی شده و بنابراین می‌توان آن را جدا از محموله و پی ردیاب انجام داد (یعنی آزمون را می‌توان در فضای بسته یا فضای باز انجام داد). قطار درایو باید به نحوی نصب شود که بتوان لنگری را به هر دو محور عملیات اعمال نمود. حس‌گرهای مناسبی که قادر به

---

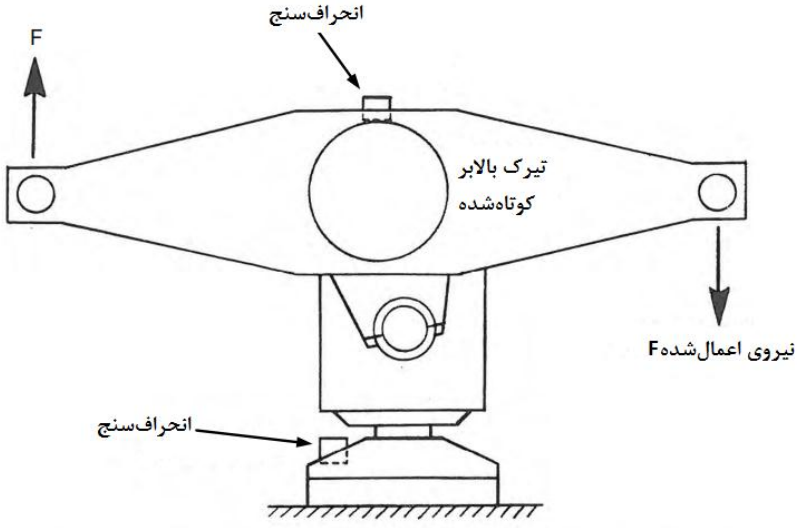
[1] -Torsional stiffness

[2] -Mechanical drift

[3]- Backlash

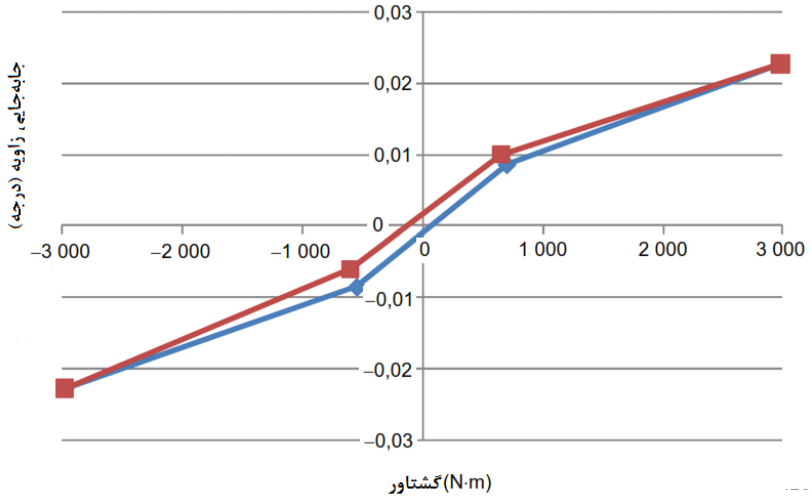
اندازه‌گیری جابجایی زاویه‌ای هستند (درستی حس‌گرها باید در زمینه بیشینه و کمینه جابجایی زاویه‌ای اندازه گیری شده، گزارش شود) باید بر روی هر کدام از محورهای گردش روی قطار درایو نصب شوند.

بارگذاری لنگری نزدیک به نیروی خالصی برابر صفر، باید به هر محور حرکت با شیبی صعودی از گشتاور 0 N-m تا بیشینه گشتاور محاسبه شده با سرعتی یکتا طی دوره یک دقیقه اعمال شود. به محض آنکه بیشینه بار به دست آمد، گشتاور باید در سرعتی مشابه تا صفر کاهش یابد و سپس آزمون باید در جهت گردش معکوس، تکرار شود. این چرخه باید کمینه سه بار، با اندازه‌های گرفته شده گشتاور و جابجایی زاویه ایِ ۱۰٪ گشتاور بیشینه، تکرار شود. شکل ۸ مثالی از بار لنگری اعمال شده به محور ارتفاع را نشان می‌دهد.



شکل۸- بار لحظه‌ای اعمال شده به محور ارتفاع

گشتاورهای اوج اعمال شده بر روی محورهای ردیاب، احتمالا نتیجه بارگذاری وزش باد بوده و در نتیجه، این آزمون باید برای سه گشتاور بیشینه جداگانه مربوط به سه وضعیت بارگذاری وزش باد، انجام شود. این شرایط عبارتند از ۱۰ m/s، سرعت وزش باد پناهگیری طبق جدول مشخصات ارائه شده توسط فروشنده، ۱٫۱ برابر سرعت وزش باد پناهگیری است. ضریب ۱٫۱ به این علت در نظر گرفته می‌شود که ممکن است ردیاب در حین حرکت به موقعیت پناهگیری با تندبادهای رو به افزایش مواجه شود. اگر ردیاب دارای موقعیت پناهگیری نباشد، آنگاه بیشینه سرعت وزش باد عملیاتی مشخص شده باید به جای سرعت وزش بادی که موجب راه‌اندازی فرایند پناهگیری می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد. اگر مقدار بیشینه‌ای برای سرعت بهره-برداری وزش باد در جدول مشخصات ارائه نشده باشد، آنگاه باید از ۴۰ m/s به جای سرعت وزش باد پناهگیری استفاده نمود. شکل ۹ نقشه‌ای ایده‌آل‌سازی شده از جابجایی زاویه‌ای را در مقابل گشتاور اعمالی برای بارگذاری عملیاتی وزش باد مبنا، نشان می‌دهد.



شکل۹- جابه‌جایی زاویه‌ای به ازای گشتاور اعمالی به محور گردش

شکل ۹ به منظور نمایش دو نقطه در رابطه با اندازه‌گیری جابجایی زاویه‌ای در مقابل گشتاور اعمالی، گنجانده شده است. در ابتدا معمولا مقداری پسماند ناشی از صعود و نزول گشتاور وجود خواهد داشت. ثانیا، نمودار اغلب نشان‌دهنده تغییری واضح در شیب همزمان با افزایش گشتاور از سطوح بسیار کم تا سطحی متعادل خواهد بود، که خود نشان‌دهنده «پس‌زنی» است. در این مثال، شیب در حدود □ ۰٫۰۱± تغییر می-کند، بنابراین، پس زنی برابر با □ ۰٫۰۱± گزارش خواهد شد. اگر همانند شکل ۹، تغییری واضح در شیب رخ دهد، مقدار پس‌زنی قطار درایو باید توسط متوسط‌گیری از مقادیر جابجایی‌های زاویه‌ای در نقاطی که شیب-ها برای ۳ تکرار با گشتاور مربوط به وزش بادهای ۱۰ m/s تغییر می‌کنند، محاسبه شود. در مواردی که شیب به صورت تدریجی تغییر می‌کند، مقدار پس زنی باید توسط متوسط‌گیری از مقادیر جابجایی‌ها برای گشتاوری که برابر با ٪۲۰ ± بیشینه گشتاور مربوط به وزش بادهای ۱۰ m/s است، محاسبه شود. اگر انحراف قابل ملاحظه‌ای بین پس‌زنی در هر جهت دوار وجود داشته باشد، مقدار پس‌زنی را می‌توان به طور جداگانه برای هر جهت دوار گزارش نمود. در مواردی که هیچ تغییری در شیب از بیشینه منفی تا بیشینه مثبت گشتاور اعمالی، وجود نداشته باشد، پس‌زنی باید با عنوان «غیر قابل شناسایی» ثبت شود.

مقدار بیشینه گشتاور قابل اعمال مربوط به هر کدام از سرعت‌های وزش باد، باید توسط فرمول (۲) محاسبه شود.

$$\text{گشتاور}(N.m)=0,5C_M\rho V_{test}^2 A_{ref} L \qquad (۲)$$

که در آن:

C_M ضریب لنگر بدون بُعد،

ρ چگالی هوا (برابر با ۱٫۲۵۵ kg/m^3 فرض می‌شود)،

V_{test} سرعت وزش باد در محور گردش است که با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شده است (به زیربند ۶-۱۲-۳ مراجعه شود)،

A_{ref} بیشینه مساحت محموله بر حسب متر مربع (m^2)؛

L طول مشخصه سازه محموله است که مربوط به لنگر اعمال شده می‌باشد.

شکل ۱۰-الف نمای جانبی ردیاب و طول مشخصه را برای گشتاور ارتفاع، شکل ۱۰-ب ردیاب را از بالا و طول مشخصه را برای گشتاور سمت نشان می‌دهند. به تولیدکننده، گزینه‌های **الف**، **ب** و **پ** در زیر برای تعیین C_M برای فرمول (۲) ارائه شده است. بدون توجه به گزینه‌ای که به کار گرفته می‌شود، گزارش آزمون باید گشتاورهای منتجه‌ای را که به هر محور ردیاب اعمال شده‌اند، سطح مرجع، طول مشخصه را ثبت نماید. گزینه **الف** بر گزینه **ب**، گزینه **ب** بر گزینه **پ** برتری دارد. اگر گزینه‌های **الف** یا **ب** به کار گرفته شده‌اند، داده‌های شخص ثالث باید نشان دهد که ردیاب در گام‌های افزایشی طی گستره گردشی کامل ارتفاع و گستره سمتی 90° (نمای روبرو از یک سر و نمای جانبی از سری دیگر) مورد آزمون قرار گرفته است. با فرض این امر که ردیاب دارای موقعیت پناهگیری افقی باشد، ضریب لنگر موقعیت پناهگیری مشتق شده از تونل وزش باد یا داده‌های آزمون زمینه شخص ثالث باید برای ردیاب در موقعیت 10° از افق باشد. انحراف از افق نشان دهنده این حقیقت است که وزش باد، از لنگرهای افقی در دنیای واقعی انحراف دارد. استخراج ضریب لنگر پناهگیری را، در صورتی که تونل وزش باد واقعی یا داده‌های زمینه به طور خاص در 10° جمع-آوری نشده اما به جای آن در چندین زاویه شامل 10° جمع آوری شده باشند، می‌توان با استفاده از روش درون‌یابی انجام داد.

گزینه الف : آزمایشگاه تونل وزش باد شخص ثالثی می‌تواند ضرایب گشتاور را از داده‌های فشار تونل وزش باد به روی مدل مقیاسی ردیاب، استخراج کند.

گزینه ب : یک شرکت مهندسی می‌تواند ضرایب گشتاور را از داده‌های زمینه بر مبنای اندازه‌های فشار در آرایه‌ای از مکان‌هایی بر روی سطح محموله ردیاب استخراج کند. داده‌های فشار باید در بسامد ۱۰ Hz سریعتر اندازه‌گیری شود تا بتوان آن را برای استخراج ضرایب گفته شده، معتبر فرض کرد. برای مثال، مدل سازی دینامیک‌های سیال محاسباتی (CFD) می‌تواند توسط داده‌های فشار زمینه، تایید شده و برای تولید C_M مورد استفاده قرار گیرد.

گزینه پ : در مواردی که هیچ گونه آزمون‌های شخص ثالثی انجام نشده، کمینه‌های ذیل باید به C_M اعمال شوند:

C_M بزرگتر یا مساوی ۰٫۲۵ برای موقعیت‌های متغیر ردیاب (مورد استفاده در زیربند ۸-۴-۴-۲)، (همچنین در صورتی‌که ردیاب دارای قابلیت پناهگیری نباشد، که در زیربند ۸-۴-۵-۲ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد).

C_M بزرگتر یا مساوی ۰٫۰۸ برای ردیابی در موقعیت پناهگیری افقی (مورد استفاده در زیربند ۸-۴-۵-۲).

C_M با مقادیر بزرگتر یا مساوی ۰٫۵ برای زیربند ۸-۴-۴-۲ و C_M با مقادیر ۰٫۱۵ یا بیشتر، در زیربند ۸-۴-۵-۲ جهت ردیاب‌هایی که تحت تحلیل بار وزش باد شخص ثالث نبوده‌اند، پیشنهاد می‌شود. آزمون تونل وزش باد نشان می‌دهد که مقادیر اوج C_M می‌توانند برابر با ۰٫۶برای گشتاور محور ارتفاع و برابر ۰٫۷ برای گشتاور محور سمت، همان‌طور که به ردیاب‌های تک-واحد با سطح محموله مربعی اعمال می‌شود، باشند. از آنجایی که این استاندارد در مورد گستره وسیعی از ردیاب‌ها به کار می‌رود، انتظار می‌رود اغلب مقدار C_M به علت بهینه‌سازی‌های صورت گرفته در طراحی ردیاب که به منظور کاهش بارگذاری وزش باد به کار می‌روند، به میزان قابل توجهی کمتر از ۰٫۷ باشد. فاکتورهایی مانند پروفایل محموله، ارتفاع ردیاب، تعداد ردیاب‌ها در یک میدان، تخلخل محموله، مولفه‌های عمدی برای قطع کردن وزش باد، تنها برخی از مواردی هستند که می‌توانند موجب کاهش C_M شوند. برای مثال، C_M می‌تواند برای ردیاب‌های گروهی، یک دهم کمتر باشد چرا که سرعت وزش باد روی ردیاب‌های محیطی می‌تواند به طور ناخالص متفاوت با ردیاب‌های داخلی باشد، اگرچه که همه آنها بر روی یک سامانه درایو گروهی باشند.

الف ب

شکل۱۰- مثال‌هایی از طول مشخصه برای (الف) گشتاور ارتفاع و (ب)گشتاور سمت

«عدم وجود رانش مکانیکی» و « گشتاور کافی سامانه درایو» باید تحت بیشینه گشتاور محاسبه شده برای ۱٫۱ برابر سرعت وزش بادی که موجب راه‌اندازی فرایند پناهگیری می‌شود، طبق فرمول (۲) تایید شود. پس از افزایش تا این مقدار گشتاور، نیروی بارگذاری باید ثابت نگه داشته شود. جابه‌جایی زاویه‌ای باید برای حداقل ۱ دقیقه زیر بار، محاسبه شود. اگر جابه‌جایی زاویه ای تحت این بار ثابت چیزی بیشتر از ۱۰٪ تغییر نکند، می‌توان اظهار داشت که قطار درایو دچار انحراف مکانیکی نمی‌شود. با ادامه برقرای گشتاور ثابت، محور تحت آزمون باید در جهت مخالف گشتاور اعمالی قرار گیرد تا تحت مکانیزم حرکتی نرمال خود حرکت کند. اگر محور، در سرعت حداقل ۵۰٪ سرعت نامی خود برای دوره پایش ۳۰ s بدون توقف دَوَران کند، آنگاه مکانیزم حرکتی با داشتن گشتاور کافی برای عملکرد تحت بارگذاری وزش باد طراحی شده، آزمون را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت.

۸-۴-۴-۳ الزامات

تصاویر و نمودارها باید به طور کامل موقعیت تمامی حس‌گرهای انحراف و نقاط بارگذاری را ثبت کنند. درستی تجهیزات استفاده شده و مستندات مربوط به وسایل بارگذاری باید در گزارش آزمون گنجانده شوند. گزارش آزمون باید شامل نمودارهای جابجایی زاویه‌ای نسبت به گشتاور اعمالی برای سه وضعیت بارگذاری محاسبه شده بر مبنای سرعت‌های مشخص شده وزش باد، باشد. در صورت درست بودن موارد ذیل، قطار درایو، آزمون را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت:

الف- اندازه‌های جابجایی زاویه‌ای چه قبل و چه بعد از اتمام بارگذاری (اما قبل از به کارگیری سامانه درایو) باید چیزی در حدود ٪ ۵ برای هر کدام از مکان‌های اندازه‌گیری باشد.

ب- هیچ انحراف مکانیکی‌ای نباید اندازه‌گیری شود.

پ- مکانیزم درایو باید قادر به چرخاندن محور به شکل مشخص شده تحت گشتاور اعمالی باشد.

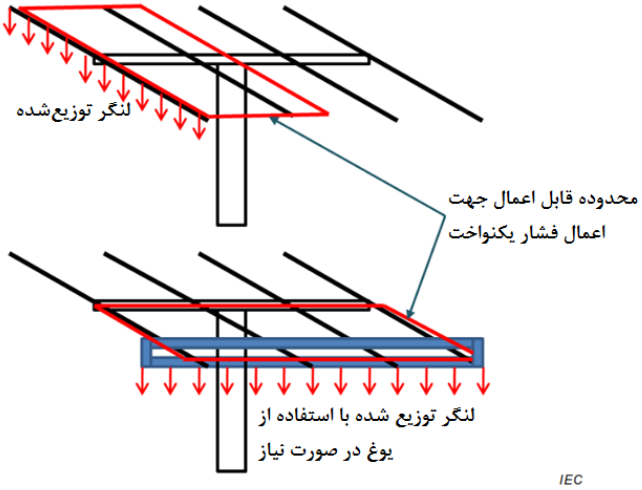
۸-۴-۵ آزمون لحظه‌ای تحت بارگذاری وزش باد شدید

۸-۴-۵-۱ هدف

قرار است ردیاب‌ها قادر به بقا در میدان به منظور توجیه طراحی ساختاری برای بیش از ۲۰ سال که قادر به تحمل وزش بادهایی با سرعت ۴۰ m/s هستند (یا بیشینه سرعت وزش باد تعیین شده توسط تولیدکننده)، باشند. از آنجایی که اکثر تولیدکنندگان، ردیاب را برای چین شرایطی در موقعیت پناهگیری قرار می‌دهند، این آزمون اساسا به منظور آزمودن بقای وزش بادهای شدید در موقعیت پناهگیری، طراحی شده است. اگر ردیاب قبلا مطابق با زیربند ۸-۴-۳ به حس‌گرهای انحراف مجهز شده باشد، آنگاه اندازه‌های انحراف باید به منظور تامین داده‌های اضافی برای تعیین اعتبار مدل ساختاری، ثبت شوند. آزمون لنگر تحت بارگذاری وزش باد شدید، وابسته به اجزای تشکیل دهنده قطار درایو – و نه سامانه کنترل الکترونیکی- فرض می‌شود. اگر هر کدام از اجزای قطار درایو به عنوان بخشی از تکرار طراحی، تغییر کنند، آنگاه آزمون ذیل باید به منظور سنجش تطابق آن با این استاندارد، تکرار شود. آزمون مورد نظر باید برای ردیاب‌های گروهی، به عنوان مساله‌ای اختیاری در نظر گرفته شود، چرا که این آزمون برای کاربرد در مورد سامانه‌هایی با چنین پیچیدگی، طراحی نشده است. به عنوان گزینه‌ای اختیاری، توصیه می‌شود تولیدکننده یک سامانه گروهی، برای آزمایشگاه آزمون، طرحی به منظور آزمون لنگر تحت بارگذاری وزش باد شدید فراهم کند. این آزمونِ جایگزین، باید در گزارش آزمون رویدادی که در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، مستند شود.

۸-۴-۵-۲ روش اجرایی

ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. اگر تولیدکننده آن را برای زیربند ۸-۴-۳ انتخاب کرده باشد، آنگاه مقادیر اضافی انحراف باید بر این اساس اندازه‌گیری و ثبت شوند. ردیاب باید در معرض بارگذاری لنگری در دو پیکربندی نشان داده شده در شکل ۱۱ قرار گیرد.



شکل۱۱- دو پیکر بندی برای بارگذاری لنگر وزش باد شدید

شکل ۱۱ نشان دهنده محموله در موقعیت افقی یا نزدیک‌ترین موقعیت به وضعیت افقی است که ردیاب می‌تواند بدان دست یابد. بار لنگری محاسبه شده باید به طور یکنواخت توزیع شود و مستقیما به سازه نگه‌دارنده محموله منتقل گردد. لنگر توزیع شده می‌تواند از طریق فشار یا بارگذاری یکنواخت اعمال شود، اگرچه که استفاده از روش فشار، توصیه می‌شود. بار لنگر آزمون شده باید مربوط به سرعت وزش باد ۴۰ m/s (یا بیشینه سرعت وزش باد قابل تحمل که توسط تولید کننده مشخص شده) باشد.

برای محاسبه لنگر نزدیک به سرعت ۴۰ m/s باید از فرمول (۲) استفاده نمود (به زیربند ۸-۴-۴-۲ مراجعه شود). برای موقعیت پناهگیری، فرض می‌شود که زاویه حمله وزش باد، به کمینه رسانده شده و در نتیجه انتظار می‌رود C_M از مقدار آزمون انجام شده در روش اجرایی زیربند ۸-۴-۴-۲ کاهش یافته باشد. فرض می‌شود که در لنگر موقعیت پناهگیری، آزمون تنها بر روی محور گردش ارتفاع، قابل انجام باشد. اگر ردیاب دارای موقعیت پناهگیری نباشد، آنگاه C_M باید با مقادیری که در روش اجرایی زیربند ۸-۴-۴-۲ مورد استفاده قرار گرفتند، سازگار بوده و هر دو محور گردش باید مورد آزمون قرار گیرند، چرا که ردیاب در زمان وقوع وزش باد شدید می‌تواند در هر وضعیتی باشد. باید از روش اجرایی گزارش الزامات مطابق با زیربند ۸-۴-۴-۲ پیروی نمود.

ردیاب باید کمینه ۳ بار برای هر دو پیکربندی و هر دو سطح بار، بارگذاری و بدون بار شود. مقادیر بیشینه، کمینه و متوسط انحراف باید گزارش شوند.

۸-۴-۵-۳ الزامات

اگر زیربند ۸-۴-۳ برای انجام این کار برگزیده شد، تصاویر و نمودارها باید به طور کامل مکان تمامی حس‌گرهای انحراف و مکان/کاربرد هر بارگذاری لنگری را ثبت کنند. باید از یک جدول برای ثبت بیشینه، کمینه، متوسط انحراف برای تمامی سطوح و پیکربندی‌های بار استفاده نمود. درستی حس‌گرهای انحراف باید گزارش شود. بیشینه سرعت وزش باد در بازه زمانی انجام اندازه‌گیری‌ها ، باید گزارش شود. در صورت درست بودن موارد ذیل، ردیاب، آزمون را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت:

الف- مقادیر انحراف چه قبل و چه بعد از انجام بارگذاری برای هر مکان اندازه‌گیری باید در حدود ۵٪ باشد.

ب- پس از تکمیل آزمون بارگذاری، ردیاب روش اجرایی زیربند ۸-۴-۲-۳ را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت.

۸-۵ آزمون محیطی

۸-۵-۱ هدف

هدف نهایی از انجام این آزمون، تلاش برای ایجاد خطاها یا تخریب زودرس مرتبط با طراحی است که ممکن است در نتیجه گردش محیطی شتاب یافته سامانه درایو، سامانه کنترل، سیم‌کشی مربوطه، در گستره وسیعی از شرایط محیطی رخ دهد. از آنجایی‌که آزمون‌های ذیل بستگی به تعامل بین سامانه درایو و سامانه کنترل دارند، تکرارهای طراحی که هر کدام از مولفه‌های بالا را تغییر می‌دهد، برای تطابق با این استاندارد، نیاز به آزمون مجدد خواهد داشت.

۸-۵-۲ روش اجرایی

قطار درایوی کاملا کاربردی (با مدارهای الکترونیکی کنترل درون یک محفظه گسترش استاندارد) باید به منظور عملکرد در یک محوطه اتاقی، نصب شود. سامانه، نیاز به یک واسط محموله یا واسط پی با اندازه کامل ندارد؛ بنابراین، می‌توان از مونتاژ نمایشی در این اتاق استفاده نمود. برای مثال می‌توان پایه های نصبی و لوله‌های گشتاور را به منظور کاهش فضای مورد نیاز اتاق، کوتاه نمود، اما درایوهای دنده، پیستون‌های هیدرولیک، موتورها، دیگر تجهیزات قطار درایو باید در اندازه کامل باشند. تولیدکننده باید روشی به منظور نصب قطار درایو در اتاق محیطی، برای آزمایشگاه آزمون فراهم کند. راه‌اندازی آزمونی باید شامل سیم‌کشی استاندارد برای قطار درایو و مدل سیم‌کشی محموله که معمولا از درون یا دور قطار درایو عبور خواهد کرد، باشد. مدل سیم‌کشی به منظور تشخیص خطاهایی که در زمان خطای عملکرد لیمیت سوئیچ‌ها یا دیگر سامانه‌های کنترلی رخ می‌دهد و موجب گردش ردیاب به میزانی بیشتر از هدف مورد نظر طراحی می‌شود، تعبیه شده است. به محض آن که قطار درایو و سامانه‌های کنترلی نصب شدند، باید از آنها عکس برداری صورت گرفته و بازرسی چشمی انجام شود.

یک چرخه‌کاری نوعی باید مکررا در مورد قطار درایوی که تحت گردش محیطی و درون گستره دمای عملیاتی مشخص شده توسط تولیدکننده قرار دارد، انجام شود. آزمایشگاه آزمون باید با استفاده از دوربین‌ها یا دیگر تجهیزات مناسب بر قطار درایو نظارت داشته باشد تا صورت پذیرفتن چرخه‌کار را در زمان انجام آزمون بررسی کند. یک چرخه کار نوعی باید هر محور گردش قابل استفاده را در گستره حرکتی کامل آن که در ردیابی خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرد، حرکت دهد. چرخه‌کار به منظور تقلید از حرکت‌های معمول «در-آفتاب» ردیابِ مشخص شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر محور قابل استفاده باید در یک کمینه سرعت متوسط کمینه برابر با $^{\circ}$ ۰٫۰۰۵در هر ثانیه حرکت کند، اما نباید دارای سرعتی بیشتر از بیشینه سرعت متوسط $^{\circ}$ ۰٫۰۱۵در هر ثانیه باشد. هیچ محدودیتی در سرعت به دست آمده در زمان بازگشت به آغاز چرخه کار/ آغاز موقعیت روز وجود ندارد. برای کنترل‌کننده‌هایی با کنترل حلقه-بسته، ممکن است لازم باشد که بازخورد را از حس‌گر خورشیدی با یک سیگنال ساختگی، به کنترل کننده منتقل نمود. در مواردی این-چنین، گزارش آزمون باید این مساله را ثبت کند که حس‌گر بازخورد مزبور، بخشی از آزمون محیطی نبوده است. تولیدکننده باید روشی را برای اعمال مکرر چرخه کار در زمان حضور در اتاق محیطی فراهم کند و همچنین ممکن است روشی برای توقف عملکرد، زمانی‌که دمای سطحی وسایل کلیدی، خارج از گستره دمای عملیاتی فهرست شده در جدول مشخصات قرار دارد، ارائه دهد. تولیدکننده باید مشخص کند که کدام دماهای سطحی، تعیین‌کننده روشن و خاموش نمودن چرخه‌کار وسایل قطع و وصل خواهند بود. به این دلیل از دماهای سطحی به جای دماهای اتاق استفاده می‌شود که قطارهای درایو با اجرام حرارتی بزرگ، دارای تاخیری قابل توجهی پس از دمای هوای اتاقک خواهند بود. نیازی نیست در زمان قرار دادن قطار درایو در اتاقک آزمون، آن را تحت بار خاصی قرار داد. پروفایل چرخه کار، مکان‌های دمای سطحی، دماهای عملیاتی باید در گزارش آزمون ثبت شوند.

قبل از آغاز آزمون محیطی، هر محور گردش باید تا بیشینه محموله مشخص شده بارگذاری شود. بیشینه محموله مشخص شده شامل بارگذاری وزش باد یا دیگر بارگذاری‌های خارجی که ممکن است در فضای باز اتفاق بیفتند نبوده، اما به جای آن، بار کامل مرتبط با واسط نرمال محموله و خود محموله است (یعنی وزن چهارچوب ساختاری ترکیب شده با مدول‌ها، آینه‌ها). بیشینه محموله مشخص‌شده را می‌توان مانند گشتاور جداگانه‌ای از طریق هر روش مناسبی به هر محور گردش اعمال نمود. هیچ سازه محموله واقعی برای پیوستن به قطار درایو تحت آزمون، درنظر گرفته نشده است، مگر آن که اقتصادی‌ترین روش برای آزمون قطار درایو تحت بار باشد. برای مثال، می‌توان یک بازوی اهرم را به محور ارتفاع و بارهای اعمال شده طبق توصیه‌های تولیدکننده، متصل نمود. قبل از آغاز چرخش محیطی، مصرف انرژی (درستی باید ٪ ۱یا بهتر باشد) و زمان مورد نیاز برای تکمیل یک چرخه‌کاری باید تحت این بار، اندازه‌گیری شود. به طور مشابه، این اندازه گیری‌ها پس از اتمام آزمون محیطی انجام خواهند شد.

قطار درایو بهره برداری، به ترتیبِ ارائه شده در زیر، در معرض آزمون محیطی ذیل بر روی نمونه منفردی قرار خواهد گرفت:

الف- چرخه دما با گرد و خاک (بدون افزودن رطوبت به هوا): حداقل ۴۰ چرخه و ۴۸۰ ساعت باید کامل شود. بیشینه و کمینه درجه حرارت به ترتیب باید برابر با ۵۵ °C و ۲۰ °C- باشد. اگر گستره دمای عملیاتیمشخص شده در جدول ۱ (به زیربند ۶-۱۲-۱ مراجعه شود) نشان دهد که ردیاب می‌تواند خارج از گستره ۲۰°C- تا ۵۵ °C فعالیت کند، آنگاه گستره دمایی این آزمون باید به منظور انطباق با مقادیر مشخص شده، گسترش یابد. به عبارت دیگر، گستره ۲۰°C- تا ۵۵ °C به عنوان حداقل شرایط آزمون در نظر گرفته می‌شود، اما مقادیر بسیار بیشتری باید به منظور هم‌راستایی با جدول مشخصات، مورد استفاده قرار گیرد. چرخه باید برای حداقل ۵ دقیقه، نه بیشتر از ۱۵ دقیقه، در □۳± از بیشینه و کمینه دما در هر اندازه‌گیری دمای متوسط سطح در سه نقطه متمایز بر روی قطار درایو، برقرار باشد. نقاط اندازه گیری دما باید ثبت شوند و دارای توجیهی برای این امر باشند که اندازه‌گیری‌های سطحی بر روی یک شیء با جرم حرارتی قابل توجه در رابطه با سامانه تحت آزمون انجام می‌شود. برای ۲۴۰ ساعت اول، گرد و خاک باید دور واسط‌های مکانیکی پویا قطار درایو به گردش در آید. گرد و خاک A4 مطابق با استاندارد ISO 1203-1 باید مورد استفاده قرار گیرد (شامل توزیع ذرات ریز و درشت است). می‌توان از سازه‌ای موقت برای گنجاندن ناحیه چرخش گرد و خاک، همین‌طور مقابله با به گردش در آمدن گرد و خاک در کل اتاق محیطی، استفاده نمود. باید از دمنده‌ای یا سایر مکانیزم‌ها برای کسب اطمینان از چرخش گرد و خاک در هوا استفاده نمود. به علت نشستن و تجمع گرد و خاک بر روی سطوح، ممکن است لازم باشد تا بصورت دوره‌ای، طی دوره ۲۴۰ ساعته، گرد و خاک اضافی به سامانه دمنده اضافه نمود. ویدیو، عکس‌ها، یا دیگر روش‌ها باید برای استناد به مرئی بودن گرد و خاک در بازه‌های ۱۰ دقیقه ای طی آزمون مورد استفاده قرار گیرند. گزینه جایگزین، اتمام ۲۴۰ ساعت آزمون گرد و خاک در دمایی ثابت، قبل از شروع ۴۸۰ ساعت چرخش دماست. توصیه می‌شود از ترکیب چرخش گرد و خاک و دما استفاده شود، چرا که زمان آزمون را کوتاه نموده و همچنین چرخش‌های دما می‌تواند موجب انبساط و انقباض درزها و دیگر قسمت‌ها شود که ممکن است موجب افزایش امکان نفوذ گرد و خاک به مکان‌هایی شود که می‌توانند در نهایت منجر به بروز خرابی شوند. به دلیل آن که ممکن است امکاناتی که بتوانند این دو آزمون را با یکدیگر ترکیب نمایند، وجود نداشته باشد، یا چنین آزمونی می‌تواند به طور اجتناب‌ناپذیری گران باشد، گزینه جایگزین ارائه شده است.

ب- به محض اتمام چرخش دما، دماهای عملیاتی مشخص شده باید اعتبارسنجی شوند (مطابق با زیربند ۸-۲-۸). حرکت قطار درایو باید موقتا متوقف شود. اتاق باید در کمینه دمای عملیاتی مشخص شده خود، تا زمانی که سطح قطار درایو به دمای مزبور برسد، نگه داشته شود. کمینه دمای عملیاتی باید برای یک ساعت بیشتر نگه داشته شود. در این نقطه، چرخه کار قطار درایو باید به کار گرفته شود. باید از حرکت مورد انتظار ردیاب طی بازه ۵ دقیقه‌ای تایید چشمی به عمل آورد. اگر درایو پس از ۳۰

ثانیه در حرکت دچار خطا شود، برای جلوگیری از بروز خرابی می‌توان فعالیت را متوقف نمود. روش اجرایی بالا باید برای بیشینه دمای عملیاتی مشخص شده، تکرار شود.

پ- چرخش انجماد رطوبت: ۱۰ چرخه و ۲۴۰ ساعت باید تکمیل شود. یک چرخه شامل تناوب از وضعیت گرم و مرطوب (رطوبت نسبی ۸۵٪ و دمای ۵۵°C) تا وضعیت کمینه دما ۲۰°C- خواهد بود. اگر گستره دمای عملیاتی مشخص شده در جدول ۱ (به زیربند ۶-۱۲-۱ مراجعه شود) نشان دهد که ردیاب می‌تواند خارج از محدوده ۲۰°C- تا ۵۵ °C به فعالیت بپردازد آنگاه گستره دمای این آزمون باید به منظور تطابق با مقادیر مشخص شده، گسترش یابد. به عبارت دیگر، گستره ۲۰°C- تا ۵۵ °C را می‌توان به عنوان کمینه شرایط آزمون در نظر گرفت، اما مقادیر شدیدتری باید برای هم راستا شدن با جدول مشخصات به کار گرفته شوند. چرخه باید برای حداقل ۵ دقیقه در ۳°C± از بیشینه و کمینه دما، در هر اندازه‌گیری دمای متوسط سطح در سه نقطه متمایز بر روی قطار درایو، برقرار باشد. نقاط اندازه‌گیری دما باید ثبت شوند و دارای توجیهی برای این امر باشند که اندازه‌گیری‌های سطحی بر روی یک شیء با جرم حرارتی قابل توجه در رابطه با سامانه تحت آزمون انجام می‌شود.

ت- انجماد/ افشانه، به محض اتمام چرخش انجماد رطوبت: دمای اتاق به ۲۵°C رسیده و به مدت ۲۴ ساعت در این دما نگه داشته خواهد شد. در این نقطه، از تمام جهات بر روی قطار درایو و جعبه کنترل، باید آب پاشیده شود. جت‌های آب فشان باید شامل جریان ثابتی کم فشار ۱۵٫۵ l/min (±5%) از نازلی با قطر ۶٫۳ mm برای کمینه سه دقیقه باشد. نازل باید در فاصله دو تا سه متری از قطار درایو ردیاب و سطح محفظه قرار داده شود. برای سطوح بزرگ، طول مدت اسپری باید حداقل یک دقیقه برای هر متر مربع از سطح باشد.

پس از اتمام اسپری، اتاق باید بسته شود و دما باید تا ۱۵°C- کاهش یابد. اتاق به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۵°C- نگه داشته شده و سپس قطع شود.

بین هر بخش متوالی آزمون محیطی، اتاق باید گشوده شود و یک بازرسی چشمی به عمل آید. نشت سیالات، خوردگی، دیگر پارگی‌های بیرونی که خراب نبوده اما در آینده ایجاد نگرانی خواهند کرد، باید با عکس ثبت شود.

پس از آزمون نهایی انجماد اسپری آب، قطار درایو باید توسط چرخه کار ممتد نهایی، به گردش درآید. هر محور گردش باید تا بیشینه محموله مشخص شده (یعنی وزن چهارچوب سازه به‌علاوه مدول‌ها، یا آینه‌ها، نه بارگذاری خارجی مانند وزش باد)، بارگذاری شود. این حرکت باید با استفاده از تمامی اجزا و کنترل‌کنندهی که مطابق با زیربند ۸-۵ تحت آزمون محیطی بودند، انجام شود. بیشینه محموله مشخص شده را می‌توان مانند گشتاور جدگانه‌ای توسط هر روش مناسبی به هر محور گردش اعمال کرد. هدف این نیست که سازه محموله واقعی را به قطار درایو متصل کرد، مگر آن که این کار، اقتصادی‌ترین روش برای آزمون قطار درایو تحت بار باشد. برای مثال، می‌توان یک بازوی اهرم به محور ارتفاع متصل نمود و وزن‌ها را طبق توصیه‌های

تولید کننده اعمال نمود. انرژی صرف شده و مدت زمان اتمام چرخه کار نهایی باید ثبت شوند. بازرسی چشمی نهایی باید صورت پذیرد. باید از عکس‌برداری برای ثبت نشت سیالات، خوردگی، پارگی یا دیگر موارد غیر طبیعی، استفاده نمود. پس از اتمام بازرسی چشمی بیرونی، قطار درایو و جعبه کنترل باید پیاده شده و فرآیند بازرسی/ مستندسازی مشابه برای اجزای درونی باید تکرار شود.

۸-۵-۳ الزامات

برای گذراندن موفقیت آمیز آزمون محیطی شتاب یافته، تمامی موارد ذیل باید صحیح باشند:

الف- قطار درایو باید قادر به تکمیل چرخه‌کار ممتد مقرر در روش اجرایی باشد (به استثنای توقف‌های مجاز که در روش اجرایی شرح داده شده‌اند).

ب- قطار درایو باید قادر به تکمیل چرخه‌کار نهایی پس از آزمون انجماد اسپری آب نهایی و قبل از پیاده سازی باشد. انرژی مصرف شده و زمان مورد نیاز برای اتمام چرخه، باید حدود ۲۰٪ از اندازه‌های گرفته شده قبل از چرخش محیطی باشد.

پ- ورود آب نباید:
- آنقدر باشد که با عملکرد صحیح تجهیزات تداخل نموده یا ایمنی را مختل سازد.
- به بخش‌های برق‌دار یا سیم پیچ‌هایی برسد که برای کار تحت رطوبت طراحی نشده‌اند.

ت- هیچ ترک خوردگی‌ای نباید در هیچ کدام از غلاف‌ها یا اجزای قطار درایو طبق فهرست زیر پیدا شود (سایر ترک خوردگی‌ها باید ثبت شوند، اما منجر به خرابی نمی‌شود):

- ترک خوردگی‌ای که امکان نشت روغن یا سیال قطار درایو را از سامانه بدهد؛ این امر شامل نشتی کُندی نیز می‌شود.
- ترک خوردگی‌هایی که در عملکرد ساختاری صحیح ایجاد اختلال کرده یا نشان‌دهنده خطر بالقوه برای افرادی باشد که در اطراف ردیاب مشغول به کار هستند.
- ترک خوردگی‌هایی که بر عملکرد الکتریکی صحیح ردیاب تاثیر می‌گذارند.

ث- سیم‌کشی نباید نشان دهنده ساییدگی‌ها یا فرسودگی‌ای باشد که موجب بی‌حفاظ شدن هادی شود. پیچش نباید موجب خمش، با شعاعی کمتر از ۱۲ برابر قطر هادی‌ای که به صورت جداگانه حفاظ‌دار/ عایق‌دار شده، یا با شعاعی کمتر از ۷ برابر قطر نهایی کابل چند-هادی بسته‌بندی شده‌ای گردد.

ج- هیچ پایانه معیوب یا شل شده‌ای نباید پیدا شود.

ح- هیچ‌گونه پیچ، بست، مهره یا واشر شل شده‌ای که نشان دهنده خطر ایمنی باشد نباید پیدا شود. تمامی پیچ‌ها، بست‌ها، مهره‌ها یا واشرهای شل شده باید در گزارش آزمون، ثبت شوند.

خ- اعتبار سنجی دماهای عملیاتی مشخص شده (به زیربند ۸-۲-۸ مراجعه شود) باید موفقیت آمیز باشد.

۸-۶ چرخه مکانیکی شتاب یافته

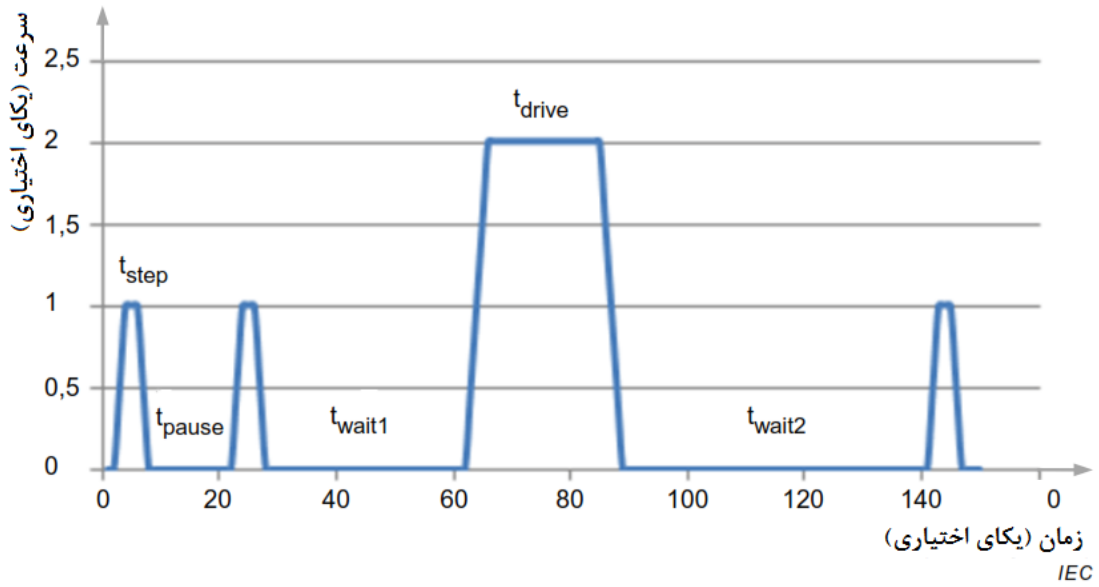
۸-۶-۱ هدف

هدف نهایی این آزمون، تلاش برای ایجاد خطاها یا تخریب زودرس مرتبط با طرح‌هایی‌ست که ممکن است در نتیجه گردش شتاب یافته سامانه درایو، سامانه کنترل و سیم‌کشی مربوطه رخ دهند. به دلیل وابستگی آزمون‌های ذیل به تعامل بین سامانه درایو و سامانه کنترل، تکرارهای طراحی که هر کدام از مولفه‌های اشاره شده در بالا را تغییر دهند ممکن است برای تطابق با این استاندارد، نیاز به آزمون مجدد داشته باشند.

۸-۶-۲ روش اجرایی

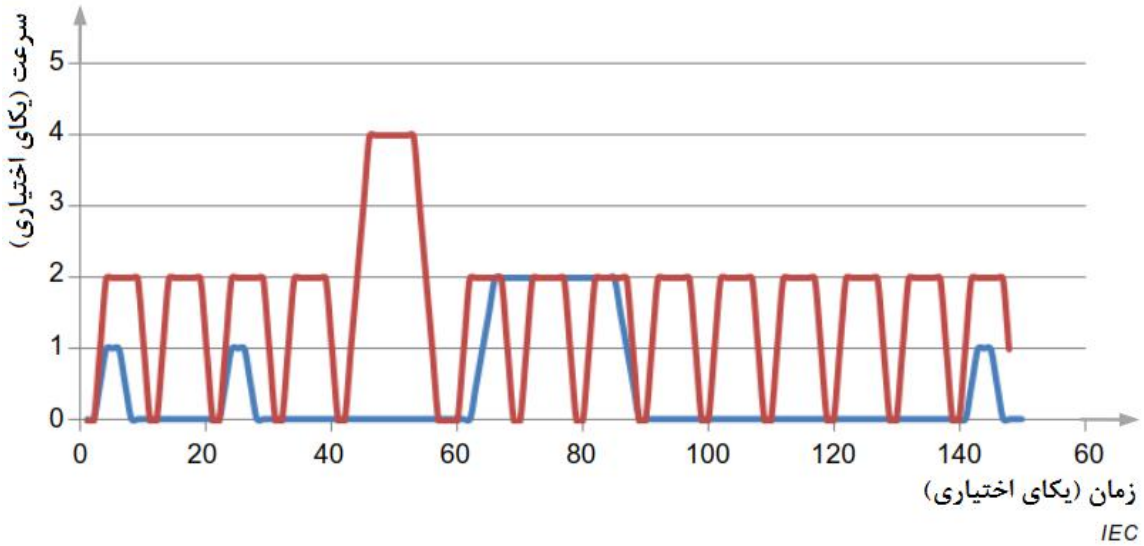
ردیاب باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ نصب شود. راه‌اندازی آزمون باید شامل سیم‌کشی استاندارد برای کنترل قطار درایو و یا مدلی از سیم‌کشی محموله‌ای باشد که معمولا از درون یا دور قطار درایو عبور می‌کند. به محض نصب قطار درایو و سامانه‌های کنترل، عکس‌برداری باید صورت گرفته و یک بازرسی چشمی باید انجام شود.

یک چرخه عملکرد قطار درایو باید شامل حرکت دادن هر دو محور از یک حد نهایی تا حد نهایی دیگر و بالعکس باشد. تولیدکننده باید روشی به منظور فرمان دادن به کنترل کننده برای گردش همزمان هر دو محور در حلقه‌ای پیوسته، ارائه کند. حرکت برای این حلقه پیوسته باید موجب شتاب یافتن حرکت‌های نوعی در-آفتاب، هنگامی که هنوز شستی آغاز/ پایان یا الگوهای حرکت پیوسته‌ای که معمولا توسط ردیابِ مشخص شده، در روزی که بین طلوع و غروب خورشید در آن ۱۲ ساعت فاصله هست، نگه داشته می‌شود، گردد. شکل ۱۲ پروفایلی از ردیابی خورشید را نشان می‌دهد که در آن t_{step} حرکت گسسته نرمال برای تعقیب خورشید و t_{pause} توقف مرتبط با خورشید در حال حرکت در حدود خطای اشارهگر قابل پذیرش ردیاب است. t_{walt} توقف طولانی قبل یا بعد از بازگرداندن ردیاب به موقعیت آغازین روز و t_{drive} زمان مرتبط با حرکت دادن ردیاب به موقعیت آغازین روز است. به منظور گردش مکانیکی، این موضوع از اهمیت برخوردار است که چرخه شتاب یافته، از مکانیزم‌های پارگی نرمال مرتبط با چرخه نوعی مورد استفاده، تقلید کند. بدین منظور، چرخه شتاب یافته باید دارای تعداد مشابه لحظات آغاز/ توقف همانند ردیابی در یک روز با ۱۲ ساعت روشنایی خورشید، باشد. تولیدکننده باید تعداد متوسط رویدادهای آغاز/ توقف روزانه را برای هر محور، با فرض آن که خورشید $^{\circ}$ ۱۸۰در سمت و $\pm$۵۰ در ارتفاع طی یک روز نوعی حرکت می‌کند، محاسبه نماید. چرخه شتاب یافته برای قطار درایو باید دارای تعداد مشابه رویدادهای آغاز/ توقف برای هر محور، همان‌طور که برای روز نوعی محاسبه شد، باشد. برای محور سمت، انتظار می‌رود که آغاز/ توقف به تدریج ردیاب را به سمت حد غربی حرکت دهد، در حالی که توصیه می‌شود برای محور ارتفاع، نیمی از رویدادها ردیاب را به بالا و نیمی دیگر آن را به پایین حرکت دهند.



شکل۱۲- نمایش پروفایل حرکت گسسته ردیاب

به منظور برآورده کردن الزامات بالا در دوره زمانی کوتاه، چرخه شتاب یافته باید شبیه شکل ۱۳ باشد، که در آن تمامی زمان‌های توقف به میزان قابل توجهی کاهش یافته و زمان‌ها و سرعت‌های گام، افزایش یافته اند. اگرچه که شکل ۱۳ تنها یک مثال است، در حالی که چرخه‌های شتاب یافته واقعی، وابسته به پروفایل عملیاتی نوعی ردیاب خواهند بود.



شکل۱۳- نمایش پروفایلی از حرکت گسسته شتاب یافته برای آزمون

روشی جایگزین به منظور حلقه‌زدن از طریق یک «چرخه قطار درایو نوعی»، شتاب دادن ساعت کنترل کننده به گونه‌ای است که حرکت‌های ردیابی واقعی خورشید، به‌نحوی چنان انجام شوند که در سرتاسر یک

سال نجومی، اما با سرعت شتاب یافته خواهند بود (این گزینه تنها برای کنترل کنندهی مناسب است که توسط محاسبات نجومی راه‌اندازی می‌شود). می‌توان به منظور برقراری دمای اجزای قطار درایو، بین چرخه‌ها توقف‌های به موقع وارد نمود.

از آنجایی که چرخه شتاب‌یافته می‌تواند بارهای حرارت‌زای غیر طبیعی را بر روی سامانه راه انداز، موتورها، پمپ‌ها، منابع تغذیه قرار دهد، استفاده از وسایل خنک‌کننده بیرونی برای موتورها، پمپ‌ها و دیگر اجزای درایو، مجاز است. اگر از سامانه خنک‌کننده بیرونی استفاده گردید، در هیچ موردی نباید از آن برای رساندن دما به زیر دمای محیط یا زیر دمای عملیاتی نرمال مورد انتظار، استفاده کرد. دمای عملیاتی نرمال مورد انتظار را می‌توان توسط اندازه‌گیری مقدار افزایش یافته نسبت به دمای محیطِ اجزای قطار درایو مربوطه در روزی صاف و آفتابی، زمانی که DNI بالاتر از $۸۵۰\ \mathrm{W/m^2}$ باشد، تعیین نمود.

سامانه باید ۳۶۵۰ چرخه را کامل نماید (۱۰ سال ۳۶۵ روزه). گرچه هیچ محدودیتی در زمینه زمان چرخه وجود ندارد، در صورت به حداقل نرساندن، می‌توان این آزمون را طولانی نمود. برای مثال، چرخه‌ای ۲۴ دقیقه‌ای و بدون قطعی برابر با زمان کلی آزمونی دو ماهه است.

ممکن است همه اجزای سامانه الکترومکانیکی برای عملکرد ۱۰ ساله بدون تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه (PM) مانند روغن‌کاری، تعویض روغن، یا تعمیر و نگهداری اصلاحی (CM) به منظور تعمیر یا تعویض قطعات خراب یا فرسوده، طراحی نشده باشند. طی دوره این آزمون، سامانه باید به منظور انجام PM و CM تعیین شده توسط تولیدکننده، متوقف شود و قبل از شروع گردش مکانیکی به آزمایشگاه آزمون اطلاع داده شود. اگر هر قطعه‌ای قبل از زمان مشخص شده در نقشه CM خراب شود، به معنای عدم گذراندن آزمون تلقی خواهد شد. ممکن است تولیدکننده به دلایل دیگری توقف آزمون را برنامه‌ریزی نموده و اعلام نماید. برای مثال، ممکن است مفید باشد تا ۳۶۵۰ چرخه شتاب یافته را در شب انجام داد، به نحوی که بتوان به ردیاب امکان ردیابی خورشید در طول روز داده شود. مقادیر از قبل تعیین شده PM، CM و برنامه خاموشی باید به عنوان بخشی از گزارش آزمون، ثبت شوند. گزارش آزمون باید مستندی از زمان مورد نیاز برای هر توقف PM برنامه‌ریزی شده و زمان لازم برای توقف CM را به همراه فهرستی از تمامی قطعات تعمیر یا تعویض شده، ارائه کند. برای هدف این آزمون، قابلیت دسترسی باید به عنوان تعداد کل ساعات دوره آزمون منهای حاصل جمع زمان‌های توقف برای PM و CM تقسیم بر تعداد کل ساعات دوره آزمون، تعریف شود. تعداد کل ساعات دوره آزمون نباید شامل توقف‌های از قبل تعیین شده برای ردیابی در طول روز یا دیگر دلایل غیر مرتبط با چرخه شتاب یافته باشد. تولیدکننده باید تیمی فنی برای تعمیر و نگهداری های پیشگیرانه و اصلاحی مورد نیاز، فراهم کند. ساعت آزمون باید در بازه های برنامه ریزی شده برای PM و CM متوقف شود و پس از آن که تیم فنی برای آغاز خدمات برنامه‌ریزی شده در ایستگاه قرار گرفت، به کار خود ادامه دهد. این امر به منظور اجتناب از جریمه‌های بی مورد برای تعمیر و نگهداریِ برنامه‌ریزی شده است که ممکن است انجام آن در آخر هفته‌ها یا زمان مسافرت‌های طولانی باشد که همزمان با رفتن به آزمایشگاه

آزمون شود. ویدیو، ضبط کننده رخدادها، یا سایر روش‌ها و تجهیزات مناسب باید برای ردیابی زمان عملیات و زمان توقف، به کار گرفته شوند.

۸-۶-۳ الزامات

الف- وسایل ثبت باید تایید کنند که ۳۶۵۰ چرخه بدون خطا انجام گرفته است.

ب- ورود آب نباید:

- آنقدر باشد که با عملکرد صحیح تجهیزات تداخل نموده یا ایمنی را مختل سازد.
- به بخش‌های برقدار یا سیم‌پیچ‌هایی برسد که برای کار تحت رطوبت طراحی نشده‌اند.

پ- هیچ ترک‌خوردگی عمده‌ای نباید طبق فهرست زیر پیدا شود (سایر ترک خوردگی‌ها باید ثبت شوند، اما تشکیل خرابی را نمی‌دهند):

- ترک‌خوردگی‌ای که امکان نشت روغن یا سیال قطار درایو را از سامانه بدهد؛ این امر شامل نشتی کُندی نیز می‌شود.
- ترک‌خوردگی‌هایی که در عملکرد ساختاری صحیح ایجاد اختلال کرده یا نشان‌دهنده خطر بالقوه برای افرادی باشد که در اطراف ردیاب مشغول به کار هستند.
- ترک‌خوردگی‌هایی که بر عملکرد الکتریکی صحیح ردیاب تاثیر می‌گذارند.

ت- سیم‌کشی نیابد نشان دهنده ساییدگی‌ها یا فرسودگی باشد که موجب بی‌حفاظ شدن هادی شود. پیچش نباید موجب خمش، با شعاعی کمتر از ۱۲ برابر قطر هادی‌ای که به صورت جداگانه حفاظ‌دار/ عایق‌دار شده، یا با شعاعی کمتر از ۷ برابر قطر نهایی کابل چدن- هادی بسته‌بندی شده گردد.

ث- هیچ پایانه معیوب یا شل شده‌ای نباید پیدا شود.

ج- هیچ‌گونه پیچ، بست، مهره یا واشر شل شده‌ای که نشان دهنده خطر ایمنی باشد نباید پیدا شود. تمامی پیچ‌ها، بست‌ها، مهره‌ها یا واشرهای شل شده باید در گزارش آزمون، ثبت شوند.

ح- آزمون درستی ردیابی باید مطابق با زیربند ۷-۴ قبل و بعد از گردش مکانیکی انجام شود. آزمون درستی مکانیکی پس از گردش مکانیکی را می‌توان تنها به آرایه نقطه بیشینه انحراف و شرایط وزش باد کند، محدود نمود. نود و پنجمین درصد درستی قبل و بعد از گردش مکانیکی باید در حدود ۲۰٪ باشد تا آزمون را با موفقیت پشت سر گذارد.

خ- هیچ قطعه‌ای به جز آنهایی که در نقشه CM مکاتبه شده‌اند، نباید تعویض شود. اگر قطعه خاص در نقشه CM قبل از زمان تعویض مشخص شده برای آن خراب شود، این امر موجب بروز خطا خواهد شد.

۹ آزمون احراز شرایط طراحی مختص تجهیزات الکترونیکی ردیاب

۹-۱ هدف کلی

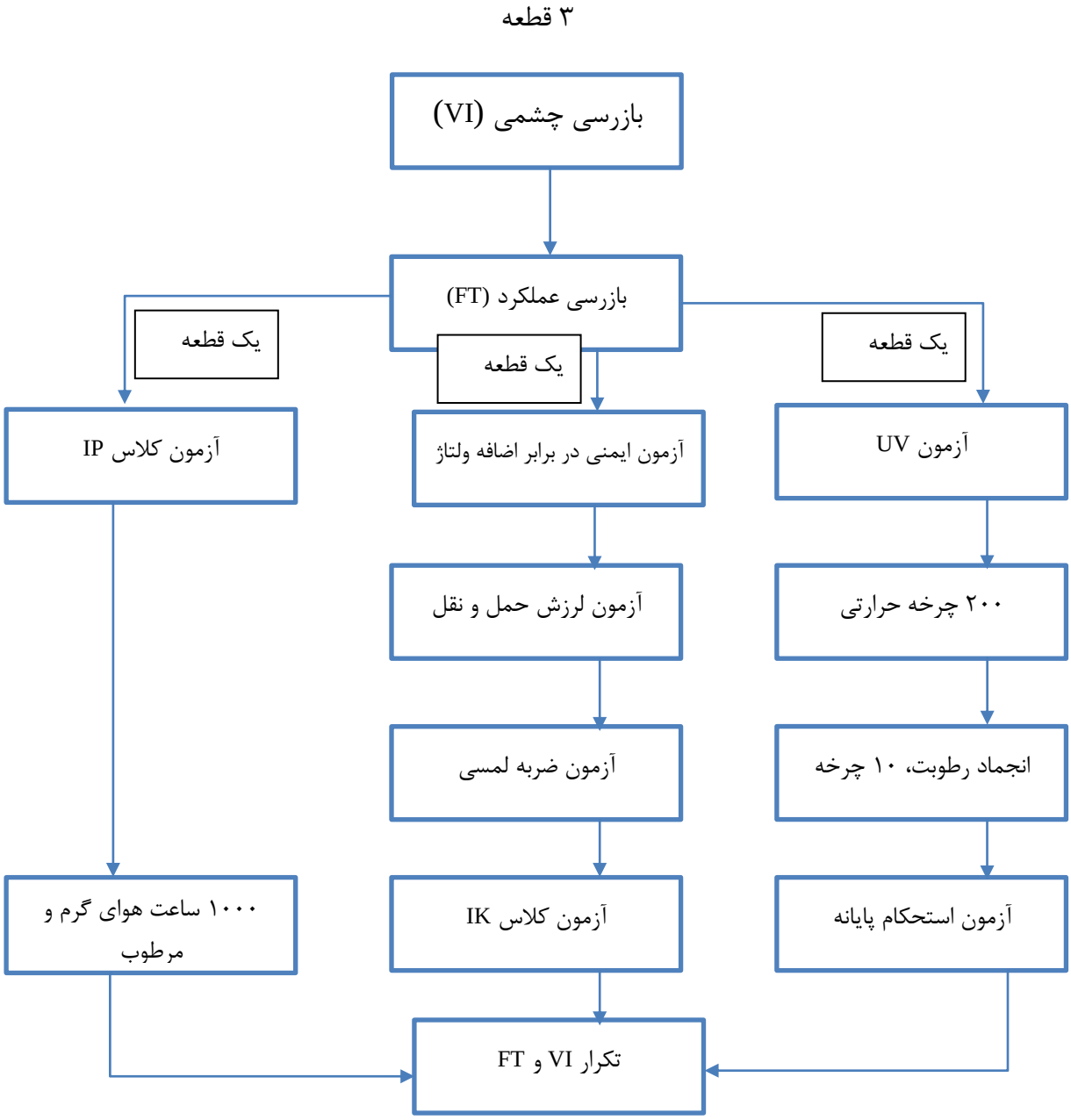
تجهیزات الکترونیکی می‌توانند مکانیزم‌های مجزای خطا، همانند آنهایی‌که مربوط به تجهیزات مکانیکی مرتبط با ردیاب هستند، داشته باشند. به این دلیل، آزمودن تمامی تجهیزات با استفاده از مجموعه‌ای مشترک از آزمون‌ها، بی معنی بوده و اقتصادی نیست. آزمون‌های ذیل به منظور پرده‌برداری از خطاهای زودرس مرتبط با سامانه اجزای الکترونیکی (ECS [1]) ردیاب، طراحی شده‌اند. ECS شامل سامانه‌های الکترونیکی کنترل، منابع تغذیه، حس‌گرها، انکدرها، محفظه‌ها بوده، اما شامل اجزای درایو مانند موتورها، پیستون‌ها، شیرها، پمپ‌ها یا تجهیزاتی که عموما تحت طبقه‌بندی مکانیکی قرار می‌گیرند، نمی‌شود. از آنجایی که طرح‌های مکانیکی ردیاب‌های مختلف می‌توانند از سامانه کنترل مشترکی بهره گیرند، انتظار می‌رود که ECS ردیاب نیاز به تنها بار آزمونی طبق بند ۹ داشته باشد. گرچه که آزمون طبق بند ۹ صحت ECS را برای استفاده در ردیابی تایید می‌کند، طراحی بخصوص ردیاب، تنها زمانی تمام استاندارد احراز شرایط طراحی را با موفقیت پشت سر خواهد گذاشت که با یک ECS برای آزمون بندهای ۷ و ۸ همراه شده باشد. اجزای ترکیب‌شده ECS، قابلیت کنترل سامانه ردیاب را فراهم می‌کنند، بنابراین، عملکرد سامانه ECS باید در کل مورد آزمون قرار گیرد.

۹-۲ آزمون‌های پی‌درپی برای اجزای الکترونیکی

۹-۲-۱ کلیات

سه نمونه از اجزای داده شده باید تحت سلسله آزمون‌های ارائه شده در شکل ۱۴ قرار گیرند. توضیح هر آزمون در ادامه آمده است.

1-Electronic components system



شکل۱۴– توالی آزمون برای اجزای الکترونیکی

۹-۲-۲ بازرسی چشمی از اجزای الکترونیکی

۹-۲-۲-۱ هدف

هدف از این آزمون، تشخیص هرگونه نقص قابل دیدن مربوط به اجزای الکترونیکی ردیاب است. بازرسی چشمی قبل و بعد از آزمون‌های پی‌درپی انجام شده و برای دریافت و ثبت گستره وسیعی از مسایل

ناشناخته‌ای که می‌تواند به دلیل آزمون‌های صورت گرفته به وجود آید، به کار گرفته می‌شود. مگر آن که در الزامات ذکر شده باشد که نقایص قابل دیدن موجب بروز خطا نمی‌شوند.

۹-۲-۲-۲ روش اجرایی

هر کدام از قطعات الکترونیکی را با درستی برای شرایط ذیل، بازرسی نمایید. تمام نقص‌های یافته شده را در فرم نوشتاری و با عکس، ثبت نمایید. بوردهای مداری باید تحت بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر، بازرسی شوند.

- قطعات شکسته، ترک خورده، خم شده یا منحرف.
- ترک‌های اتصالات لحیم کاری شده، شاخه‌ها، لایه لایه شدن بورد مدارهای چاپی.
- خوردگی قابل رویت سطح محفظه.
- سیم یا کابل ترک خورده، فرسوده یا به هر نحوی آسیب دیده.
- پایانه‌های شل یا خراب، قطعات الکتریکی که در معرض انرژی قرار گرفته‌اند.
- هر شرایط دیگری که ممکن است عملکرد، کاربرد یا ایمنی را تحت تاثیر قرار دهد.

از تمامی شرایط قابل رویت که طی دوره آزمون، بدتر شده یا تغییر کرده‌اند، یادداشت برداری کنید.

۹-۲-۲-۳ الزامات

برای پشت سر گذاشتن موفقیت‌آمیز بازرسی چشمی ابتدایی و انتهایی، هیچ کدام از موارد ذیل نباید وجود داشته باشند:

- خرابی‌هایی که نشان دهنده موضوعی ایمنی هستند.
- خرابی‌هایی که مانع از عملکرد نرمال شوند.
- ترک‌خوردگی اتصالات لحیم‌کاری شده/ یا قطع شدن قطعات؛
- لایه لایه شدن بورد مدار چاپی؛
- اجزای ترک خورده بورد مدار؛

۹-۲-۳ آزمون عملکرد

۹-۲-۳-۱ هدف

هدف از آزمون عملکرد، تایید عملکرد ECS بر مبنای طراحی است، که در درجه اول به معنای قابلیت کنترل سازه ردیاب است. این آزمون قبل و بعد از آزمون پی‌درپی انجام شده و به عنوان اولین معیار رد/ قبول به کار گرفته می‌شود.

۹-۲-۳-۲ روش اجرایی

سامانه ECS باید مطابق با زیربند ۷-۴-۲-۱ در فضای باز نصب شود یا در راه اندازی مجازی نصب گردد.

در صورت نصب در فضای باز، موارد ذیل باید برای تایید عملکرد، انجام شوند:

الف- ۴ ساعت ردیابی در-آفتاب با شرایط آسمان صاف. در صورتی که کنترل کننده از حس‌گر بازخورد تابندگی خورشیدی استفاده نکند، می‌توان به جای ردیابی در-آفتاب از آزمون تکرارپذیری اشاره‌گر قطار درایو مطابق با زیربند ۸-۴-۲ استفاده نمود.

ب- قابلیت حرکت هر محور مربوطه را در هر جهت گردش بررسی کنید.

پ- در صورت وجود، امکان راه اندازی و دستیابی به موقعیت پناهگیری را بررسی کنید.

ت- بررسی کنید که در زمان راه اندازی، تمامی کلیدهای درگیر برای توقف حرکت (برای مثال، لیمیت سوئیچ‌ها، کلیدهای دستی، کلیدهای توقف، لیمیت سوئیچ‌ها سخت) موجب متوقف شدن حرکت اعمال شده شود. کلیدهای گفته شده باید به‌صورت مکانیکی راه اندازی شوند، اما می‌توان آنها را به هر روشی که آزمایشگاه آزمون آن را مناسب تشخیص دهد، به کار گرفت.

ث- در صورتی که از کنترل‌های دستی استفاده می‌شود، بررسی‌کنید که تمامی کاربردهای دستی به همان صورت مد نظر، عمل می‌کنند.

ج- حرکت رفت و برگشتی $^{\circ}$ ۵۰ (یا گستره کامل حرکتی، هرچه که کوچکتر است) را در هر محور مربوطه در هر جهت گردشی در زمان اندازه‌گیری مصرف انرژی (کل انرژی راه انداز و کنترل‌کننده) با مبدل انرژیی با درستی ۱٪ یا بهتر، انجام دهید. انرژی مصرف شده برای انجام این رفت و برگشت باید در حدود ۱۵٪ از آغاز تا پایان آزمون کاربردی باشد.

گرچه آزمون در-آفتاب مستحکم‌ترین آزمون کاربری برای ECS شناخته می‌شود، راه اندازی مجازیی می‌تواند سودهای زیادی از نظر هزینه و قابلیت دسترسی فراهم کند. موارد ذیل باید به منظور بررسی قابلیت محیط مجازی، انجام شوند:

ح- ECS باید به سامانه‌ای تحریک متناسب با طراحی‌اش متصل شود (برای مثال پمپ/ شیر/ پیستون هیدرولیک، موتورهای DC، موتورهای AC). انکدرها، حس‌گرهای بازخورد، لیمیت سوئیچ‌ها، سایر اجزای ECS باید به سامانه راه‌نداز متصل شوند. تولیدکننده باید مجاز باشد تا بارگذاری را برای سامانه تحریک فراهم کند، اگر این کار برای کارکرد کنترل کننده طبق طراحی، ضروری باشد.

خ- قابلیت سامانه کنترل در حرکت دادن هر راه انداز در تمامی جهت‌های مربوطه را بررسی کنید.

د- قابلیت سامانه کنترل در حرکت دادن هر راه انداز را تا مکانی از قبل تعیین شده بررسی کنید. اگر کنترل کننده از بازخورد به دست آمده از حس‌گر موقعیت خورشیدی بهره گیرد، آنگاه باید منبع نور

متحرکی کمینه $100\ W/m^2$ و زاویه تعدیل 1° یا کمتر را وارد آزمون نمود. منبع نور و حس‌گر بازخورد باید هم‌راستا باشند. با به دست آمدن هم‌راستایی، بررسی کنید که سامانه کنترل ثابت شده و تمامی راه‌اندازی‌ها متوقف می‌شوند. منبع نور را حدود 1° در زاویه گردش، بهم بریزید. بررسی کنید که سامانه تحریکی پاسخ داده و مجددا با منبع نور هم‌راستا می‌شود. فرآیند را برای تمامی جهت‌های گردش و مجددا برای اختلال 5° تکرار کنید.

ذ- در صورت وجود، فرایند پناهگیری را فعال نموده و بررسی کنید که محرک‌ها به مکان‌های صحیح حرکت کنند.

ر- بررسی کنید که در زمان راه‌اندازی، تمامی کلیدهای درگیر برای توقف حرکت (برای مثال، لیمیت سوئیچ‌ها، کلیدهای دستی، کلیدهای توقف، لیمیت سوئیچ‌ها سخت) موجب متوقف شدن حرکت اعمال شده شود. کلیدهای گفته شده باید به‌صورت مکانیکی راه‌اندازی شوند، اما می‌توان آنها را به هر روشی که آزمایشگاه آزمون آن را مناسب تشخیص دهد، به کار گرفت.

ز- در صورت به کار بردن کنترل‌های دستی، بررسی کنید که تمامی عملکردهای دستی محرک‌ها به صورت معین شده به کار رود.

س- مقدار جریان و ولتاژ را در محل‌های ذیل اندازه‌گیری کنید:

- توان ورودی به کنترل کننده؛
- توان خروجی از کنترل کننده به سمت رله‌ها، شیرها، حس‌گرها، یا راه انداز؛
- منبع تغذیه اولیه به سامانه راه انداز.

۹-۲-۳-۳ الزامات

الف- تمامی تاییدیه‌های فهرست شده در بخش «روش اجرایی» باید کسب شوند.

ب- در صورت انجام آزمون فضای باز، درستی ردیابی نوعی در نقطه کمینه انحراف و شرایط وزش باد کم باید در حدود ۲۰٪ برای قبل و بعد از آزمون کاربردی باشد (به فصل ۷ مراجعه شود). از آنجایی‌که ممکن است نیاز باشد بازخورد و دیگر حس‌گرها برای آزمون ECS از ردیاب حذف شوند، هم‌راستایی مجدد حس‌گرهای گفته شده با اندازه‌های خطای اشاره‌گر، مورد انتظار است.

پ- در صورت انجام آزمون فضای باز و استفاده از اشاره‌گر قطار درایو به جای درستی ردیابی، تکرارپذیری اشاره‌گر برای قبل و بعد از آزمون کاربردی باید در حدود ۱۰٪ باشد.

ت- تمامی مقادیر جریان و ولتاژ، پیش از آغاز آزمون باید درون گستره‌های مشخص شده توسط تولیدکننده باشند. با فرض نصب ECS با تجهیزات تحریک مشابه برای آزمون ابتدایی و انتهایی، مقادیر بیشینه جریان و ولتاژ از آزمون‌های کاربردی ابتدایی و انتهایی باید در حدود ۱۵٪ باشد.

۹-۲-۴ حفاظت در برابر گرد و خاک، آب، اجسام خارجی (کد IP)

۹-۲-۴-۱ هدف

درجه حفاظت (کد IP) تعیین‌کننده محدوده‌ای است که محفظه تا آن حد مراقبت را در برابر دسترسی به بخش‌های خطرناک، نفوذ اجسام جامد خارجی، یا ورود آب و گرد و خاک، بر طبق موارد اثبات شده توسط روش‌های آزمون استاندارد، فراهم می‌آورد.

۹-۲-۴-۲ الزومات

تمامی محفظه‌های ECS باید حداقل IP54 را برآورده‌کنند. آزمون‌ها در پیروی از IEC 60529 هدایت می‌شوند. در صورتی‌که محفظه برای ECS ای که قبلا توسط حداقل درجه‌بندی IP54 تایید شده باشد، مورد استفاده قرار گیرد، نیازی به تکرار این آزمون نیست.

۹-۲-۵ محافظت در برابر تاثیرات مکانیکی (کد IK)

۹-۲-۵-۱ هدف

درجه حفاظت (کد IK) تعیین‌کننده محدوده‌ای است که محفظه تا آن حد مراقبت را در برابر تاثیرات مکانیکی به‌عمل می‌آورد.

۹-۲-۵-۲ الزامات

آزمون‌ها با پیروی از استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۳۶ با استفاده از آونگ پاندول شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۷۵-۲-۱۳۰۷ هدایت می‌شوند (آزمون Eha). تجهیزات به‌صورت پیش‌فرض به مدت یک ساعت در اتاق با دمای ۱۰°C- قرار گرفته‌اند؛ آزمون طی یک دقیقه از حذف آن در شرایط جوی نرمال آزمایشگاه‌ی انجام می‌شود. روش‌های این آزمون در پیوست ت از استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۳۶ شرح داده شده‌اند. تجهیزات با توجه به روش آماده‌سازی شماره ۱، نصب می‌شود.

رده IK مورد نیاز برای تمامی محفظه‌های ECS، IK05 است.

محفظه نباید هیچ‌گونه ترک خوردگی یا کج بودنی که برای عملکرد آن مضر باشد، از خود نشان دهد. اگر محفظه‌ای که برای ECS مورد استفاده قرار می‌گیرد قبلا توسط درجه‌بندی IK05 تایید شده باشد، نیازی به تکرار این آزمون برای محفظه فوق الذکر نخواهد بود.

۹-۲-۶ آزمون استحکام پایانه‌ها

۹-۲-۶-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون، مشخص نمودن مقاومت پایانه‌ها و ضمایم آنها که به قطعات متصل می‌شوند، در برابر فشارهایی است که احتمالا طی عملیات مونتاژ و کاربری عادی به آنها وارد می‌شود.

۹-۲-۶-۲ نوع پایانه

سه نوع پایانه قطعات مد نظر قرار می‌گیرد:

- نوع A: سیم یا سیم سیار؛
- نوع B: پلاک‌ها، میله‌های رزوه‌دار، پیچ‌ها، غیره؛
- نوع C: اتصال دهنده.

۹-۲-۶-۳ روش اجرایی

۹-۲-۶-۳-۱ کلیات

پیش شرط: قرار گرفتن به مدت ۱ ساعت در شرایط جوی استاندارد برای اندازه‌گیری و آزمون.

۹-۲-۶-۳-۲ پایانه‌های نوع A

آزمون کشش: به صورت شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۱-۱۳۰۷، Ua را با شرایط ذیل آزمون کنید:

- تمامی پایانه‌ها باید آزمون شوند.
- نیروی کششی هرگز نباید از وزن قطعه بیشتر باشد.

آزمون خمش: به صورت شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۱-۱۳۰۷، Ub را با شرایط ذیل آزمون کنید:

- تمامی پایانه‌ها باید آزمون شوند.
- ۱۰ چرخه را انجام دهید (چرخه، خمش در هر جهت مخالف است).

۹-۲-۶-۳-۳ پایانه‌های نوع B

آزمون‌های کشش و خمش:

الف- برای تمام قطعات با پایانه‌های نمایان، هر پایانه باید مانند پایانه‌های نوع A مورد آزمون قرار گیرد.

ب- اگر پایانه‌ها در جعبه حفاظتی قرار گرفته‌اند، روش اجرایی ذیل باید انجام شود.

کابلی با اندازه و نوع پیشنهادشده توسط تولیدکننده قطعه، که به طول مناسب بریده شده است، باید با استفاده از روش اجرایی پیشنهادی تولیدکننده به پایانه‌های درون جعبه متصل شود. کابل باید از طریق سوراخ حفاظ کابل، با تلاش برای استفاده از هر آرایش گیره کابل فراهم شده، وارد شود. درپوش جعبه باید به طور ایمن برداشته شود. سپس قطعه باید مانند پایانه نوع A مورد آزمون قرار گیرد.

آزمون گشتاور: به صورت شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۱-۱۳۰۷، Ud را با شرایط ذیل آزمون کنید:

- تمامی پایانه‌ها باید آزمون شوند؛
- سفتی ۱.

مهره‌ها و پیچ‌ها باید این قابلیت را داشته باشند که بعدا بتوان آنها را شل کرد، مگر آن که اختصاصا برای اتصال دائمی طراحی شده باشند.

۹-۲-۶-۳-۴ پایانه‌های نوع C

کابلی با اندازه و نوع پیشنهاد شده توسط تولیدکننده قطعه، که به طول مناسب بریده شده است، باید به انتهای خروجی واسط متصل شود، آزمون‌ها برای پایانه‌های نوع A باید انجام شود.

۹-۲-۶-۴ الزامات

ECS باید بازرسی چشمی و آزمون کاربردی را با موفقیت پشت سر گذارد و هیچ مدرکی دال بر آسیب مکانیکی نباید وجود داشته باشد.

۹-۲-۷ آزمون ایمنی در برابر موج ضربه

۹-۲-۷-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون، آزمودن توانایی تجهیزات الکترونیکی مرتبط با ردیاب (قطعات الکترونیکی کنترل، منابع تغذیه، حس‌گرها، انکدرها و غیره) برای مقابله با موج‌های ضربه مربوط به رعد و برق، کلیدزنی، یا دیگر حالات گذرای ولتاژ کوتاه است.

۹-۲-۷-۲ روش اجرایی

تمامی قطعات الکترونیکی، کنترل کننده‌ها، منابع تغذیه که بخشی از سامانه ردیاب هستند باید تحت استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴-۷۲۶۰ مورد آزمون قرار گیرند (روش‌های آزمون و اندازه‌گیری، آزمون ایمنی در مقابل موج ضربه). تجهیزات الکترونیکی ردیاب باید از نوع رده ۳ در نظر گرفته شوند (محیط الکتریکی که

کابل‌ها در آن به‌طور موازی کار می‌کنند)، مگر آن که بتوان مدرکی دال بر مناسب بودن طبقه‌بندیی با درستی کمتر/پایین‌تر برای وسایل تحت آزمون، ارائه داد.

۹-۲-۷-۳ الزامات

تجهیزات الکترونیکی تحت آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴-۷۲۶۰، در صورت صحیح بودن بند ۹ت استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴-۷۲۶۰، نباید مورد قبول واقع شوند (فقدان کارکرد یا تنزلی که قابل بازیابی نباشد). الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند.

۹-۲-۸ آزمون لرزش حمل و نقل

۹-۲-۸-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون تشخیص نقاط ضعف مکانیکی و/ یا تعیین هرگونه افت در پارامترهای مشخص شده است. با توجه به استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۳۰۷، این آزمون باید بر روی عناصر ساختاری یا وسایلی که طی حمل و نقل توسط کشتی، هواپیما، وسایل حمل و نقل زمینی، در معرض لرزش‌های هارمونیک قرار می‌گیرند، صورت گیرد.

۹-۲-۸-۲ درجه سختی

گستره فرکانس: ۱۰ Hz تا ۱۱٫۸ Hz، ۱۱٫۹ Hz تا ۱۵۰Hz

دامنه ثابت: ۳٫۵ mm

شتاب ثابت: ۲ g

چرخش: ۱octave/ min

مدت زمان بر روی هر محور: ۲ h

مدت کل آزمون: ۶ h

۹-۲-۸-۳ روش اجرایی

به استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۳۰۷ مراجعه کنید. نمونه‌ها طی آزمون برق‌دار نشده‌اند، اما ممکن است آن طورکه برای حمل و نقل طراحی شده، بسته‌بندی شده باشند.

۹-۲-۸-۴ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند.

۹-۲-۹ آزمون ضربه

۹-۲-۹-۱ هدف

در ارتباط با آزمون قبلی، هدف از انجام این آزمون کشف نقاط ضعف مکانیکی و/ یا تعیین بقا یا خراب شدن پارامترهای مشخص شده است. آزمون‌ها منطبق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۷-۲-۱۳۰۷ انجام می‌شوند.

۹-۲-۹-۲ درجه سختی

دامنه شتاب: ۱۵g

نوع ضربه: نیمه سینوسی

مدت ضربه: ۱۱ms

توالی ضربه‌ها: ۱s

تعداد ضربه‌ها: ۱۸(۶×۳)

۹-۲-۹-۳ روش اجرایی

به استاندارد ملی ایران شماره ۲۷-۲-۱۳۰۷مراجعه شود. نمونه‌ها در طول مدت آزمون نه بسته‌بندی شده و نه برقدار شده‌اند.

۹-۲-۹-۴ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند.

۹-۲-۱۰ آزمون UV

۹-۲-۱۰-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون تعیین قابلیت تحمل قطعه در برابر تابندگی پرتو فرابنفش (UV) است. این آزمون تنها در مورد قطعات پلیمری/ الکتریکی/ الکترونیکی که توسط محفظه‌ها محافظت نمی‌شوند، صورت می‌گیرد.

۹-۲-۱۰-۲ لوازم مورد نیاز

وسایل مورد نیاز برای انجام این آزمون در فهرست زیر موجود است:

الف- اتاقک آزمونی با دمای کنترل‌شده یا آرایش دیگری با یک دریچه یا محلی برای منبع پرتو UV و قطعه تحت آزمون. اتاق باید قادر به نگه داشتن دمای قطعه در °C (۵ ± ۶۰) و شرایط خشک باشد.

ب- منبع پرتو UV با قابلیت تولید تابندگی UV با یکنواختی ٪۱۵± بر روی صفحه آزمون قطعه و قادر به فراهم‌نمودن تابندگی کل ضروری در نواحی طیفی مختلف طبق روش اجرایی. گزارش آزمون باید نشان دهد که کدام پرتو UV مورد استفاده قرار گرفته است.

پ- وسایلی برای اندازه‌گیری و ثبت دمای سطح قطعه تا درستی در حدود ۲ °C±

ت- تابش‌سنجی کالیبره شده با قابلیت اندازه‌گیری تابندگی UV در صفحه آزمون قطعه(ها).

۹-۲-۱۰-۳ روش اجرایی

الف- از تابش‌سنج مدرج برای اندازه‌گیری تابندگی در صفحه آزمون ارائه شده استفاده کنید و مطمئن شوید که در طول موج‌های بین ۲۸۰ nm و ۴۰۰nm، تابندگی طیفی آزمون هرگز بیشتر از ۵ برابر تابش طیفی استاندارد مربوطه، مشخص شده در استاندارد AM 1,5 توزیع تابندگی خورشیدی، توسط جدول ۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۴۱۱۵ نباشد، که هیچ تابندگی محسوسی در طول موج-های کمتر از ۲۸۰nm وجود نداشته و دارای یکنواختی ٪۱۵± روی صفحه آزمون است.

ب- قطعه را در مکان انتخاب شده در الف) با قرار دادن مهمترین سمت (برای مثال، سمتی که بیشترین نفوذ سیم یا کابل را دارد) به‌صورت طبیعی در برابر پرتو تابندگی UV، نصب کنید. اگر قطعه به طور طبیعی در جهتی نصب شده باشد تا سمت خاصی را از تابندگی تصادفی نور خورشید محافظت کند، آنگاه ممکن است قطعه مورد نظر در همین جهت در اتاق نصب شود.

پ- در حین تعمیر و نگهداری دمای قطعه درون گستره توصیه شده، قطعه را در معرض کمینه تابندگی ۱۵ kWh/m^2 در دامنه طول موج بین ۲۸۰ nm و ۴۰۰nm با ٪ ۳ تا ٪ ۱۰ کل انرژی طی باند طول موج بین ۲۸۰ nm و ۳۲۰nm قرار دهید.

ت- قطعه را به نحوی بچرخانید که پشت آن به‌طور طبیعی در مقابل پرتو تابندگی UV قرار گیرد.

ث- گام پ) را برای ٪ ۱۰ زمان در سطوح تابشی که روی قسمت جلویی انجام شدند تکرار کنید.

۹-۲-۱۰-۴ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند.

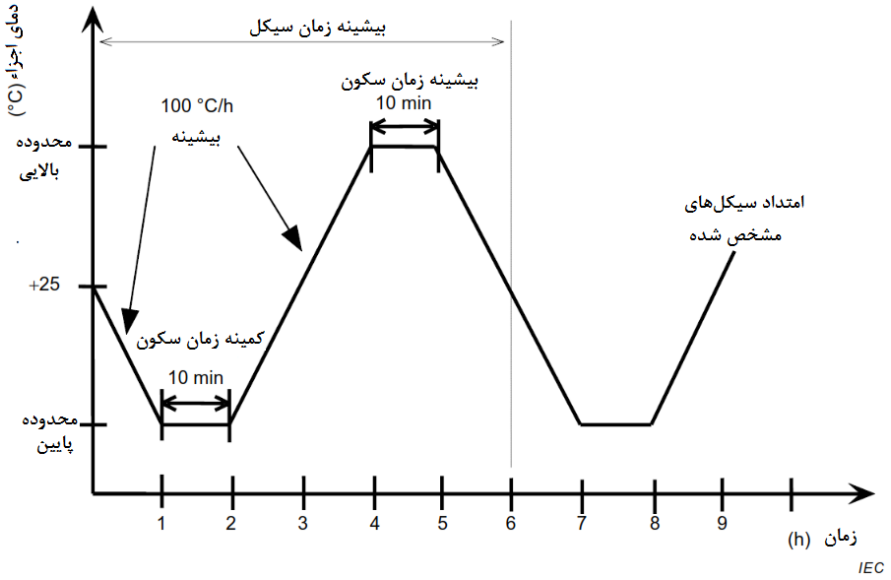
۹-۲-۱۱ آزمون چرخه دمایی

۹-۲-۱۱-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون، تعیین قابلیت قطعه در تحمل عدم تطابق دمایی، فرسودگی و دیگر فشارهای ناشی از تغییرات مکرر دمایی است.

۹-۲-۱۱-۲ روش اجرایی

قطعه الکترونیکی باید طبق شکل ۱۵ در معرض ۲۰۰ چرخه دمایی قرار گیرد، که در آن بیشینه دما ۸۵ °C و کمینه دما ۴۰ °C- است.



شکل ۱۵– آزمون چرخه دمایی قطعه الکترونیکی

الف– قطعه را تحت دمای اتاق در اتاق نصب کنید. اگر محفظه قطعه هادی الکتریکی ضعیف است، قطعه را بر روی چهارچوبی فلزی نصب نمایید.

ب- حس‌گر دمایی را (با درستی ۲ °C±) به سطح قطعه متصل نمایید. ابزار دقیق اتصال را از طریق پایانه-های قطعه متصل نمایید. نمایشگر عایق‌سازی را بین یک پایانه و چهارچوب نگه‌دارنده سازه متصل نمایید.

پ– اتاق را با هوای در گردش دور قطعه(ها) با سرعتی بزرگتر یا مساوی ۲ m/s ببندید، قطعه را با توجه به پروفایل نشان داده شده در شکل ۱۵، در معرض چرخش قرار دهید.

ت- طی مدت آزمون، دمای قطعه(ها) را ثبت نموده و قطعه(ها) را به‌منظور تشخیص خطای مدار باز یا زمین که ممکن است طی آزمون رخ دهد، تحت نظارت قرار دهید.

۹-۲-۱۱-۳ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند. هیچ‌گونه خطای متناوب مدار باز یا زمین نباید طی مدت آزمون یافت شود.

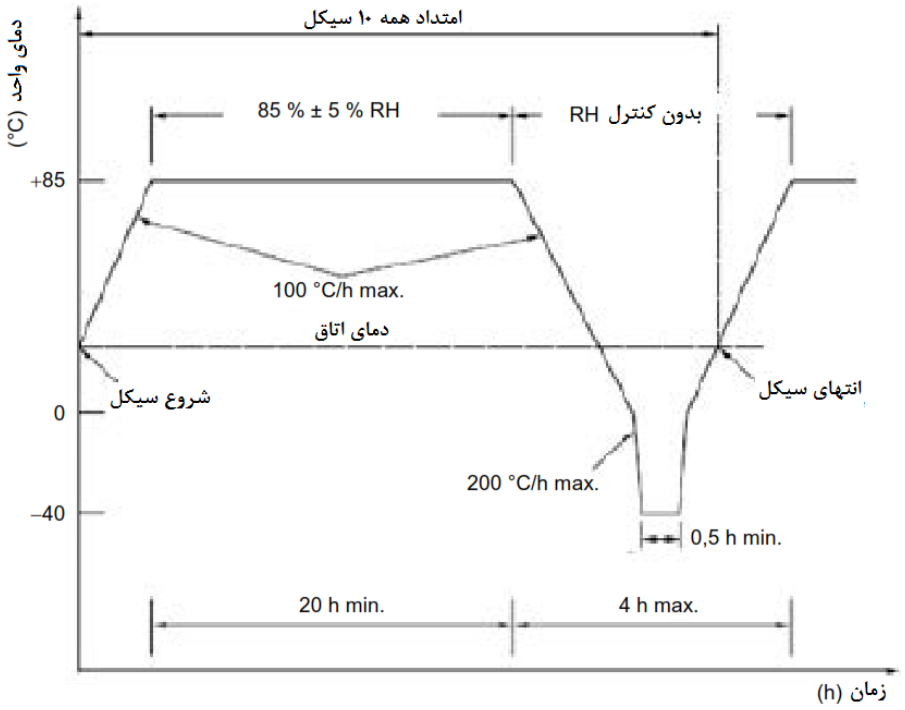
۹-۲-۱۲ آزمون رطوبت یخ‌زده

۹-۲-۱۲-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون بررسی قابلیت تحمل قطعه در برابر اثرات ناشی از سرما به دنبال دمای بالا و رطوبت است. این آزمون ضربه حرارتی نیست.

۹-۲-۱۲-۲ روش اجرایی

قطعه باید طبق شکل ۱۶ در معرض ۱۰ چرخه انجماد رطوبت با بیشینه دمای ۸۵ °C و کمینه دمای ۴۰ °C- قرار گیرد.



شکل۱۶ – آزمون رطوبت یخ‌زده قطعه الکترونیکی

الف- قطعه را در دمای اتاق و با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی □۵ نسبت به افق، نصب کنید. اگر محفظه قطعه هادی الکتریکی ضعیفی است، قطعه را بر روی چهارچوبی فلزی نصب نمایید.

ب- حس‌گر دمایی را (با درستی°C ۲±) به سطح قطعه متصل نمایید. ابزار دقیق اتصال را از طریق پایانه‌های قطعه متصل نمایید. نمایشگر عایق‌سازی را بین یک پایانه و چهارچوب نگه‌دارنده سازه متصل نمایید.

پ- اتاق را بسته و قطعه را با توجه به پروفایل نشان داده شده در شکل ۱۶ در معرض چرخش قرار دهید. کمینه و بیشینه دما باید در حدود °C ۵± و رطوبت نسبی در حدود ٪۵± نگه داشته شوند.

ت- طی مدت آزمون، دمای قطعه(ها) را ثبت نموده و قطعه(ها) را به‌منظور تشخیص خطای مدار باز یا زمین که ممکن است طی آزمون رخ دهد، تحت نظارت قرار دهید.

۹-۲-۱۲-۳ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند. هیچ‌گونه خطای متناوب مدار باز یا زمین نباید طی مدت آزمون یافت شود.

۹-۲-۱۳ گرما-نم

۹-۲-۱۳-۱ هدف

هدف از انجام این آزمون تعیین قابلیت تحمل قطعات در برابر اثرات نفوذ بلند مدت رطوبت است.

۹-۲-۱۳-۲ روش اجرایی

قطعه به مدت ۱۰۰۰ h در معرض رطوبت نسبی ٪(۵± ۸۵) در دمای °C (۵± ۸۵) قرار خواهد گرفت. قطعه را در دمای اتاق و با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی □۵ نسبت به افق، نصب کنید.

۹-۲-۱۳-۳ الزامات

الزامات بازرسی چشمی نهایی و آزمون کاربردی باید برآورده شوند.

۱۰ محاسبات اختیاری اضافی درستی

۱۰-۱ گستره درستی ردیابی نوعی

اگر ساده‌سازی بیشتر جدول هشت مقدار درستی در «محاسبات درستی» نشان داده شده در زیربند ۷-۴-۶ مطلوب باشد، آنگاه فرآیند ذیل باید دنبال شود:

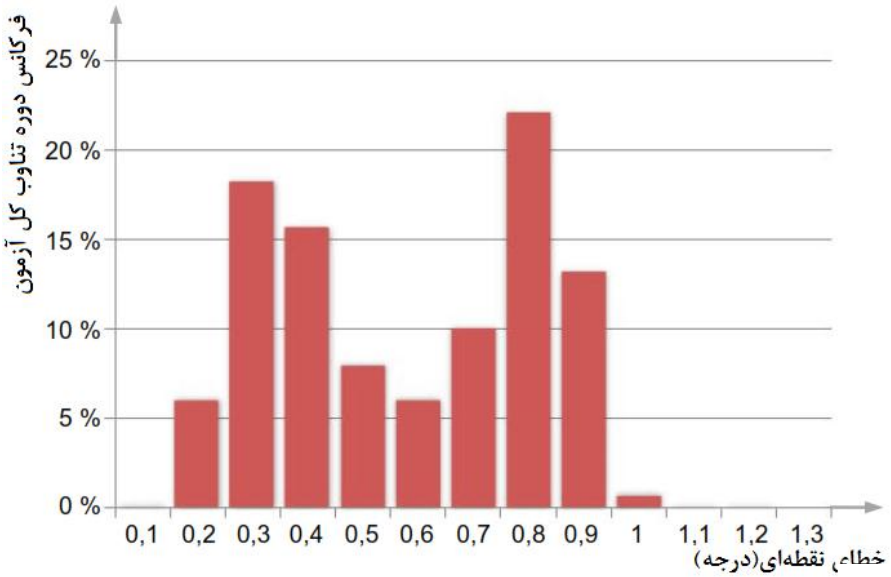
«درستی ردیاب (بهترین حالت نوعی)» نتیجه وزش باد کم، درستی نوعی و آرایه نقطه کمینه انحراف است. برای مثال، از داده‌های جدول ۲، این مقدار برابر با □۰٫۴گزارش خواهد شد. این روش، راهی برای تامین مقداری سریع برای خطایی «شرایط نوعا خوب با کمینه انحراف» است.

« درستی ردیاب (بدترین حالت نوعی)» نتیجه وزش باد زیاد، نود و پنجمین درصد درستی و آرایه نقطه بیشینه انحراف است. برای مثال، در جدول ۲، این مقدار برابر با □۱٫۴ گزارش خواهد شد. این روش، راهی برای تامین عددی منفرد به عنوان «خطای بدترین حالت» تقریبی برای راهبری طراحی است، گرچه که آن، بدترین مورد احتمالی مطلق نخواهد بود (این مساله عمدی است، تا از تاثیر یک یا دو نقطه داده پرت اجتناب شود).

این دو مقدار را می‌توان در سامانه‌ای استاندارد ساده‌شده گستره درستی، «درستی ردیابی نوعی: بهترین-بدترین» ترکیب نمود. برای مثال، از داده‌های استفاده شده برای ایجاد جدول ۲، درستی به صورت «گستره درستی ردیابی نوعی: ۰٫۴ تا ۱٫۴» گزارش خواهد شد.

۱۰-۲ نمودار ستونی خطای ردیابی

علاوه بر مطالب گفته شده در بالا، خطای اشاره‌گر را می‌توان مانند شکل ۱۷ در زیر، به‌صورت نمودار ستونی ترسیم نمود که نشان‌دهنده فرکانس مقادیر مختلف خطا برای کل دوره آزمون است.



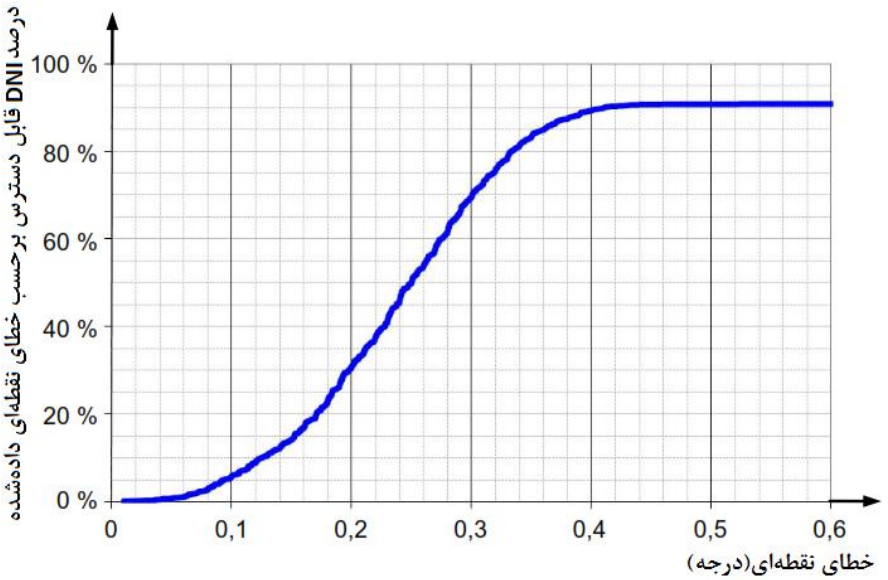
شکل۱۷ - توزیع فرکانس خطای اشاره‌گر برای کل دوره آزمون

۱۰-۳ درصد تابندگی در دسترسی به عنوان تابعی از خطای اشاره‌گر

داده‌های خطای اشاره‌گر را می‌توان با داده‌های DNI ترکیب نمود تا نموداری هندسی ایجاد کرد که حامل خطای اشاره‌گر اندازه‌گیری شده بر مبنای DNI موجود باشد.

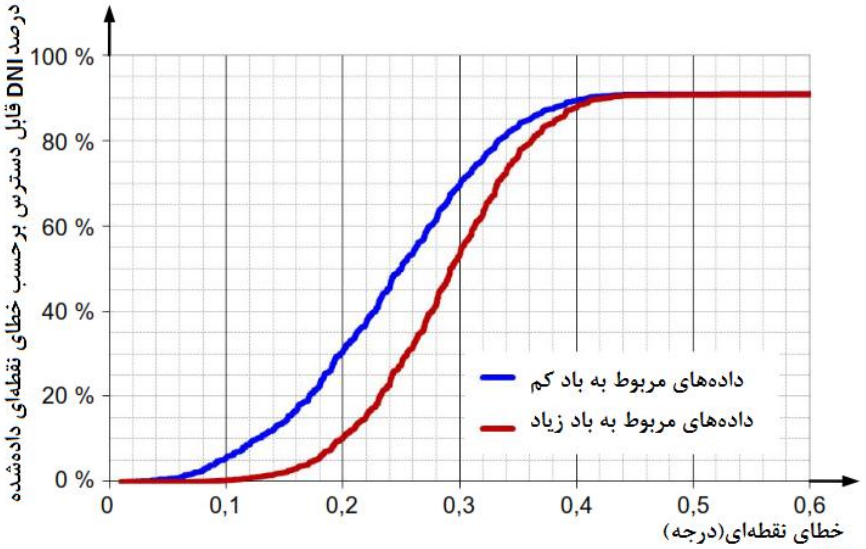
داده‌های خطای اشاره‌گر جمع‌آوری شده را توسط خطای ردیابی صعودی، مرتب سازی کنید.

برای هر خطای اشاره‌گر، انتگرال (یا جمع انباشته) مقادیر DNI را رو و زیر آن خطا، محاسبه نموده و نتایج را مانند شکل ۱۸ در نموداری ترسیم نمایید.



شکل۱۸ – تابندگی در دسترسی به عنوان تابعی از خطای اشاره‌گر

در صورت تمایل، داده‌های اولیه را توسط هر پارامتر مطلوب (برای مثال، سرعت وزش باد)، تقسیم‌بندی نموده و فرآیند بالا را برای هر گروه به‌صورت جداگانه انجام دهید. مثال در شکل ۱۹ نشان داده شده است.



شکل۱۹-تابندگی در دسترس به عنوان تابعی از خطای نقطه‌ای متناسب با سرعت وزش باد