



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۶۹-۱

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18369-1

1st.Edition

2014

ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک - الزامات

ایمنی برای ربات‌های صنعتی -

قسمت ۱:

ربات‌ها

**Robots and robotic devices — Safety
requirements for industrial robots —
Part 1: Robots**

ICS: 25.040.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر کارایی آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عبارات فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک - الزامات ایمنی برای ربات‌های صنعتی -
قسمت ۱: ربات‌ها»

رئیس:

رنجبر، سیدفرامرز
(دکترای مهندسی مکانیک)

دبیر:

ترکمن، بهاره
(فوق لیسانس مهندسی برق - کنترل)

اعضاء:

اسماعیل زاده، یوسف
(فوق لیسانس مدیریت اجرایی)

مدیر فنی و مهندسی شرکت مهندسی نوین
کنترل دقیق ربات پارس

آهنگریان، سهیل
(دکتری برق - کنترل)

شرکت ایران خودرو تبریز

بدیعی، ابوالفضل
(فوق لیسانس مهندسی مکاترونیک)

مدیر تضمین کیفیت شرکت ارس خودرو
دیزل

پوراصغری، مهدیه
(لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس اداره کل استاندارد آذربایجان
شرقی

ترکمن، لیلا
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس اداره کل استاندارد آذربایجان
شرقی

حنیفی، محمدباقر
(لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت بهین سولار کاسپین

سراجان، حمیرا
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

مدیرعامل شرکت بازرسی اعتماد صنعت
آذربایجان

سیدحسینی، سعید
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت آکيا خودرو

شکيب آذر، علي
(فوق ليسانس مهندسي مکاترونیک)

مدیر کنترل کیفی شرکت ارس خودرو ديزل

عزی، صابر
(فوق ليسانس مهندسي مکانیک)

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

قنبری، احمد
(دکترای مهندسي برق)

کارشناس شرکت ارس خودرو ديزل

مالکی، نقی
(ليسانس مهندسي مکانیک)

شرکت ايران خودرو (تهران)

محمدی دارابی، علي
(ليسانس مهندسي صنايع)

هیات علمی دانشگاه‌های تهران

مظلومی، عادل
(دکتری ارگونومیک)

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

مهران پور، محمدرضا
(فوق ليسانس مهندسي مکاترونیک)

کارشناس مسئول اداره کل استاندارد
آذربایجان شرقی

هادی، کاظم
(فوق ليسانس مهندسي مکانیک)

مدیرعامل شرکت مهندسي نوین کنترل
دقیق ربات پارس

هاشم پور، علیرضا
(فوق ليسانس مهندسي برق-کنترل)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۹	۴ شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
۱۰	۵ الزامات طراحی و اقدامات حفاظتی
۲۶	۶ تصدیق و صحه‌گذاری الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی
۲۷	۷ دستورالعمل استفاده
۳۰	پیوست الف (اطلاعاتی) فهرستی از خطرات قابل ملاحظه
۳۵	پیوست ب (الزامی) زمان توقف و متریک فاصله
۳۷	پیوست پ (اطلاعاتی) مشخصه‌های کارکردی دستگاه فعال ساز سه وضعیتی
۳۸	پیوست ت (اطلاعاتی) ویژگی‌های اختیاری
۴۰	پیوست ث (اطلاعاتی) برچسب‌گذاری
۴۱	پیوست ج (الزامی) روش‌های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی
۵۰	پیوست چ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد "ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک، الزامات ایمنی برای ربات‌های صنعتی - قسمت ۱: ربات‌ها" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت طرح ابتکار انرژی تهیه و تدوین شده است و در هشتصد و سی و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۳۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 10218-1: 2011, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots
— Part 1: Robots

ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک، الزامات ایمنی برای ربات‌های صنعتی - قسمت ۱: ربات‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و راهنمایی‌هایی جهت طراحی ایمن پایدار، اقدامات حفاظتی و دستورالعمل استفاده از ربات‌های صنعتی است. این استاندارد خطرات مرتبط به ربات‌ها را بیان می‌کند و الزامات حذف یا کاهش ریسک این خطرات به مقدار کافی را فراهم می‌کند. این استاندارد، ربات را یک دستگاه کامل در نظر نمی‌گیرد. به طور کلی انتشار نوفه^۱ به تنهایی یک خطر قابل ملاحظه برای ربات محسوب نمی‌شود و در نتیجه نوفه از دامنه این استاندارد حذف شده است. این استاندارد برای ربات‌های غیرصنعتی کاربرد ندارد، با این حال اصول ایمنی را که در این قسمت آمده‌اند، می‌توان برای دیگر ربات‌ها نیز به کار برد.

یادآوری ۱- نمونه‌هایی از کاربردهای غیرصنعتی ربات شامل ربات‌های زیردریایی، نظامی و فضایی، بازوی رباتیک^۲ کنترل از راه دور، اعضای مصنوعی و دیگر وسایل کمکی برای معلولین جسمی، میکروروبات‌ها (جابه‌جایی کمتر از ۱mm)، جراحی یا مراکز خدماتی درمانی و محصولات مصرفی یا خدماتی، می‌باشند اما به آن‌ها محدود نمی‌شوند.

یادآوری ۲- الزامات یکپارچه‌سازی و نصب سامانه‌های ربات، در قسمت دوم این استاندارد آمده است.

یادآوری ۳- خطرات بیشتر می‌توانند از طریق کاربردهای خاص ایجاد شوند (برای مثال جوشکاری، برش لیزری، ماشین-کاری). این خطرات مرتبط به سامانه نیاز است در طی طراحی ربات در نظر گرفته شوند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، ایمنی ماشین‌آلات - اصول کلی طراحی - ارزیابی ریسک و کاهش آن

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱، مقررات ایمنی ماشین‌آلات - قسمت‌های مرتبط با ایمنی سیستم‌های کنترل کننده - قسمت اول: اصول کلی طراحی

1- Noise
2- Manipulator

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰، ایمنی ماشین‌آلات- ایمنی وظیفه‌ای سیستم‌های کنترل مرتبط با ایمنی الکتریکی/الکترونیکی/الکترونیکی قابل برنامه‌ریزی

2-4 ISO 9283:1998, Manipulating industrial robots — Performance criteria and related test methods

2-5 ISO 10218-2, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration

2-6 ISO 13850, Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design

2-7 IEC 60204-1, Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند:

۱-۳

عملگر مکانیکی^۱

مکانیزم مکانیکی در یک دستگاه کنترلی می‌باشد.

مثال: میله‌ای که اتصال‌ها را جدا می‌کند.

۲-۳

وضعیت خودکار^۲

وضعیت عملیاتی که در آن، سامانه کنترل ربات مطابق با برنامه وظیفه کاری عمل می‌کند.

[به تعریف بند ۵-۳-۸-۱، استاندارد ISO 8373:1994 مراجعه شود].

۳-۳

عملیات خودکار^۳

حالتی که در آن ربات وظایف برنامه‌ریزی شده مورد نظر را اجرا می‌کند.

یادآوری- به تعریف بند ۵-۵، استاندارد ISO 8373:1994 مراجعه شود.

۴-۳

عملیات مشترک با انسان^۴

حالتی که در آن ربات‌ها برای هدف خاصی طراحی شده‌اند تا با انسان در فضای کاری مشخص همکاری

مستقیم داشته باشند.

1- Actuating control

2 - Automatic mode

3 - Automatic operation

4 - Collaborative operation

۵-۳

فضای کاری مشترک با انسان^۱

فضای کاری در فضای محافظت شده‌ای که ربات و انسان می‌توانند هم‌زمان در طی عملیات تولید، دستورات را اجرا کنند.

۶-۳

نیروی محرکه^۲

منبع یا منابع انرژی برای عملگرهای ربات می‌باشد.

۷-۳

مجری نهایی^۳

دستگاهی که خصوصاً برای اتصال به واسط مکانیکی طراحی شده است تا ربات را قادر به اجرای وظیفه کاری‌اش کند.

مثال: گیره^۴، پیچ بند^۵، ابزار جوشکاری^۶، ابزار پاشش^۷ (به تعریف ۳-۱۱، استاندارد ISO 8373:1994 مراجعه شود).

۸-۳

منبع انرژی^۸

منبع نیروی الکتریکی، مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، شیمیایی، گرمایی، پتانسیل، جنبشی یا سایر منابع از قوای محرکه است.

۹-۳

حرکت خطرناک^۹

حرکتی که ممکن است جراحت فیزیکی ایجاد کند، یا به سلامت فرد آسیب وارد کند.

۱۰-۳

ربات صنعتی^{۱۰}

بازوی رباتیکی است که به طور خودکار کنترل می‌شود و دارای قابلیت برنامه‌ریزی مجدد چندمنظوره می‌باشد. بازوی رباتیک را می‌توان در سه محور یا تعداد بیشتری برنامه‌ریزی کرد، و می‌تواند به منظور استفاده در کاربردهای اتوماسیون صنعتی، به صورت ثابت یا متحرک باشد.

1- Collaborative workspace

2- Drive power

3- End-effector

4- Gripper

5- Nutrunner

6- Welding gun

7- Spray gun

8- Energy source

9- Hazardous motion

10- Industrial robot

یادآوری ۱- ربات صنعتی شامل موارد زیر می‌باشد:

- بازوی رباتیک، شامل عملگرها^۱؛

- کنترل کننده، شامل واحد کنترل دستی آموزشی^۲ و هرگونه سامانه‌های واسط ارتباطی (سخت افزار و نرم افزار).

یادآوری ۲- این موارد می‌تواند شامل همه محورهای یکپارچه افزوده باشد.

یادآوری ۳- دستگاه‌های زیر در این استاندارد، به عنوان ربات‌های صنعتی در نظر گرفته می‌شوند:

- ربات‌های تقلیدگر الگوی دست؛

- بخش‌های بازویی ربات‌های متحرک؛

- ربات‌های همکار.

یادآوری ۴- به تعریف ۲-۶، استاندارد ISO 8373:1994 مراجعه شود.

۱۱-۳

سامانه ربات صنعتی^۳

سامانه‌ای که شامل موارد زیر است:

- ربات صنعتی؛

- مجری(های) نهایی؛

- هر گونه ماشین‌آلات، تجهیزات، دستگاه‌ها، محورهای کمکی^۴ خارجی یا حسگرهایی که ربات را در اجرای وظیفه کاری‌اش حمایت می‌کنند.

یادآوری ۱- الزامات سامانه ربات، شامل آن‌هایی که خطرات را کنترل می‌کنند، در قسمت دوم این استاندارد آمده‌اند.

یادآوری ۲- به تعریف ۲-۱۴، استاندارد ISO 8373:1994 مراجعه شود.

۱۲-۳

دستگاه محدودکننده^۵

وسایلی که حداکثر فضای حرکتی ربات را از طریق توقف آن یا ایجاد شرایط توقف در همه حرکات آن محدود می‌کند.

۱۳-۳

کنترل محلی^۶

حالت یا بخش‌هایی از سامانه که در آن سامانه از طریق تابلوی کنترل یا واحد کنترل دستی هر ماشین به تنهایی، عمل می‌کند.

1- Actuators
2- Teach pendant
3 - Industrial robot system
4- Auxiliary
5 - Limiting device
6 - Local control

۱۴-۳

وضعیت دستی^۱

حالت کنترلی که کنترل مستقیم به وسیله کاربر را ممکن می‌سازد.
یادآوری ۱- گاهی اوقات در زمانی که نکات برنامه تنظیم می‌شوند، به آن وضعیت آموزش^۲ هم می‌گویند.
یادآوری ۲- به تعریف ۵-۳-۸، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود.

۱۵-۳

واحد کنترل دستی^۳

واحد کنترل دستی آموزشی

قسمتی که با دست نگه داشته می‌شود و به سامانه کنترل متصل می‌باشد که با آن می‌توان ربات را برنامه-ریزی کرد یا حرکت داد (به تعریف ۵-۸، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود).

۱۶-۳ برنامه

۱-۱۶-۳

برنامه کنترلی^۴

مجموعه‌ای ذاتی از دستورالعمل‌هایی که قابلیت‌ها، فعالیت‌ها و واکنش‌های یک ربات را مشخص می‌کنند.
یادآوری- این نوع برنامه ثابت می‌باشد و معمولاً توسط مصرف‌کننده تغییر نمی‌کند.

(به تعریف ۵-۱-۲، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود)

۲-۱۶-۳

برنامه وظیفه کاری^۵

مجموعه دستورالعمل‌ها، برای حرکت و کارکردهای کمکی که وظیفه کاری مورد نظر سامانه ربات را تعیین می‌کند.

یادآوری ۱- این نوع برنامه معمولاً توسط مصرف‌کننده تولید می‌شود.

یادآوری ۲- هر کاربرد، محدوده کلی کارها را در بر می‌گیرد؛ هر وظیفه قسمت معینی از کاربرد می‌باشد (به تعریف ۵-۱-۱، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود).

۳-۱۶-۳

تصدیق برنامه^۶

اجرای برنامه وظیفه کاری به منظور تأیید مسیر ربات و کارایی فرآیند می‌باشد.

-
- 1- Manual mode
 - 2- Teach mode
 - 3- Pendant
 - 4- Control programme
 - 5- Task programme
 - 6- Programme verification

یادآوری - تصدیق می‌تواند مسیر کلی را که به وسیله نقطه مرکزی ابزار طی اجرای یک برنامه وظیفه کاری دنبال می‌شود، در بر داشته باشد یا این که فقط بخشی از مسیر را در بر داشته باشد. دستورالعمل‌ها را می‌توان در یک دستورالعمل‌ها یا سلسله دستورالعمل‌های دنباله‌داری اجرا کرد. تصدیق در کاربردهای جدید و در تنظیم دقیق/ ویرایش کاربردهای موجود استفاده می‌شود.

۱۷-۳

توقف حفاظتی^۱

نوعی وقفه در عملیات است، که به منظور اهداف حفاظ گذاری اجازه توقف حرکت را می‌دهد به طوری که منطق^۲ برنامه را حفظ کرده و راه‌اندازی مجدد را آسان می‌کند.

۱۸-۳

عملگر ربات^۳

مکانیسم قدرتی که انرژی الکتریکی، هیدرولیکی یا پنوماتیکی را به حرکت مؤثر تبدیل می‌کند.

۱۹-۳

حد ایمنی^۴

حد ایمنی عبارت است از تابع ایمنی از پیش تعیین شده با کارکرد مرتبط با ایمنی معین

۱-۱۹-۳

سرعت نظارت شده حد ایمنی^۵

کارکرد حد ایمنی که سبب ایجاد توقف حفاظتی می‌شود در هنگامی که سرعت کارترین یک نقطه مرتبط به فلنج ربات (مثل نقطه مرکزی ابزار) یا یکی یا تعداد بیشتری از محورها از محدوده مشخص بیشتر می‌شود.

۲-۱۹-۳

سرعت کاهش یافته حد ایمنی^۶

تابع سرعت تحت نظارت حد ایمنی که سرعت ربات را به 250 mm/s یا کمتر محدود می‌کند.

یادآوری ۱- میزان محدوده سرعت کاهش یافته حد ایمنی، الزاماً میزانی که در تابع کنترل سرعت کاهش یافته تنظیم شده، نمی‌باشد.

یادآوری ۲- تفاوت بین سرعت تحت نظارت حد ایمنی و سرعت کاهش یافته حد ایمنی این است که سرعت تحت نظارت حد ایمنی می‌تواند تا سرعت هایی بیش از 250 mm/s تنظیم شود.

-
- 1- Protective stop
 - 2- Logic
 - 3- Robot actuator
 - 4- Safety-rated
 - 5- Safety-rated monitored speed
 - 6- Safety-rated reduced speed

۳-۱۹-۳

حد ایمنی نرم‌افزاری برای محور و محدود کردن فضا^۱

حد ایمنی نرم‌افزاری^۲

حد قرار داده شده روی گستره حرکت ربات از طریق یک نرم‌افزار یا سامانه مبتنی بر سامانه عامل که دارای کارایی کافی و معین مرتبط با ایمنی می‌باشد.

یادآوری - حد ایمنی نرم‌افزاری ممکن است نقطه‌ای باشد که توقف در آن شروع شده، یا می‌تواند تضمین کند که ربات فراتر از حد حرکت نکند.

۴-۱۹-۳

خروجی برای حد ایمنی^۳

سیگنال خروجی که کارایی کافی و معین مرتبط با ایمنی دارد.

۵-۱۹-۳

خروجی ناحیه‌ای برای حد ایمنی^۴

خروجی برای حد ایمنی که نشان دهنده موقعیت قرارگیری ربات نسبت به حد ایمنی نرم‌افزاری می‌باشد.

یادآوری - به عنوان مثال موقعیت ربات می‌تواند درون ناحیه یا خارج ناحیه باشد.

۶-۱۹-۳

توقف نظارت شده برای حد ایمنی^۵

شرایطی که ربات در آن جا با نیروی محرکه فعال متوقف می‌شود، درحالی که یک سامانه نظارتی دارای کارایی ایمنی کافی و معین تضمین می‌کند که ربات حرکت نمی‌کند.

۲۰-۳

حرکت هم‌زمان^۶

عبارت است از حرکت دو یا چند ربات در یک زمان تحت کنترل یک ایستگاه کنترل واحد. این حرکت ممکن است به صورت هماهنگ یا ممکن است با استفاده از توابع هم‌بستگی به صورت هم‌زمان انجام شود.

یادآوری ۱- یک واحد کنترل دستی آموزشی نمونه‌ای از ایستگاه کنترل واحد می‌باشد.

یادآوری ۲- هماهنگی می‌تواند به صورت ارباب/برده^۷ انجام بگیرد.

-
- 1- Safety-rated soft axis and space limiting
 - 2- Safety-rated soft limit
 - 3- Safety-rated output
 - 4- Safety-rated zone output
 - 5- Safety-rated monitored stop
 - 6- Simultaneous motion
 - 7- Master/slave

۲۱-۳

نقطه کنترل واحد^۱

توانایی به کار انداختن ربات به گونه‌ای که شروع حرکتش فقط از یک منبع کنترل ممکن باشد و نتواند تحت الشعاع منبع شروع به کار دیگری قرار بگیرد.

۲۲-۳

تکینگی^۲

این اتفاق زمانی که رتبه ماتریس ژاکوبین^۳ کمتر از رتبه کامل می‌شود، پیش می‌آید.

یادآوری- از نظر ریاضی، در یک پیکره‌بندی تکین، سرعت مفصل در فضای مفصلی جهت حفظ سرعت کارترین می‌تواند بی-نهایت باشد. در عملیات واقعی، حرکاتی که در فضای کارترین از نزدیکی نقاط تکین می‌گذرد می‌تواند سرعت محورها را افزایش دهد، این سرعت‌های بالا می‌توانند برای کاربر غیر قابل پیش‌بینی باشند.

۲۳-۳

کنترل سرعت کاهش یافته^۴

کنترل سرعت آهسته

وضعیتی از کنترل حرکت ربات که در آن سرعت به 250 mm/s یا کمتر محدود می‌شود.

یادآوری- سرعت کاهش‌یافته به افراد زمان کافی می‌دهد تا هنگام انجام حرکت خطرناک عقب بکشند یا ربات را متوقف کنند.

۲۴-۳

فضا^۵

حجم سه بعدی می‌باشد.

۱-۲۴-۳

حداکثر فضا^۶

فضایی که می‌تواند توسط بخش‌های متحرک ربات، همان‌طور که سازنده تعیین می‌کند، جاروب شود به علاوه فضایی که می‌تواند توسط مجری نهایی و قطعه کار جاروب شود (به تعریف ۴-۸-۱، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود).

۲-۲۴-۳

فضای محدود شده^۷

-
- 1 - Single point of control
 - 2 - Singularity
 - 3- Jacobian
 - 4 - Reduced speed control
 - 5 - Space
 - 6 - Maximum space
 - 7- Restricted space

بخشی از حداکثر فضا که توسط دستگاه‌های محدودکننده‌ای که حدودی را ایجاد می‌کنند و نمی‌توان از آنها فراتر رفت، محدود شده است.

یادآوری - به تعریف ۴-۸-۲، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود.

۳-۲۴-۳

فضای محافظت شده^۱

فضای تعریف شده به صورت حفاظ‌گذاری محیطی

۲۵-۳

آموزش^۲

برنامه‌ریزی آموزش

برنامه‌ریزی وظیفه کاری

برنامه‌ریزی وظیفه کاری توسط موارد زیر انجام می‌شود:

الف- هدایت دستی مجری نهایی ربات؛

ب- هدایت دستی یک دستگاه شبیه‌ساز مکانیکی؛

پ- استفاده از واحد کنترل دستی آموزشی برای قرار دادن ربات در موقعیت‌های مطلوب.

یادآوری - به تعریف ۴-۸-۲، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود.

۲۶-۳

نقطه مرکزی ابزار^۳

TCP

نقطه‌ای که برای کاربرد داده شده، با توجه به سامانه مختصات واسط مکانیکی تعریف شده است (به تعریف

۴-۹، استاندارد ISO8373:1994 مراجعه شود).

۲۷-۳

مصرف‌کننده^۴

مراکزی که از ربات استفاده می‌کند و مسئولیت پرسنل مرتبط به عملیات ربات بر عهده آن می‌باشد.

۴ شناسایی خطر و ارزیابی ریسک

پیوست الف شامل فهرستی از خطرانی شناخته شده در ارتباط با ربات می‌باشد. جهت شناسایی خطرات

بیشتری که ممکن است وجود داشته باشند، یک تحلیل خطر باید انجام شود.

باید ارزیابی ریسکی روی خطرات شناسایی شده در شناسایی خطر انجام شود. این ارزیابی ریسک باید توجه

خاصی بر موارد زیر داشته باشد:

1- Safeguarded space

2- Teach

3- Tool centre point

4 - User

الف- عملیات برنامه‌ریزی شده ربات شامل آموزش، تعمیر و نگهداری، تنظیمات و نظافت؛

ب- شروع به کار غیر منتظره؛

پ- در دسترس پرسنل بودن از همه جهات؛

ت- استفاده نادرست ربات که به طور معقول قابل پیش بینی است؛

ث- تأثیر نقص در سامانه کنترل؛

ج- در صورت لزوم، خطرات مرتبط با کاربرد خاص ربات.

ریسک‌ها در ابتدا باید توسط طراحی یا جایگزینی سپس از طریق حفاظ‌گذاری^۱ و سایر اقدامات تکمیلی حذف شوند یا کاهش یابند. سپس ریسک‌های باقی مانده باید از طریق سایر اقدامات (مثل هشدارها، علائم، آموزش) کاهش یابند.

الزامات قید شده در بند ۵ از فرآیند تکراری برگرفته شده‌اند. این فرآیند تشکیل شده است از اقدامات حفاظ‌گذاری به کار رفته مشروح در استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ که برای خطرات شناسایی شده در پیوست الف می‌باشند.

یادآوری ۱- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، الزامات و راهنمایی‌هایی را جهت شناسایی خطرات و کاهش ریسک فراهم می‌کند.

یادآوری ۲- الزامات شناسایی خطر و ارزیابی ریسک برای سامانه‌های ربات، یکپارچه‌سازی و نصب، در قسمت دوم این استاندارد پوشش داده شده‌اند.

۵ الزامات طراحی و اقدامات حفاظتی

۱-۵ کلیات

ربات باید مطابق با قوانین استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، برای خطرات مربوطه طراحی شود. این استاندارد به خطرات قابل توجه از قبیل لبه‌های تیز نمی‌پردازد. ربات‌ها باید مطابق الزامات بندهای ۲-۵ تا ۱۵-۵ طراحی و ساخته شوند.

۲-۵ الزامات کلی

۱-۲-۵ اجزاء انتقال قوای محرکه

باید از قرارگیری در معرض خطرات ایجاد شده توسط اجزایی مثل شفت موتورها، چرخ دنده‌ها، تسمه‌های درایو یا اتصال دهنده‌ها که با پوشش‌های یکپارچه (مثل قاب روی جعبه دنده) محافظت نمی‌شوند، به وسیله حفاظ‌های ثابت یا متحرک خودداری کرد. سامانه‌های ثابت کننده حفاظ‌های ثابت که به منظور کارهای تعمیراتی معمول جدا می‌شوند، باید به دستگاه یا حفاظ متصل بمانند. حفاظ‌های متحرک باید با حرکات خطرناک قفل شوند طوری که کارکردهای خطرناک ماشین پیش از رسیدن متوقف شوند. کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی یک سامانه قفل کننده باید مطابق الزامات بند ۴-۵ باشد.

1- Safeguarding

۵-۲-۲ قطعی یا نوسان قوای محرکه

اتلاف یا تغییرات قوای محرکه نباید خطری را ایجاد کند. شروع به کار مجدد قوای محرکه نباید منجر به هیچ حرکتی شود. ربات‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که اتلاف یا تغییر نیروی الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی یا قوای محرکه خلاً باعث خطری نشود. اگر خطرات موجود توسط طراحی محافظت نشده باشند، پس باید اقدامات حفاظتی دیگری جهت محافظت در مقابل این خطرات اتخاذ شود. خطرات محافظت نشده کاربرد مورد انتظار باید در دستورالعمل استفاده برای استفاده کننده ذکر شوند.

یادآوری - برای الزامات مربوط به منبع تغذیه الکتریکی به استاندارد IEC 60204-1 مراجعه شود.

۵-۲-۳ نقص فنی اجزا

اجزاء ربات باید طوری طراحی، ساخته، ایمن و یا وصل^۱ شوند که خطرات ایجاد شده از طریق شکستگی یا شل‌شدگی یا آزاد شدن انرژی ذخیره شده به حداقل برسد.

۵-۲-۴ منابع انرژی

باید یک وسیله برای مجزا کردن هرگونه منبع انرژی خطرناک در ربات ایجاد شود. این وسیله باید قابلیت قفل شدن یا در غیر این صورت بی‌خطر شدن در موقعیت قطع برق را داشته باشد.

۵-۲-۵ انرژی ذخیره شده

باید یک وسیله برای آزاد سازی کنترل شده انرژی خطرناک ذخیره شده فراهم شود. باید برچسبی برای مشخص کردن خطر انرژی ذخیره شده چسبانده شود.

یادآوری - انرژی می‌تواند در انباشت‌گرهای فشار هیدرولیکی و هوا، خازن‌ها، باتری‌ها، فنرها، وزنه‌های تعادل، چرخ لنگر^۲ یا غیره ذخیره شود.

۵-۲-۶ سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)

طراحی و ساخت ربات باید مانع حرکت یا وضعیتهای خطرناک ایجاد شده در نتیجه تأثیرات مورد انتظار تداخل الکترومغناطیسی (EMI)^۳ تداخل فرکانس رادیویی (RFI)^۴ و تخلیه الکترواستاتیکی (ESD)^۵ شود.

یادآوری - برای اطلاعات طراحی به استاندارد IEC 61000، مراجعه شود.

۵-۲-۷ تجهیزات الکتریکی

تجهیزات الکتریکی ربات باید مطابق با الزامات مربوط به استاندارد IEC 60204-1 طراحی و ساخته شوند.

۵-۳ عملگرهای مکانیکی

-
- 1- Contained
 - 2- Flywheels
 - 3- Electromagnetic interface
 - 4- Radio frequency interface
 - 5- Electrostatic discharge

۵-۳-۱ کلیات

عملگرهای مکانیکی آغازکننده قوای محرکه یا حرکت، باید معیارهای کارایی ذکر شده در بندهای ۵-۳-۲ تا ۵-۳-۵ را برآورده سازند.

۵-۳-۲ محافظت در مقابل عملیات غیرمنتظره

عملگرهای مکانیکی باید طوری ساخته و مستقر شوند که از عملیات ناخواسته ممانعت کنند. به عنوان مثال، کلیدهای فشاری که مناسب این کار طراحی شده‌اند یا سوئیچ‌های عمل کننده با کلید^۱ را در مکان‌های مناسب می‌توان به کار برد.

۵-۳-۳ نشان دادن وضعیت

وضعیت عملگرهای مکانیکی باید به وضوح نشان داده شوند، مثلاً روشن بودن، خراب بودن، عملیات خودکار. اگر از نور نشان‌گر استفاده شود، باید میزان نور آن مناسب مکان نصب باشد و رنگ آن باید الزامات استاندارد IEC 60204-1 را برآورده کند.

۵-۳-۴ بر چسب گذاری

باید بر عملگرهای مکانیکی بر چسب زده شود تا به وضوح کارکرد آن‌ها را نشان دهد.

۵-۳-۵ نقطه کنترل واحد

سامانه کنترل ربات باید طوری طراحی و ساخته شود که وقتی ربات تحت کنترل واحد کنترل دستی محلی یا تحت کنترل سایر دستگاه‌های آموزش قرار دارد، شروع به کار ربات یا تغییر در گزینش کنترل محلی از هر منبع دیگری جلوگیری شود.

۵-۴ کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی (نرم افزاری/سخت افزاری)

۵-۴-۱ کلیات

سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی (الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و نرم افزاری) باید مطابق بند ۵-۴-۲ باشند، مگر این که نتایج ارزیابی ریسک تعیین کنند که یک ملاک کارایی جایگزین همان‌طور که در بند ۵-۴-۳ شرح داده شده، مناسب می‌باشد. کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی ربات و هر تجهیز مجهز باید به وضوح در دستورالعمل استفاده اظهار شود.

یادآوری ۱- سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی را همچنین می‌توان SRP/CS نامید (قسمت‌های مرتبط با ایمنی سامانه‌های کنترل).

در این استاندارد کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی به صورت زیر بیان شده است:

- سطوح کارایی (PL)^۲ و طبقه‌ها همان‌طور که در بند ۴-۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۳۶۸، شرح داده شده است.

1- Key selector

2- Performance levels

- سطوح یکپارچه ایمنی (SIL)^۱ و الزامات قدرت تحمل خرابی سخت افزاری همان طور که در بند ۴-۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰، آمده است.

این دو استاندارد، ایمنی کاربردی با استفاده از روش‌های مشابه اما متمایز را عنوان می‌کنند. توصیه می‌شود الزامات این استانداردها برای سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی مربوطه که برای آن طراحی شده‌اند استفاده شوند. طراح ممکن است از هر یک از این دو استاندارد استفاده کند. اطلاعات و معیارهای لازم برای تعیین کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی باید در دستورالعمل استفاده موجود باشند.

یادآوری ۲- مقایسه با استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ و استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰ در استاندارد ISO/TR 23849 شرح داده شده است.

استانداردهای دیگر، الزامات کارایی جایگزین را ارائه می‌دهند مثل واژه «قابلیت اطمینان کنترل» که ممکن است به کار روند. هنگام به کار بردن این استانداردهای جایگزین برای طراحی سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی باید سطح معادلی از کاهش ریسک به دست آید.

هرگونه نقص در سامانه کنترل مرتبط با ایمنی باید منجر به توقف رده صفر یا ۱ مطابق با استاندارد IEC 60204-1 شود.

۴-۵ الزامات کارایی

قسمت‌های مرتبط با ایمنی سامانه‌های کنترل باید طوری طراحی شوند که مطابق $PL=d$ باشند و در رده ساختاری ۳ باشند همان طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱، آمده است، یا طوری طراحی شوند که با میزان تحمل خرابی سخت افزاری ۱ و فاصله آزمون اثبات ۲۰ سال یا بیشتر همان طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰، ذکر شده است مطابق SIL2 باشند. این خصوصاً به این معناست که:

الف- یک خرابی تکی در هریک از این بخش‌ها منجر به از بین رفتن کارکرد ایمنی نشود؛

ب- این خرابی تکی، هرگاه به طور معقولانه کاربردی باشد، باید در هنگام یا پیش از تقاضای بعدی به کارکرد ایمنی پیدا شود؛

پ- هنگامی که یک خرابی تکی رخ می‌دهد، کارکرد ایمنی همیشه انجام می‌شود و باید یک حالت ایمن تا هنگامی که خرابی کشف شده اصلاح شود، باقی بماند؛

ت- همه خرابی‌هایی که به طور معقولانه قابل پیش بینی هستند، باید شناسایی شوند.

الزامات الف تا ت معادل رده ساختاری ۳، همان طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ بیان شده است، محسوب می‌شوند.

یادآوری- الزام ردیابی یک خرابی تکی به این معنا نیست که همه خرابی‌ها باید ردیابی شوند. در نتیجه، انباشته شدن خرابی‌های ردیابی نشده می‌تواند منجر به ایجاد خروجی ناخواسته و وضعیتی خطرناک در ماشین شود.

۴-۵ سایر معیارهای کارایی سامانه کنترل

1- Safety integrity levels

منابع ارزیابی ریسک جامع که روی ربات و کاربرد موردنظر آن انجام شد، ممکن است تعیین کند که کارایی سامانه کنترلی مرتبط با ایمنی غیر از آن که در بند ۴-۵-۲ بیان شده، برای کاربرد تضمین می‌شود. انتخاب یکی از سایر معیارهای کارایی مرتبط با ایمنی باید خصوصاً مشخص شود و محدودیت‌ها و خطاهای مقتضی باید در دستورالعمل استفاده که توسط تجهیزات آسیب دیده تهیه شده است، گنجانده شوند.

۵-۵ روش‌های توقف ربات

۱-۵-۵ کلیات

هر ربات باید یک کارکرد توقف حفاظتی و یک روش توقف اضطراری مستقل داشته باشد. این کارکردها باید شرایط اتصال دستگاه‌های حفاظتی خارجی را داشته باشند. ممکن است به طور اختیاری یک سیگنال خروجی توقف اضطراری ایجاد شود. جدول ۱ مقایسه‌ای از کارکردهای توقف حفاظتی و توقف اضطراری را نشان می‌دهد.

جدول ۱ - مقایسه توقف‌های اضطراری و حفاظتی

توقف حفاظتی	توقف اضطراری	پارامتر
نصب دستگاه‌های حفاظتی، بر اساس فرمول‌های فاصله کمینه ذکر شده در استاندارد ISO 13855 تعیین می‌شود	کاربر دسترسی سریع و بدون مانع دارد	محل وسایل شروع به کار
دستی، خودکار یا ممکن است شروع شونده توسط یک روش مرتبط با ایمنی باشد	دستی	شروع به کار
باید الزامات کارایی در بند ۴-۵ را برآورده کند.	باید الزامات کارایی در بند ۴-۵ را برآورده کند.	کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی
دستی یا خودکار	فقط دستی	بازنشانی ^۱
متغیر؛ از عملیات پر تعداد تا کم تعداد	دفعات کم	دفعات استفاده
حفاظت‌گذاری یا کاهش ریسک	اضطراری	هدف
کنترل ایمنی خطر(خطرات) محافظت شده	حذف منابع انرژی برای همه خطرات	تأثیر

1- Reset

۲-۵-۵ توقف اضطراری

ربات باید یک یا تعداد بیشتری کارکرد توقف اضطراری داشته باشد (رده توقف صفر یا ۱ مطابق استاندارد IEC 60204-1) هر ایستگاه کنترلی دارای قابلیت شروع حرکت ربات یا شروع سایر وضعیت‌های خطرناک، باید یک کارکرد توقف اضطراری با شروع به کار دستی داشته باشد که:
الف - مطابق الزامات ۴-۵ و استاندارد IEC 60204-1 باشد؛
ب- بر همه کنترل‌های دیگر ربات اولویت داشته باشد؛

پ- باعث شود که همه خطرات کنترل شده متوقف شوند؛
ت- نیروی محرکه را از عملگرهای ربات حذف کند؛
ث- قابلیت کنترل خطرات کنترل شده توسط سامانه ربات را فراهم کند؛
ج- تا هنگامی که بازنشانی شود فعال بماند؛
چ- باید فقط به صورت دستی بازنشانی شود به طوری که منجر به راه‌اندازی مجدد پس از بازنشانی نشود، اما باید فقط اجازه راه‌اندازی مجدد داده شود؛
انتخاب کارکرد توقف رده صفر یا رده ۱ (مطابق استاندارد IEC 60204-1) باید از ارزیابی ریسک مشخص شود.

هنگامی که یک سیگنال خروجی توقف اضطراری ایجاد می‌شود:
- خروجی باید هنگامی که قوای محرکه ربات قطع شود به کارکرد خود ادامه دهد؛ یا
- اگر خروجی هنگامی که منبع تغذیه ربات قطع شود به کارکرد خود ادامه ندهد، یک سیگنال توقف اضطراری باید تولید شود؛
دستگاه توقف اضطراری باید مطابق با استاندارد IEC 60204-1 و استاندارد ISO13850 باشد.

۵-۵-۳ توقف حفاظتی

ربات باید یک یا تعداد بیشتری کارکرد توقف حفاظتی طراحی شده برای اتصال دستگاه‌های حفاظتی خارجی داشته باشد. عملکرد کارکرد توقف حفاظتی باید مطابق الزامات بند ۵-۴ باشد.
این کارکرد توقف باید سبب توقف همه حرکات ربات شود، قوای محرکه نیروی عملگرهای ربات را کنترل کند یا قطع کند و کنترل هرگونه خطر کنترل شده دیگر را توسط ربات ممکن سازد. شروع توقف ممکن است به صورت دستی یا از طریق منطق کنترل انجام شود.
حداقل یک کارکرد توقف حفاظتی باید از رده توقف ۰ یا ۱، همان‌طور که در استاندارد IEC 60204-1 شرح داده شده است، باشد. ربات ممکن است یک کارکرد توقف حفاظتی اضافی از توقف رده ۲ طبق آنچه در استاندارد IEC 60204-1 شرح داده شده داشته باشد، که منجر به گرفتن نیروی محرکه نمی‌شود، اما ملزم به نظارت شرایط وقفه پس از توقف‌های ربات است. هر حرکت ناخواسته ربات در شرایط بی‌حرکتی نظارت شده ربات وقفه یا نقص یافت شده در کارکرد توقف حفاظتی باید منجر به توقف رده ۰ طبق استاندارد IEC 60204-1 شود. کارکرد روش بی‌حرکتی نظارت شده، باید مطابق بند ۵-۴ باشد. شروع این کارکرد ممکن است از دستگاه‌های خارجی (سیگنال توقف ورودی از دستگاه‌های حفاظتی) باشد.

یادآوری- کارکرد توقف نظارت شده رده ۲ مطابق با استاندارد IEC 60204-1، می‌تواند توسط سامانه نیروی محرکه الکتریکی که با توقف عملیاتی ایمن (SOS) متناظر است، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰، ایمنی ماشین‌آلات ایمنی وظیفه‌ای سیستم‌های کنترل مرتبط با ایمنی الکتریکی/الکترونیکی قابل برنامه‌ریزی ایجاد شود.
سازنده باید رده توقف هر ورودی مدار توقف حفاظتی را در دستورالعمل استفاده بگنجاند.

۶-۵ کنترل سرعت

۱-۶-۵ کلیات

سرعت فلنچ نصب شده بر مجری نهایی ربات و سرعت نقطه مرکزی ابزار(TCP)، باید قابل کنترل در سرعت‌های قابل انتخاب باشد. باید یک قابلیت جابه‌جایی^۱ (که محل TCP را نسبت به فلنچ نصب شده تعریف می‌کند) فراهم شود تا سرعت TCP را قابل کنترل کند.

۲-۶-۵ عملیات کنترل سرعت کاهش یافته

هنگام عملیات تحت کنترل سرعت کاهش یافته، سرعت TCP نباید فراتر از ۲۵۰ mm/s برود. توصیه می‌شود انتخاب سرعت‌هایی کمتر از ۲۵۰ mm/s به عنوان محدوده تعیین شده امکان‌پذیر باشد.

۳-۶-۵ کنترل سرعت کاهش یافته حد ایمنی

در این حالت، کنترل سرعت کاهش یافته حد ایمنی باید مطابق بند ۲-۴-۵ طوری طراحی و ساخته شود که در صورت وقوع خرابی، سرعت TCP از محدوده سرعت کاهش‌یافته فراتر نرود (به بند ۲-۶-۵ مراجعه شود) و زمان وقوع خرابی، یک توقف حفاظتی صادر شود.

۴-۶-۵ سرعت نظارت شده حد ایمنی

در این حالت، سرعت TCP یک محور باید طبق بند ۲-۴-۵ نظارت شود، اگر سرعت بیش از محدوده منتخب برود، باید یک توقف حفاظتی صورت پذیرد.

۷-۵ وضعیت‌های عملیاتی

۱-۷-۵ انتخاب

وضعیت‌های عملیاتی باید قابلیت انتخاب شدن به وسیله یک انتخاب‌گر وضعیت، که می‌تواند در هر موقعیتی قفل شود را داشته باشند (مثل یک سوئیچ که با کلید کار می‌کند و می‌تواند در هر موقعیتی فشرده شود یا بیرون آورده شود^۲). هر موقعیت از انتخاب‌گر، باید به روشنی قابل شناسایی باشد و باید منحصراً یک وضعیت عملیاتی یا کنترل را مجاز کند.

انتخاب‌گر می‌تواند با وسایل انتخابی دیگری جایگزین شود که این وسایل استفاده از کارکردهای خاص ربات را محدود می‌سازند (برای نمونه، کدهای دسترسی) این وسایل باید:

الف- به وضوح وضعیت عملیاتی انتخاب شده را نشان دهد؛

ب- خود باعث شروع حرکت ربات یا خطرات دیگر نشود.

یک خروجی (خروجی‌های) اختیاری ممکن است ایجاد شود، که وضعیت انتخاب شده را نشان دهد. در این حالت که خروجی (خروجی‌ها) برای اهداف مرتبط با ایمنی فراهم شده‌اند، باید مطابق الزامات بند ۴-۵ باشند (به پیوست ت مراجعه شود).

1- Off-set

2- Inserted and extracted

یادآوری - روش‌های برچسب‌زنی وضعیت در پیوست ث نشان داده شده‌اند.

۵-۷-۲ خودکار

ربات باید در وضعیت خودکار برنامه وظیفه کاری را اجرا کند و اقدامات حفاظتی باید فعال باشند. در صورتی که هرگونه شرایط توقف شناسایی شود، باید از عملکرد خودکار جلوگیری شود. تغییر وضعیت خودکار باید منجر به توقف شود.

۵-۷-۳ سرعت کاهش یافته دستی

وضعیت سرعت کاهش یافته دستی باید الزامات بندهای ۵-۳-۴ و ۵-۶ را برآورده کند و باید اداره ربات به وسیله انسان را ممکن سازد. عملیات خودکار در این وضعیت ممنوع می‌باشد. این حالت برای حرکت دادن دستی^۱، آموزش دادن، برنامه‌ریزی کردن و تصدیق برنامه ربات به کار می‌رود. این وضعیت ممکن است وضعیت انتخاب شده جهت اجرای برخی از وظایف کاری تعمیر و نگهداری باشد. کنترل دستی ربات از داخل فضای محافظت‌شده باید با سرعت کاهش یافته مرتبط به هر دو مورد زیر صورت بگیرد:

الف - کنترل‌های نگهداری جهت اجرا^۲ مرتبط به دستگاه‌های فعال‌کننده مطابق بند ۵-۸؛

ب - فقط برای تصدیق برنامه، یک کنترل شروع/توقف در رابطه با دستگاه فعال‌کننده مطابق بند ۵-۸. دستورالعمل استفاده باید شامل دستورالعمل‌ها و هشدارهای مناسب باشند به گونه‌ای که، هر جا که امکان داشته باشد، وضعیت دستی عملیات باید هنگامی که همه اشخاص در خارج از فضای محافظت‌شده هستند صورت بگیرد. دستورالعمل استفاده همچنین باید آموزش دهند که پیش از انتخاب وضعیت خودکار، همه محافظ‌های غیرفعال شده (معلق) باید کاملاً فعال شوند.

یادآوری - سابقاً این حالت به اسم T1 یا آموزش هم شناخته می‌شد.

۵-۷-۴ سرعت دستی بالا

اگر ربات در این وضعیت قرار بگیرد، سرعت‌های بیش از 250 mm/s نیز قابل دستیابی است. این حالت فقط برای تصدیق برنامه به کار می‌رود. در این حالت ربات باید:

الف - دارای وسایلی برای انتخاب وضعیت دستی با سرعت بالا که نیازمند یک حرکت آگاهانه (مثلاً یک سوئیچ کلیدی بر روی تابلوی کنترل ربات) و یک حرکت تأیید اضافی است، باشد؛

ب - واحد کنترل دستی‌ای را مطابق بند ۵-۸ با کارکرد نگهداری علاوه بر دستگاه فعال‌سازی که اجازه ادامه حرکت ربات را می‌دهد، جهت اجرا فراهم کند؛

پ - محدوده سرعت اولیه‌ای تا بیشینه سرعت 250 mm/s در انتخاب وضعیت دستی سرعت بالا تنظیم شود؛

ت - بر روی واحد کنترل دستی وسیله‌ای برای کاربر فراهم شود تا به طور افزایشی و در چند گام، سرعت را از مقدار اولیه تا مقدار کامل برنامه‌ریزی شده تنظیم کند؛

ث - بر روی واحد کنترل دستی علامتی از سرعت تنظیم شده فراهم شود؛

1- Jogging

2- Hold-to-run

ج- اطمینان دهد که:

- زمانی که دستگاه فعال‌ساز از طریق قرار دادن سوئیچ در موقعیت مرکز فعال شده شروع به کار مجدد می‌کند پس از رها شدن یا کاملاً فشرده شدن، سرعتش محدود به محدوده سرعت اولیه باشد؛
- یک حرکت آگاهانه مجزا لازم است تا سرعت بالاتری را که قبل از این که سوئیچ فعال‌ساز دستگاه رها یا فشرده شود انتخاب شده بود، به حالت اولیه برگرداند؛
- گزینه ادامه سرعت بالاتر با استفاده از حرکت مجزا باید پس از حداکثر ۵ دقیقه پس از رها شدن دستگاه فعال‌ساز، غیرفعال شود.

گزینه ادامه سرعت بالاتر و وقفه کاری دارای حد ایمنی نمی‌باشد. دستورالعمل استفاده باید حاوی دستورالعمل‌ها و هشدارهای مناسب باشد برای این که هرکجا ممکن باشد، باید وضعیت دستی عملیات اجرا شود در شرایطی که همه افراد خارج از فضای حفاظت‌شده هستند. دستورالعمل استفاده همچنین باید راهنمایی دهند که پیش از انتخاب وضعیت خودکار، همه محافظ‌های غیرفعال شده باید دوباره کاملاً فعال شوند.

یادآوری- این وضعیت دستی انتخابی پیش‌تر به نام T2 یا تصدیق برنامه سرعت بالای خواسته شده شناخته شده است.

۸-۵ کنترل‌های واحد کنترل دستی

۱-۸-۵ کلیات

هر جا که کنترل واحد کنترل دستی یا سایر دستگاه‌های کنترلی آموزشی، قابلیت کنترل ربات را از درون فضای حفاظت‌شده داشته باشند الزامات ۵-۳-۵ و ۵-۸-۲ تا ۷-۸-۵ باید اعمال شوند.

یادآوری- این مساله به هر دستگاهی که در وضعیت دستی برای کنترل یک ربات از درون فضای حفاظت‌شده استفاده می‌شود، اعمال می‌شود، در حالی که نیروی محرکه به هر یک از محورهای ربات وارد می‌شود. این مساله شامل ربات‌هایی با آموزش از طریق هدایت برقی می‌شود، خواه با استفاده از کنترل‌های دستی نصب شده بر ربات، خواه با استفاده از کنترل‌های آموزشی اصلی/ ثانویه.

۲-۸-۵ کنترل حرکت

حرکت ربات که با دستگاه کنترل آموزش یا واحد کنترل دستی شروع شده است، باید تحت کنترل سرعت کاهش یافته همان‌طور که در بند ۵-۶ شرح داده شده است، باشد. هنگامی که کنترل‌ها امکانات انتخاب سرعت بالای دستی را دارند، ربات باید الزامات بند ۵-۷-۴ را برآورده کند.

۳-۸-۵ دستگاه فعال‌ساز

دستگاه کنترل آموزش یا واحد کنترل دستی باید دستگاه فعال‌ساز سه موقعیتی مطابق با استاندارد IEC 60204-1 داشته باشند. هنگامی که دستگاه فعال‌ساز به طور مداوم در یک موقعیت مرکز فعال شده نگه داشته شود، باید حرکت ربات را مجاز کند و هر خطر دیگری را به وسیله ربات کنترل کند. دستگاه فعال‌ساز باید مشخصه‌های عملکردی خلاصه شده زیر را داشته باشد.

یادآوری ۱- این مساله حائز اهمیت است که مسائل ارگونومیک فعال سازی مداوم را در طراحی و نصب دستگاه فعال ساز در نظر بگیریم.

یادآوری ۲- اطلاعات بیشتر در مورد فعال سازی در پیوست پ آمده است.

الف- دستگاه فعال ساز ممکن است با واحد کنترل دستی یکپارچه شود، یا از لحاظ فیزیکی از آن جدا باشد (به عنوان مثال، دستگاه فعال ساز گیره‌ای) و باید به طور مستقل از هر دستگاه یا کارکرد کنترل حرکت دیگری عمل کند؛

ب- رهاسازی یا فشردگی بعد از موقعیت مرکز فعال شده دستگاه، باید خطرات را (مثل حرکت ربات) مطابق بندهای ۴-۵ و ۳-۵-۵ متوقف کند؛

پ- پس از فشردن متعاقب موقعیت مرکز فعال شده دستگاه فعال ساز، دستگاه فعال ساز باید کاملاً رها شود. گذر از حالت کاملاً فشرده به موقعیت مرکزی نباید به ربات امکان حرکت دهد؛

ت- هنگامی که ۲ یا تعداد بیشتری سوئیچ‌های فعال سازی بر روی یک دستگاه فعال ساز / واحد کنترل دستی تکی فراهم می‌شوند تا عملیات متناوب چپ یا راست گرد را مجاز کنند، یک یا همه سوئیچ‌ها می‌توانند در موقعیت مرکز فعال شده باشند:

۱- هنگامی که فقط یکی از سوئیچ‌ها به کار می‌رود و در موقعیت مرکز فعال شده می‌باشد، کارکرد آن باید همان‌طور که در بند ب آمده است، باشد؛

۲- وقتی که طراحی دستگاه فعال ساز، هر دو سوئیچ را مجاز می‌سازد تا در موقعیت مرکز فعال شده نگه داشته شوند تا تغییر از عملیات چپ‌گرد به راست‌گرد را ممکن سازد، رها شدن یکی از کلیدها نباید منجر به توقف حفاظتی شود اما فشردن کامل هر دو کلید باید کنترل سوئیچ‌های دیگر را لغو کنند و توقف حفاظتی ایجاد کنند؛

دستورالعمل استفاده باید شامل توضیحی از عملیات کاربردی باشد، و هشدار می‌بندی بر این که خطر بالقوه وجود داشته باشد.

یادآوری ۳- اگر چند سوئیچ در موقعیت مرکز فعال شده نگه داشته شوند، مشخص نخواهد شد آیا یکی از آن‌ها عمداً یا در نتیجه یک تصادف به طور اتفاقی آزاد شده است.

ث- زمانی که بیش از یک دستگاه فعال ساز در عملیات است (به عنوان مثال، بیش از یک نفر در فضای حفاظت شده و با یک دستگاه فعال ساز باشد)، حرکت تنها در صورتی ممکن است که هر دستگاه در یک زمان در موقعیت (فعال شده) مرکزی نگه داشته شده باشند؛

ج- از کار انداختن دستگاه فعال ساز نباید نقصی ایجاد کند که منجر به فعال کردن حرکت شود؛

چ- اگر یک سیگنال فعال ساز خروجی ایجاد شود پس خروجی باید شرایط توقف را هنگامی که منبع سامانه مرتبط با ایمنی خاموش است علامت بدهد و این باید مطابق با الزامات بند ۴-۵ باشد؛

ح- هنگامی که تغییر حالت در حین قرار داشتن دستگاه فعال ساز در موقعیت مرکز فعال شده ایجاد شده باشد، باید یک توقف حفاظتی آغاز شود. سامانه کنترل ملزم است که دستگاه فعال ساز رها شود و پیش از

این که نیروی محرکه دوباره اعمال شود فعال شود. جهت راهنمایی در مورد جلوگیری از نقص دستگاه فعال - ساز به استاندارد IEC 60204-1 مراجعه شود.

۴-۸-۵ روش توقف اضطراری واحد کنترل دستی

واحد کنترل دستی یا دستگاه کنترل آموزش باید یک روش توقف اضطراری مطابق بند ۵-۵-۲ داشته باشد.

۵-۸-۵ شروع عملیات خودکار

امکان فعال سازی عملیات خودکار، منحصرأ با استفاده از واحد کنترل دستی یا دستگاه کنترل آموزش، نباید وجود داشته باشد. باید وسایلی برای تأیید جداگانه، قرار گرفته در خارج از فضای حفاظت شده پیش از فعال سازی وضعیت خودکار وجود داشته باشد.

۶-۸-۵ کنترل های آموزشی جدا شدنی یا بی سیم

در جایی که واحد کنترل دستی یا دیگر کنترل های آموزش، هیچ کابلی که متصل به کنترل ربات باشد ندارند یا در جایی که ممکن است آن ها جدا باشند، موارد زیر باید اعمال شوند:

الف- یک نشانه قابل مشاهده باید فراهم شود، تا نشان دهد که واحد کنترل دستی فعال می باشد، مثلاً در نمایشگر واحد کنترل دستی آموزشی؛

ب- قطع ارتباط باید منجر به ایجاد توقف حفاظتی برای همه ربات هایی که در حالت های سرعت دستی کاهش یافته یا حالت سرعت دستی بالا تحت کنترل می باشند، شود. بازسازی ارتباط نباید حرکت ربات را بدون یک حرکت آگاهانه مجزا دوباره آغاز کند؛

پ- باید از طریق ذخیره سازی یا طراحی مناسب از اشتباهی گرفته شدن دستگاه های توقف اضطراری فعال و غیرفعال جلوگیری نمود. دستورالعمل استفاده باید شامل توضیحی در مورد ذخیره سازی یا طراحی باشند؛

ت- در صورت عملی بودن، حداکثر زمان پاسخ برای انتقال اطلاعات (شامل اصلاح خطا) و برای قطع ارتباط، باید در دستورالعمل استفاده ذکر شود.

۷-۸-۵ کنترل چند ربات

در جایی که کنترل واحد کنترل دستی قابلیت کنترل چند ربات را دارد، الزامات بند ۵-۹ باید اعمال شوند.

۹-۵ کنترل حرکت هم زمان

۱-۹-۵ کنترل واحد کنترل دستی تکی

اتصال یک یا تعداد بیشتر کنترل های ربات به یک واحد کنترل دستی آموزشی واحد ممکن است. وقتی که این چنین تنظیم شدند، واحد کنترل دستی آموزشی باید قابلیت حرکت دادن یک یا چند ربات را به طور مستقل یا به طور هم زمان داشته باشد. هنگامی که سامانه ربات در حالت کاری دستی باشد، همه کارکردهای سامانه ربات باید تحت کنترل یک واحد کنترل دستی باشند .

۲-۹-۵ الزامات طراحی ایمنی

همه ربات ها در یک سامانه ربات که برای حرکت هم زمان طراحی شده اند، باید به طور طبیعی در حالت عملیاتی همسان، مثلاً دستی یا خودکار، و دارای حالت مشابه مثلاً روشن یا خاموش، باشند. باید این امکان

فراهم شود که یک یا تعداد بیشتری ربات در حالت خود تنظیم غیرمتصل^۱، به منظور رفع نقص یا ایرادهای موجود در موارد آزمون، از مجموعه خارج شوند. پس این ربات‌های غیر متصل شامل حرکت هم‌زمان نمی‌شوند.

هر رباتی که شامل حرکت هم‌زمان می‌شود، باید پیش از این‌که بتواند حرکت کند، انتخاب شود. به شرط انتخاب کلیه ربات‌ها، آن‌ها باید در وضعیت عملیاتی مشابه باشند (مثلاً سرعت کاهش یافته دستی). در محل انتخاب باید علامتی ایجاد شود (مثلاً در واحد کنترل دستی، کابین کنترل، یا ربات). فقط ربات (ربات‌های) منتخب باید حرکت کنند.

غیرفعال کردن ربات‌ها باید امکان‌پذیر باشد، به عنوان مثال حالت خاموش داشته باشد. یک علامت کاملاً قابل مشاهده از فضای حفاظت‌شده از ربات (ربات‌های) فعال شده باید فراهم شود. از آغاز به کار غیر منتظره ربات‌هایی که انتخاب نشده‌اند، باید جلوگیری شود. این کارکرد باید مطابق الزامات بند ۴-۵ باشد.

۱۰-۵ الزامات عملیات مشترک با انسان

۱-۱۰-۵ کلیات

ربات‌هایی که برای عملیات مشترک با انسان طراحی شده‌اند باید هنگامی که ربات در عملیات مشترک با انسان است یک علامت قابل دیدنی ایجاد کنند و باید با یک یا تعداد بیشتری از الزامات بندهای ۵-۱۰-۵ تا ۵-۱۰-۵ مطابقت داشته باشد.

۲-۱۰-۵ توقف نظارت شده برای حد ایمنی

ربات باید هنگامی که یک انسان در فضای کاری مشترک با انسان است، متوقف شود. کارکرد توقف باید مطابق بندهای ۴-۵ و ۳-۵-۵ باشد. ممکن است عملیات خودکار ربات، زمانی که انسان فضای کاری مشترک با انسان را ترک می‌کند، ادامه یابد.

سرعت ربات ممکن است متناوباً کاهش یابد، که منجر به توقف رده ۲ مطابق با استاندارد IEC 60204-1 می‌شود. همین‌که ربات متوقف شد این بی‌حرکتی باید توسط سامانه کنترل مرتبط با ایمنی مطابق بند ۵-۴ نظارت شود. خرابی در کارکرد توقف نظارت شده برای حد ایمنی باید منجر به توقف رده ۰ شود.

یادآوری- این می‌تواند شامل یک کارکرد توقف رده ۲ نظارت شده مطابق با استاندارد IEC 60204-1 باشد که توسط سامانه نیروی محرکه الکتریکی که مربوط به SOS است و مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵-۶۱۸۰۰، سامانه‌های الکتریکی راه‌انداز قدرت با سرعت قابل تنظیم-قسمت ۲-۵: الزامات ایمنی-کارکردی فراهم شده است.

۳-۱۰-۵ هدایت با دست

در این حالت، تجهیزات هدایت با دست باید نزدیک مجری نهایی قرار بگیرند، و باید با موارد زیر مجهز شوند:

الف- یک توقف اضطراری مطابق بندهای ۲-۵-۵ و ۴-۸-۵؛ و

ب- یک دستگاه فعال ساز مطابق بند ۳-۸-۵.

1- Servo-disconnected

ربات باید با یک کارکرد سرعت نظارت شده حد ایمنی فعال، عمل کند (به بند ۵-۶-۴ مراجعه شود).
محدوده سرعت نظارت شده حد ایمنی باید توسط ارزیابی ریسک تعیین شود.

۴-۱۰-۵ نظارت فاصله و سرعت

ربات باید در سرعت و فاصله معینی از کاربر باقی بماند. این کارکردها ممکن است از طریق ویژگی‌های یکپارچه یا ترکیبی از ورودی‌های خارجی صورت گیرند. ردیابی نقص در حفظ سرعت یا فاصله جدایی تعیین شده باید منجر به ایجاد یک توقف حفاظتی شود (به بند ۵-۵-۳ مراجعه شود). کارکردهای نظارت فاصله و سرعت باید مطابق بند ۵-۴-۲ باشد.

ربات، خود جزئی از آخرین سامانه مشارکتی ربات است و به تنهایی برای عملیات مشترک با انسان ایمن کافی نمی‌باشد. کاربردهای عملیات مشترک با انسان، پویا هستند و باید توسط ارزیابی ریسکی که طی طراحی سامانه کاربرد انجام می‌شود، تعیین شوند. دستورالعمل استفاده باید شامل دستورالعمل برای پیاده کردن اندازه‌های سرعت و فواصل باشند. قسمت دوم این استاندارد باید برای طراحی عملیات مشترک با انسان به کار رود. اطلاعات بیشتر در استاندارد ISO/TS 15066 ارائه شده است.
سرعت‌های نسبی کاربر و ربات باید هنگام محاسبه حداقل فاصله ایمن در نظر گرفته شوند. الزامات فاصله کمینه در استاندارد ISO 13855 ارائه شده است.

۵-۱۰-۵ محدود کردن قوای محرکه و نیرو توسط طراحی ذاتی یا کنترل

کارکرد محدودکننده نیرو یا قوای محرکه ربات باید مطابق بند ۵-۴ باشد. اگر هر پارامتری از محدوده فراتر رود، یک توقف حفاظتی باید صورت بگیرد.

ربات، خود جزئی از آخرین سامانه مشارکتی ربات است و به تنهایی برای یک عملیات مشترک با انسان ایمن کافی نمی‌باشد. کاربرد عملیات مشترک با انسان باید توسط ارزیابی ریسکی که طی طراحی سامانه کاربردی صورت می‌پذیرد تعیین شود. دستورالعمل استفاده باید شامل جزئیاتی برای تنظیم پارامترهای تعیین شده در ربات تحت کنترل باشند. قسمت دوم این استاندارد باید برای طراحی عملیات مشترک با انسان به کار رود. اطلاعات بیشتر در استاندارد ISO/TS 15066 ارائه شده است.

۱۱-۵ محافظت تکینگی

حرکات مشخص شده در فضای کارتیزین که در نزدیکی تکینگی‌ها انجام می‌شوند، می‌توانند سرعت بالای محورها را تولید کنند. این سرعت‌های بالا می‌توانند برای کاربر غیر منتظره باشند. در وضعیت سرعت کاهش یافته دستی یا هدایت دستی (به بند ۵-۱۰-۳ مراجعه شود)، کنترل ربات باید یکی از موارد زیر را انجام دهد:
الف- حرکت ربات را متوقف کند و هشدار را پیش از این‌که ربات از تکینگی‌ها عبور کند یا آن را طی حرکت هماهنگ (کنترل در جایی که محوره‌های ربات به صورت هم‌زمان به نقاط پایانی مربوط می‌رسند، آرام کردن ظاهر حرکت و کنترل در جایی که حرکات محورها طوری هستند که TCP در طول یک مسیر از پیش تعیین شده پیش می‌رود) آغاز شده از واحد کنترل دستی آموزشی اصلاح کند، فراهم کند؛

ب- یک سیگنال هشدار قابل مشاهده یا شنیدن ایجاد کند و به عبور از تکینگی‌ها با سرعت هر یک از لینک‌های بازوی ربات که به حداکثر سرعت 250 mm/s محدود شده است، ادامه دهد؛
پ- در صورتی که تکینگی بدون ایجاد هیچ‌گونه حرکت خطرناکی قابل کنترل باشد، حفاظت‌های بیشتر لازم نیستند.

۵-۱۲ محدود کردن محورها

۵-۱۲-۱ کلیات

وسیله‌ای باید فراهم شود، تا یک فضای محدود شده اطراف ربات با استفاده از دستگاه‌های محدودکننده ایجاد شود. وسیله‌ای برای نصب توقف‌های مکانیکی قابل تنظیم باید فراهم شود، تا حرکت محوری که بزرگ‌ترین حرکت جابجایی ربات را دارد (محور اولیه)، محدود کند. ربات باید با یکی از الزامات بندهای ۵-۱۲-۲ یا ۵-۱۲-۳ یا هر دوی آن‌ها مطابقت داشته باشد. این موضوع به ربات‌هایی که دارای ساختار محدود کننده ناشی از ساختمان هستند، اعمال نمی‌شود، به عنوان مثال، ساختمان سینماتیک موازی.
وقتی که ربات به حد یک محور می‌رسد باید متوقف شود. خواه حرکت ربات در نقطه حد محوری ادامه داشته باشد یا نه، باید در دستورالعمل استفاده قید شود.

یادآوری- می‌توان به این هدف از طریق تهیه اطلاعات و دستورالعمل‌های مهندسی تدارک دیده شده برای دستیابی و نصب توقف‌های مکانیکی خارجی، رسید. استفاده از خصیصه اختیاری حد ایمنی نرم‌افزاری برای محور و محدود کردن فضا (به بند ۵-۱۲-۳ مراجعه شود) نیز می‌تواند این الزام را برآورده سازد.

۵-۱۲-۲ دستگاه‌های محدودکننده محور از نوع مکانیکی و الکترومکانیکی

به این دلیل که محورهای دوم و سوم بزرگ‌ترین جابه‌جایی را دارند، باید دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی و غیرمکانیکی قابل تنظیم برای این محورها فراهم شوند.
توقف‌های مکانیکی باید قابلیت متوقف کردن حرکت ربات در بار مجاز، شرایط حداکثر سرعت و در گستره حداکثر و حداقل را داشته باشند. آزمون توقف‌های سخت‌افزار مکانیکی باید بدون هیچ توقف کمکی صورت بگیرد.

روش‌های جایگزین محدود کردن گستره حرکت، فقط در صورتی که طوری طراحی، ساخته و نصب شده باشند که کارایی مشخص شده در بند ۵-۴-۲ را برآورده کنند، ممکن است فراهم شوند.
کارایی مدار کنترل دستگاه‌های محدودکننده الکترومکانیکی باید مطابق الزامات بند ۵-۴ باشد. کنترل ربات و برنامه‌های وظیفه کاری نباید تنظیمات دستگاه محدودکننده الکترومکانیکی را تغییر دهند.
دستگاه‌های قابل تنظیم به مصرف‌کننده اجازه کمینه کردن اندازه فضای محدود شده را می‌دهند. درجه تنظیم باید در اطلاعات مورد نیاز، جهت استفاده همان‌طور که در بند ۶-۲ تعیین شده است، گنجانده شود.
دستورالعمل استفاده باید شامل اطلاعاتی در مورد زمان توقف در حداکثر سرعت برای دستگاه‌های محدودکننده الکترومکانیکی باشد، شامل زمان نظارت کردن و مسافت طی شده پیش از این‌که توقف کامل صورت بپذیرد. اطلاعات بیشتر در پیوست ب آمده‌اند.

یادآوری ۱- مثالی از دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی شامل دستگاه‌هایی از قبیل متوقف‌کننده‌های الکتریکی، پنوماتیکی یا هیدرولیکی، سوئیچ‌های محدودکننده، پرده‌های نوری، دستگاه‌های اسکن لیزری و کابل‌های کشیدنی که جهت محدود کردن حرکت ربات و تعریف فضای محدودشده به کار می‌رود.

یادآوری ۲- متوقف‌کننده‌های مکانیکی شامل متوقف‌کننده‌های مکانیکی که تنظیم شده و سپس با بست‌ها ایمن شده‌اند.

۵-۱۲-۳ محور نرم‌افزاری حد ایمنی و محدودکننده فضا

محدودیت‌های نرم‌افزاری، محدودیت‌های مشخص شده نرم‌افزاری در حرکت ربات هستند. محدودکننده فضا برای تعریف هرگونه شکل هندسی به کار می‌رود که ممکن است به عنوان منطقه داخلی یا خارجی که هر دو حرکت ربات را در فضای مشخص شده محدود می‌کند یا از ورود ربات به فضای تعریف شده جلوگیری می‌کند، استفاده شود.

حد ایمنی نرم‌افزاری ممکن است به عنوان ابزاری برای تعریف و کاهش فضای محدودشده فراهم شده، استفاده شوند. آن‌ها می‌توانند بر وقفه ربات در سرعت و بار کامل تأثیر گذارند. فضای محدودشده باید در موقعیت توقف مورد انتظار واقعی که برای طی مسافت توقف استفاده می‌شود، تعریف شود. سازنده باید این قابلیت را در دستورالعمل استفاده بیان کند و باید حد ایمنی نرم‌افزاری را، در صورتی که این قابلیت در دستورالعمل استفاده مهیا نشده است، غیرفعال کند.

برنامه‌های کنترل که کارکردهای محدود کردن فضا و محور نرم‌افزاری را نظارت و اجرا می‌کنند براساس حدود ایمنی نرم‌افزاری، باید مطابق بند ۵-۴ باشند و تنها توسط پرسنل دارای صلاحیت قابل تغییر باشند. اگر حد ایمنی نرم‌افزاری نقض شود باید یک توقف حفاظتی شروع شود. حرکتی که طی نقض شدن محدوده انجام می‌شود باید تحت کنترل سرعت کاهش یافته، همان‌طور که در بند ۵-۶-۳ شرح داده شده است، باشد. اطلاعات درمورد تنظیمات فعال و پیکره‌بندی محدوده‌های ایمنی باید قابلیت مشاهده و ثبت شدن با یک شناسه منحصر به فرد، به صورتی که تغییرات پیکره‌بندی به راحتی قابل تشخیص باشند، را داشته باشد. یک حد ایمنی نرم‌افزاری باید به عنوان یک منطقه ثابت که نمی‌توان آن را بدون شروع مجدد زیرسامانه مرتبط با ایمنی تغییر داد و نباید دوباره طی اجرای خودکار برنامه وظیفه کاری شکل داده شود، تنظیم شود. اجازه تغییر حد ایمنی نرم‌افزاری باید محافظت و ایمن شود، به عنوان مثال، افراد مجاز را ملزم به وارد کردن یک رمز کند. همین که حد ایمنی نرم‌افزاری تنظیم شدند، باید همیشه با روشن کردن دستگاه فعال شوند. دستورالعمل استفاده باید شامل اطلاعاتی درمورد زمان توقف در حداکثر سرعت برای حد ایمنی نرم‌افزاری از قبیل نظارت زمان و مسافت طی شده قبل از توقف کامل باشد. اطلاعات بیشتر در پیوست ب ارائه شده‌اند. خروجی ناحیه‌ای برای حد ایمنی برای استفاده در کاربردهای فضای محدودشده پویا باید مطابق بند ۵-۴ باشند. پیکره‌بندی سخت‌افزاری خروجی‌ها باید در دستورالعمل استفاده بیان شود.

یادآوری ۱- حد ایمنی نرم‌افزاری برای محور می‌تواند به خصوص در کنترل حرکت روی محورهای اضافی‌ای که به وسیله دستگاه‌های محدودکننده مجهز نشده‌اند مفید باشند، همان‌طور که در بند ۵-۱۲-۲ شرح داده شده است.

یادآوری ۲- حد ایمنی نرم‌افزاری برای محدود کردن فضا می‌تواند به خصوص در کنترل حرکت در مناطق کاری دارای شکل نامنظم یا محافظت در برابر نقاط باریک که به خاطر موانع ایجاد شده‌اند مفید باشند.

یادآوری ۳- نمونه‌ای از شناساگر واحد یکتا، مجموع کنترلی^۱ است، یک مقدار یکتا که به صورت خودکار توسط سامانه ربات تولید می‌شود زمانی که پیکره‌بندی محدودیت نرم‌افزاری تعریف شده است. هر تغییری در پیکره‌بندی باعث تولید یک عدد جدید خواهد شد.

۴-۱۲-۵ دستگاه‌های محدودکننده پویا

محدودکننده پویا تغییری کنترل شده و خودکار در فضای محدود شده ربات، حین یک قسمت از عملیات سامانه ربات می‌باشد. دستگاه‌های کنترل مثل (اما نه فقط) سوئیچ‌های محدودکننده بادامکی، پرده نوری، و توقف‌های سخت افزاری قابل جمع شدن که با کنترل فعال می‌شوند، ممکن است به کار روند تا حرکت ربات را در فضای محدود شده بیشتر، هنگامی که ربات برنامه وظیفه کاری‌اش را اجرا می‌کند، محدود کنند. به این منظور دستگاه و سامانه‌های کنترلی مرتبط به آن باید قادر باشند تا حرکت ربات را تحت بار مجاز و شرایط سرعت، متوقف کنند و سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی مربوطه باید با بند ۵-۴-۲ مطابقت داشته باشند مگر این‌که ارزیابی ریسکی صورت بگیرد و مشخص شود که رده دیگری مورد نیاز می‌باشد.

۱۳-۵ حرکت بدون نیروی محرکه

ربات باید طوری طراحی شود که محورهای قابلیت حرکت بدون استفاده از نیروی محرکه در وضعیت‌های اضطراری یا غیرعادی را داشته باشند. در جایی که این عملی باشد حرکت دادن محورها باید توسط یک نفر صورت بگیرد. کنترل‌ها باید به آسانی قابل دسترسی باشند اما از عملیات ناخواسته محافظت شوند. دستورالعمل‌های انجام این موضوع، باید همراه با پیشنهادهایی برای آموزش پرسنل در مورد واکنش به وضعیت‌های غیرعادی یا اضطراری در دستورالعمل استفاده گنجانده شوند. دستورالعمل استفاده باید شامل هشدارهایی باشد مبنی بر این‌که سنگینی و آزادسازی دستگاه‌های ترمزگیری می‌توانند سایر خطرات را ایجاد کنند. در صورت امکان هشدارها باید نزدیک کنترل‌های فعال کننده چسبانده شوند.

۱۴-۵ تدارکات برداشتن

دستورالعمل‌ها و تدارکات برداشتن ربات و اجزاء مربوط به آن باید فراهم شوند و باید برای حمل بار پیش بینی شده مناسب باشند.

مثال - قلاب‌های برداشتن^۲، پیچ‌های حلقه‌ای^۳، حفره‌های رزوه‌دار^۴ و جای شاخک لیفتراک^۵.

یادآوری - برای ربات‌های کوچکی که به آسانی می‌توانند توسط یک نفر حمل شوند، دستورالعمل‌های برداشتن ایمن مناسب، کافی باشند.

-
- 1- Checksum
 - 1- Lifting hooks
 - 2- Eye bolts
 - 3- Threaded holes
 - 5- Fork pocket

۱۵-۵ اتصالات برقی

جدا بودن یا گسیختگی اتصالات برقی می‌تواند باعث بروز خطر شود، بنابراین باید طوری طراحی و ساخته شوند که از گسستگی غیرمنتظره جلوگیری شود. اتصالات باید ابزاری جهت جلوگیری از اتصال غیرصحیح داشته باشند.

۶ تصدیق و صحه‌گذاری الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی

۱-۶ کلیات

سازنده ربات باید تصدیق و صحه‌گذاری طراحی و ساخت ربات‌ها، شامل دستگاه‌های حفاظ‌گذاری مناسب مطابق با اصول ذکر شده در بندهای ۴ و ۵ فراهم کنند. ارزیابی ریسک باید دوباره ارزیابی شود که آیا کلیه خطراتی که به طور معقولانه‌ای قابل پیش‌بینی هستند شناسایی شده و اقدامات اصلاحی صورت پذیرفته‌اند.

یادآوری- چون همه خطرات شناسایی شده در پیوست الف در همه ربات‌ها وجود ندارند، سطح ریسک مرتبط با یک وضعیت خطرناک از یک ربات با ربات دیگر برابر نخواهد بود. بنابراین باید ارزیابی ریسکی انجام شود تا مشخص شود که چه اقدامات حفاظتی مناسبی باید برای یک ربات خاص انجام شوند.

۲-۶ روش‌های تصدیق و صحه‌گذاری

تأیید و صحه‌گذاری می‌توانند با روش‌هایی که موارد زیر را در بر دارند اما محدود به آنها نمی‌شوند صورت بپذیرند:

الف - بازرسی چشمی؛

ب - آزمون‌های عملی؛

پ - اندازه‌گیری؛

ت - نظارت طی عملیات؛

ث - مرور طرح‌های کلی دارای کارایی خاص، دیاگرام‌های مواد، مواد طراحی؛

ج - مرور ارزیابی ریسکی که بر اساس وظیفه کاری می‌باشد؛

چ - مرور مشخصات و دستورالعمل استفاده.

به جدول ج-۱ مراجعه شود.

۳-۶ تصدیق و صحه‌گذاری مورد نیاز

پیوست ج الزامات کارایی خاص را که به اندازه‌ای برای ایمنی ربات مهم شناخته شده و باید تصدیق و صحه‌گذاری شود، لیست می‌کند. با استفاده از روش‌های مناسب، الزامات باید به منظور تعیین این‌که آیا الزامات کافی در طراحی و ساخت ربات برآورده شده‌اند، ارزیابی شوند.

یادآوری ۱- مواردی که در جدول ج-۱ فهرست شده‌اند ممکن است شامل هر رباتی نباشند. ممکن است نمونه‌هایی وجود داشته باشند که در آنها تصدیق و یا صحه‌گذاری موارد خاص غیرممکن باشد.

یادآوری ۲- جدول ج-۱ نه جامع می‌باشد و نه محدودکننده. ممکن است الزامات بیشتری جهت تصدیق، بسته به طراحی خاص ربات وجود داشته باشند.

یادآوری ۳- تضمین این که همه موارد عملی، تصدیق و یا صحت‌گذاری شده‌اند تحت مسئولیت سازنده می‌باشد.

یادآوری ۴- در صورت استفاده از جدول ج-۱ به عنوان چک‌لیست، محتویات باید بازبینی و محدود شوند تا پیکره‌بندی ارزشیابی شده اصلی ربات و روش مناسب جهت ارزشیابی را نشان دهند.

۷ دستورالعمل استفاده

۱-۷ کلیات

علائم (به عنوان مثال تابلوها، نمادها) و ابزار آموزشی (به عنوان مثال کتاب‌های راهنمای کارایی، نگهداری) باید توسط سازنده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ و استاندارد IEC 60204-1 فراهم شوند. در این حالت، دستگاه‌های هشداری ماشین (به عنوان مثال سیگنال‌های صوتی و تصویری) باید با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ و استاندارد IEC 60204-1 مطابقت داشته باشد.

۲-۷ کتابچه راهنما

علاوه بر الزامات ۶-۱ هر رباتی باید یک کتابچه راهنما یا وسایل اطلاع‌رسانی مناسبی که موارد زیر را شامل می‌باشند، همراه داشته باشد:

الف- نام شرکت، آدرس کامل، و اطلاعات لازم برای ارتباط با سازنده، و در صورت لزوم، نماینده مجاز یا تأمین‌کننده مجاز؛

ب- دستورالعمل‌های راه‌اندازی اولیه، برنامه‌ریزی و راه‌اندازی مجدد رویه شامل الزامات نصب مثل نیازهای انرژی، بارگذاری کف، شرایط محیطی و غیره؛

پ- دستورالعمل‌هایی جهت بررسی و آزمون اولیه ربات و اقدامات حفاظتی آن باید پیش از اولین استفاده و وارد مدار تولید شدن، انجام شوند، شامل آزمون کارکردی کنترل سرعت کاهش یافته؛

ت- دستورالعمل‌های هر گونه آزمون و بررسی لازم پس از تغییر اجزا یا اضافه کردن تجهیزات اختیاری (هم سخت‌افزاری هم نرم‌افزاری) به ربات که می‌توانند بر کارکردهای مرتبط با ایمنی ربات تأثیر بگذارند، شامل سیگنال خروجی توقف اضطراری که در بند ۵-۵-۲ آمده و مدارهای فعال‌ساز رایج مثل ۵-۸-۳ت)؛

ث- دستورالعمل‌هایی جهت عملیات ایمن، تنظیم و نگهداری از قبیل تمرین‌های کاری ایمن، رویه‌های کنترل انرژی مخاطره‌آمیز و آموزش‌های لازم برای افرادی که تجهیزات را به کار می‌اندازند تا به پایه مهارت لازم برسند؛

ج- دستورالعمل‌های مکان قرارگیری و کارکرد همه سامانه‌های کنترل از قبیل نمودار سامانه‌های واسط پنوماتیکی، هیدرولیکی و الکتریکی که برای تنظیم و نصب لازم هستند؛

یادآوری- بند ج شامل طرح کلی ربات یا دیگر کنترل‌ها، اجزا یا مشخصه‌های خاص نمی‌شود.

چ- اطلاعات در مورد قابلیت انتخاب کنترل سرعت بالا با استفاده از واحد کنترل دستی؛

- ح- دستورالعمل‌هایی که به طراح ماشین اطلاع می‌دهند فضای محدود شده را باید هنگامی که پیش‌بینی می‌شود ربات در سرعت بالای دستی به کار برود فراهم کند؛
- خ- اطلاعات نصب دستگاه‌های محدودکننده که شامل شماره، مکان قرارگیری و درجه تنظیم قابلیت محدود کردن مکانیکی می‌باشد؛
- د- دستورالعمل‌هایی برای شماره، مکان قرارگیری و پیاده‌سازی هر گونه دستگاه محدودکننده غیر مکانیکی؛
- ذ- ظرفیت‌های محدودکننده پویا، در صورت شامل بودن؛
- ر- اطلاعات موقعیت واقعی توقف مورد نظر که هنگام استفاده از حد ایمنی نرم‌افزاری، مسئول طی فاصله توقف می‌باشد؛
- ز- اطلاعات در مورد شماره و عملیات دستگاه‌های فعال‌ساز و دستورالعمل‌های نصب دستگاه‌های اضافی که شامل اطلاعات و ملاک‌های لازم برای تعیین کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی می‌باشد؛
- ژ- اطلاعات در مورد زمان توقف و فاصله یا زاویه از شروع سیگنال توقف سه محوره با بزرگترین حرکت جابه‌جایی، مطابق متریک در پیوست ب؛
- س- کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی کارکردهای ایمنی ربات همان‌طور که در بند ۵-۴ مشخص شده؛
- ش- مشخصات هر مایع یا روغنی که در روغن‌کاری، ترمزگیری، سامانه انتقالی داخلی ربات، شامل راهنمایی برای انتخاب درست، آماده‌سازی، کاربرد و بلامصرف‌های رویه خاص؛
- ص- راهنمایی وسایل آزادسازی افرادی که در یک ماشین یا توسط آن گیر افتاده‌اند؛
- ض- دستورالعمل‌های حرکت محورهای ربات بدون نیروی محرکه، شامل هشدارهایی مبنی بر این‌که سنگینی و آزادسازی دستگاه‌های ترمزگیری می‌تواند خطرات بیشتری ایجاد کند؛
- ط- توصیه‌هایی برای آموزش افراد برای واکنش نشان دادن به وضعیت‌های غیرعادی یا اضطراری؛
- ظ- اطلاعاتی که محدودیت گستره حرکت و ظرفیت بار شامل حداکثر جرم، موقعیت مرکز ثقل قطعه کار و قید و بست نگه‌دارنده^۱ کاری را مشخص می‌کنند؛
- ع- رویه‌های اجتناب از خطاهای اتصال در طی تعمیر ماشین؛
- غ- اطلاعات در مورد استانداردهای مربوطه که ربات مطابق آن است شامل هر کدام که توسط شخص ثالث تصدیق شده است؛
- ف- زمان پاسخ به ردیابی قطع سیگنال ارتباطی برای واحدهای کنترل دستی بی‌سیم؛
- ق- اطلاعات در مورد خطرات محافظت نشده که در کاربرد مورد نظر ماشین موجود هستند؛
- ک- دستورالعمل‌ها و هشدارهایی مبنی بر این‌که عملیات دستی باید هنگامی که همه افراد در خارج از فضای محافظت شده هستند، صورت بگیرد؛
- گ- دستورالعمل‌هایی مبنی بر این‌که پیش از انتخاب وضعیت خودکار، همه محافظ‌های غیرفعال شده به حالت کاملاً فعال برگردند؛
- ل- دستورالعمل‌هایی برای انبارش مناسب واحدهای کنترل دستی بی‌سیم، اگر به صورت بی‌سیم باشند؛

1- Fixture

م- اطلاعات در مورد مدت زمان پاسخ و قطع ارتباط واحدهای کنترل دستی بی‌سیم، اگر به صورت بی‌سیم باشند؛

ن- اطلاعات در مورد رده توقف هر یک از ورودی‌های مدار توقف حفاظتی.
هر تغییر یا افزایشی در اطلاعات کاربردی فراهم شده توسط سازنده، توسط گروهی که این تغییر یا افزایش اطلاعات را به سامانه ربات اعمال می‌کند، انجام شود.

۳-۷ نشانه‌گذاری

هر ربات باید به روشی متمایز، خوانا و با دوام نشانه‌گذاری شود با:

- الف- نام سازنده و در جایی که مناسب باشد، نام تجاری و آدرس کامل عرضه کننده مجاز؛
 - ب- تعیین نوع دستگاه (به عنوان مثال، ربات صنعتی) و شماره مدل یا شماره مرجع (در صورت لزوم)؛
 - پ- ماه و سال ساخت؛
 - ت- حجم و/یا وزن دستگاه؛
 - ث- حداکثر دسترسی و ظرفیت حمل بار؛
 - ج- اطلاعات منبع تغذیه برای سامانه‌های الکتریکی، در صورت لزوم، هیدرولیکی و پنوماتیکی (به عنوان مثال، حداکثر و حداقل فشارهای پنوماتیکی)؛
 - چ- در صورت لزوم، محل برداشتن برای اهداف حمل و نقل و نصب؛
- حفاظها، دستگاه‌های حفاظتی و دیگر بخش‌هایی که جزئی از ربات می‌باشند اما متصل نیستند باید به وضوح برای هدفشان شناسایی شوند. هر اطلاعات دیگری که برای اتصال لازم است باید فراهم شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

جدول الف-۱ فهرستی از خطرات قابل ملاحظه برای ربات و سامانه ربات فراهم می‌کند. یادآوری- فهرست موجود در جدول الف-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، برگرفته شده است.

جدول الف-۱- فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

بند/زیربند مرجع	نمونه‌ای از خطرات		نوع یا گروه	شماره
	نتایج احتمالی	منشأ		
بند ۴ ۱-۲-۵ ۳-۲-۵ ۵-۵ ۶-۵ ۷-۵ ۴-۸-۵ ۹-۵ ۱۰-۵ ۱۱-۵ ۱۲-۵ ۱۳-۵ ۱۴-۵ - بیرون پاشیدن یا تو کشیدن گاز مایع با فشار بالا	- شکستن - شکاف پیدا کردن - بریدن یا جدا کردن - گیر کردن - گیر افتادن یا محبوس شدن - ضربه - سوراخ یا پنچر شدن - سایش و خراشیدگی	- حرکات (عادی یا ناگهانی) هر بخش از بازوهای ربات (شامل واحد کنترل دستی آن) - حرکات (عادی یا ناگهانی) مجری نهایی یا هر یک از بخش های متحرک سلول های ربات - حرکات (عادی یا ناگهانی) محور های ربات - نقص مجری نهایی (جدا شدن) - حرکت ابزار مجری نهایی در موقعیت تعمیر - حرکت غیرمنتظره دستگاه‌ها یا سلول های ربات طی عملیات های حمل - بیرون آمدن یا افتادن لوازم و تولیدات - حرکت پیش‌بینی نشده پیچ‌ها و بست‌ها - قطع شدن پیش‌بینی نشده ابزار - حرکت پیش‌بینی نشده دستگاه‌های وابسته - دست‌کاری محصولات و مواد، از قبیل بیرون انداختن - حرکت یا چرخش ابزار تیز بر روی مجری نهایی - حرکت اجزا ربات - حرکت بخشی که لبه تیز دارد و ربات آن را نگه داشته - چرخش ابزار و مجری نهایی - چرخش با حرکت دستگاه وابسته یا ابزار ماشینی در سلول ربات - حرکت چرخشی هر یک از محورهای ربات - لباس آزاد و موی بلند - مابین بازوی ربات و هر جسم ثابتی - مابین مجری نهایی و هر جسم ثابتی (حصار، تیرک و غیره) - عدم امکان خروج از سلول ربات (از طریق در سلول)	خطرات مکانیکی	۱

		<p>برای کاربری که در سلول گیر افتاده در وضعیت خودکار</p> <ul style="list-style-type: none"> - بین قید و بست نگهدارنده (در آنها افتادن)؛ بین ریل‌های حرکت، تأسیسات - دستکاری محصولات و مواد، شامل بیرون زدن - حرکت یا چرخش جسم تیز روی مجری نهایی یا روی محورهای خارجی قسمتی که نگه داشته می‌شود و تجهیزات وابسته - حرکت پیش‌بینی نشده مجری نهایی (فرآیند ویژه برای چرخ‌های سمباده و غیره) - حرکت یا فعال‌سازی پیش‌بینی نشده مجری نهایی و تجهیزات وابسته (شامل محورهای خارجی که به وسیله ربات کنترل می‌شوند) - آزادسازی پیش‌بینی نشده انرژی پتانسیل از منابع ذخیره شده 		
بند ۴ ۴-۲-۵ ۵-۲-۵ ۶-۲-۵ ۷-۲-۵ ۱۵-۵	<ul style="list-style-type: none"> - شوک الکتریکی - سوختگی - استنشاق - دودهای مسموم - آسیب چشم - توسط جرقه - تأثیر بر راهنما 	<ul style="list-style-type: none"> - اتصال به اجزا جریان دار یا انشعابات - در هم آمیختگی ولتاژها در یک سامانه - اتصال به اجزا جدا از هم در مدار الکتریکی (الکترونیکی) یعنی خازن‌ها - در معرض جرقه نور قرار گرفتن - فرآیندی که از ولتاژ بالا یا فرکانس بالا استفاده می‌کند یعنی رنگ‌کاری الکترواستاتیکی، گرم کردن القایی - عملیات‌های جوشکاری که از ولتاژ بالا استفاده می‌کنند 	خطرات الکتریکی	۲
بند ۴	<ul style="list-style-type: none"> - سوختن - آتش سوزی، انفجار - تابش از منابع گرمایی - استنشاق - دودهای مسموم - آب زدایی 	<ul style="list-style-type: none"> - سطوح داغ مرتبط به مجری نهایی؛ یا تجهیزات وابسته یا قطعه - سطوح یا اجسام سرد - فضای قابل انفجاری که به خاطر فرآیند یعنی رنگ-کاری (ذرات اتمی شده یا رنگ‌کاری گردیده) ایجاد شده - مایعات قابل اشتعال، گرد و غبار تراشکاری و فرز کاری ایجاد شده - در معرض گرمای بی‌نهایت که برای انجام فرآیند لازم است قرار گرفتن 	خطرات حرارتی	۳
صدا از محدوده این بخش ایزو مستثنی می‌شود	<ul style="list-style-type: none"> - تأثیر در شنیدن و تعادل و هوشیاری - تأثیر بر ارتباط کلامی و فهم سیگنال‌های صوتی 	<ul style="list-style-type: none"> - عدم تعادل و گم‌گشتگی در محدوده کاری سلول ربات - ناتوانی دو فردی که مأموریت دارند تا فعالیت‌هایشان را از طریق مکالمه عادی هماهنگ کنند. - سطح پارازیت موجود در اطراف آنقدر بالا و حواس پرت کن باشد که از شنیدن یا فهم سیگنال‌های هشداری مخاطره قابل شنیدن جلوگیری شود - به مدت طولانی در معرض سطح پارازیت خیلی بالا 	خطرات نوفه	۴

	قرار گرفتن	- ناتوانی در شنیدن		
بند ۴	خطرات لرزشی	- قطع ارتباطات، اتصالات، اجزایی که منجر به توقف پیش‌بینی نشده یا در آمدن اجزا می‌شوند	- خستگی - آسیب عصبی - اختلال مجرای	
بند ۴	خطرات تابش	- تداخل نیروی برق‌رانی (EMF) با عملیات مخصوص سامانه ربات - در معرض پرتو افکنی مرتبط به فرآیند قرار گرفتن یعنی جوشکاری قوسی، لیزر	- سوختگی‌ها - بیماری	
بند ۴	خطرات مواد/ماده	- مواد تعمیر، روغن کاری و تعویض اجزا که با مایعات پوشانده می‌شوند، مایعات خنک‌کننده و استفاده شده در فرآیند - نقص اجزا مکانیکی و الکتریکی پیش‌بینی نشده روی ربات و سامانه ربات	- مسمومیت - استنشاق گرد و غبار و دودهای فاسدکننده - سوختگی‌ها	
بند ۴ ۳-۳-۵ ۴-۳-۵ ۱۴-۵	خطرات ارگونومیک	- طراحی ضعیف واحد کنترل دستی آموزشی، صفحه لمسی واسط انسان-ماشین (HMI)، یا تابلو کاربر که خیلی بالا یا خیلی دور هستند. - محل بارگیری/ تخلیه دارای طراحی ضعیف؛ مسافت طولانی بین اجزا و محل بارگیری/ تخلیه - دستگاه‌های فعال‌ساز دارای طراحی ضعیف - مکان نامناسب کنترل‌ها - کارایی‌های نامناسب کنترل‌ها - قرارگیری در معرض خطرات بیشتر به خاطر مکان قرار گیری اجزا از کنترل‌های عملیاتی می‌باشند - قرارگیری در معرض خطرات بیشتر به خاطر مکان قرار گیری اجزا که نیازمند دسترسی سریع برای فعالیت‌های تعمیراتی می‌باشند (مثل عیب‌یابی، تعمیر، تنظیم) - شناسایی خطرات و وضعیت خطر آفرین که به دلیل نورپردازی ضعیف محل، ممانعت می‌شود. - وسایلی که در محدوده وجود دارند نورپردازی موجود را مسدود می‌کنند - واحدهای HMI که به راحتی دیده نمی‌شوند و خیلی بالا و یا خیلی پایین قرار دارند.	- خستگی - ضربه - افتادن - از دست دادن هوشیاری - استرس - پیامد خطر انسانی	
بند ۴	خطرات مرتبط به محیطی که دستگاه در	- مشکلات طراحی ایجاد شده به خاطر محیط یعنی نصب در مناطق زلزله خیز - تشخیص نادرست مشکل واقعی و بدتر کردن مشکل از طریق انجام اقدامات نادرست یا غیر ضروری	- اضطرابی - شامل نقص‌ها - عمل غیرایمن - غیر ارادی	

	آن به کار می‌رود	- اقدام یا نقصی که شدت خسارت را افزایش می‌دهد یعنی در تلاش برای دور ماندن از یک لبه تیز در عوض با سطح داغی برخورد می‌شود		
۱۰	مجموعه‌ای از خطرات	<p>- حرکات پیش‌بینی نشده ربات و مجری‌های نهایی یا دستگاه مرتبط به آن</p> <p>- رفتار غیر قابل پیش‌بینی کنترل‌های دستگاه به خاطر تداخل الکترو مغناطیسی یا نوسانات شدید در منبع انرژی</p> <p>- سامانه ربات طوری هدایت می‌شود که به دست یک نفر شروع به کار کند اما انجام این عمل به دست فرد دیگر انتظار نمی‌رود.</p> <p>- سوء برداشت قصد ربات‌های همکار یا حرکت هم‌زمان</p> <p>- فرمان توقف مهار شده ربات را در یک چرخش نا کامل متوقف می‌کند</p> <p>- سرعت سامانه ربات قابل تنظیم می‌باشد که منجر به انجام کارهای متفاوت در سرعت‌های متفاوت می‌شود.</p> <p>- خرابی کنترل که در نتیجه آن دستگاه‌های نگهدارنده در لیست با مجری‌های نهایی رها می‌شوند تا تحت نیروهای مازاد حرکت کنند و پرتاب شوند (نیروی ایستایی / جاذبه، وسایل ذخیره‌سازی انرژی).</p> <p>- خرابی کنترل که در نتیجه آن ترمز دستی ربات می‌برد. بریدن ترمز باعث می‌شود که اجزا ربات تحت نیروی مازاد (نیروی ایستایی/جاذبه، وسایل ذخیره‌سازی انرژی) قرار بگیرند.</p> <p>- حرکات پیش‌بینی نشده ربات، مجری‌های نهایی، محورهای کمکی یا تجهیزات مرتبط</p> <p>- نقص یک دستگاه حفاظ‌گذاری در کارکرد مطابق انتظار</p> <p>- نقص یک دستگاه و البته در کارکرد مطابق انتظار</p> <p>- لوله‌های شل و نا ایمن جدا می‌شوند و یا حرکت می‌کنند.</p> <p>- اجزایی که به طور نامناسبی نصب شده‌اند حرکت/خطر غیر منتظره‌ای ایجاد می‌کنند.</p> <p>- بخش‌های چرخشی در سرعت بالا می‌شکنند و از تجهیزات نگهداری اجزا جدا می‌شوند</p> <p>- بار بیش از اندازه بر بازوی ربات یا تجهیزات وابسته منجر به شکستن یا خم شدن اجزا مکانیکی می‌شود</p> <p>- خرابی مرتبط به فرآیند</p>	<p>- بازگرداندن انرژی پس از وقفه</p> <p>- تأثیرات خارجی به منبع انرژی</p> <p>- شروع به کار پیش‌بینی نشده</p>	<p>بند ۴ ۲-۲-۵ ۳-۲-۵ ۴-۲-۵ ۵-۲-۵ ۶-۲-۵ ۷-۲-۵ ۲-۳-۵ ۳-۳-۵ ۵-۳-۵ ۴-۵ ۵-۵ ۷-۵ ۸-۵ ۹-۵ ۱۰-۵</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - دستگاه نگهداری اجزا خراب می شود - ربات آزاد یا دستگاه وابسته (که به وسیله جاذبه در موقعیت خود نگه داشته می شود) می افتد یا برعکس می شود. - برطرف کردن حوادث طی فرمان دادن/عدم فرمان - اگر اجزا به طور مناسبی نصب یا وصل نشده باشند می افتند - نورپردازی نامناسب در محدوده کاربر یا سلول ربات - موانع موجود در کف سلول - کف زمین لیز - قرار دهی نامناسب تجهیزات - خطرات کاربردهای خاص 		
--	--	--	--	--

پیوست ب

(الزامی)

زمان توقف و متریک مسافت

سنجشی است که برای ارائه دستورالعمل استفاده در ۷-۲) به کار می‌رود، تا اطلاعات استاندارد شده همه سازندگان را تضمین کند. این اطلاعات باید توانایی محاسبه مدت ایمنی در استفاده از دستگاه‌های حفاظ‌گذاری را محاسبه کند. برای این که این اطلاعات مفید و کاربردی شوند، اندازه‌ها برای گام‌های مختلف حداکثر شرایط در نظر گرفته شوند تا قابلیت پیش بینی شرایط واقعی را داشته باشند. آزمون باید مطابق شرایط آزمون کارایی در استاندارد ISO 9283:1998 بند ۶ به همان اندازه که قابل اجراست باشد.

الف- بازوی رباتیک باید پیش از انجام آزمون گرم شود؛

ب- ربات باید نصب شود همان‌طور که در الزامات سازنده آمده است.

پ- شرایط محیطی قوای محرکه، دما و غیره باید اعمال شوند.

ت- باید یک روش آزمون مناسب دنبال شود.

ث- روش انجام محاسبات باید شرح داده شود.

سازنده باید خوب نشدن کارایی توقف به خاطر استفاده عادی را پیش‌بینی کند و پیشنهاد دهد که ربات چه زمانی باید روشن شود.

اطلاعات لازمه به صورت زیر می‌باشند:

- زمان توقف باید از شروع سیگنال توقف تا هنگامی که همه حرکت بازوی ربات متوقف می‌شود، تعیین شود؛

- اگر اندازه‌های شبیه‌سازی تصدیق شده آماده شده باشند پس ممکن است این اندازه‌ها از طریق شبیه‌سازی به دست آید.

یادآوری- این اطلاعات بسته به تأخیرات افزوده به خاطر ترکیبات سامانه کنترل و پیکربندی معین تغییر می‌کنند، به عنوان مثال واحدهای کنترل دستی بی‌سیم.

مسافت توقف باید به عنوان مسافت کلی که پس از شروع سیگنال توقف طی شده، شناخته شود.

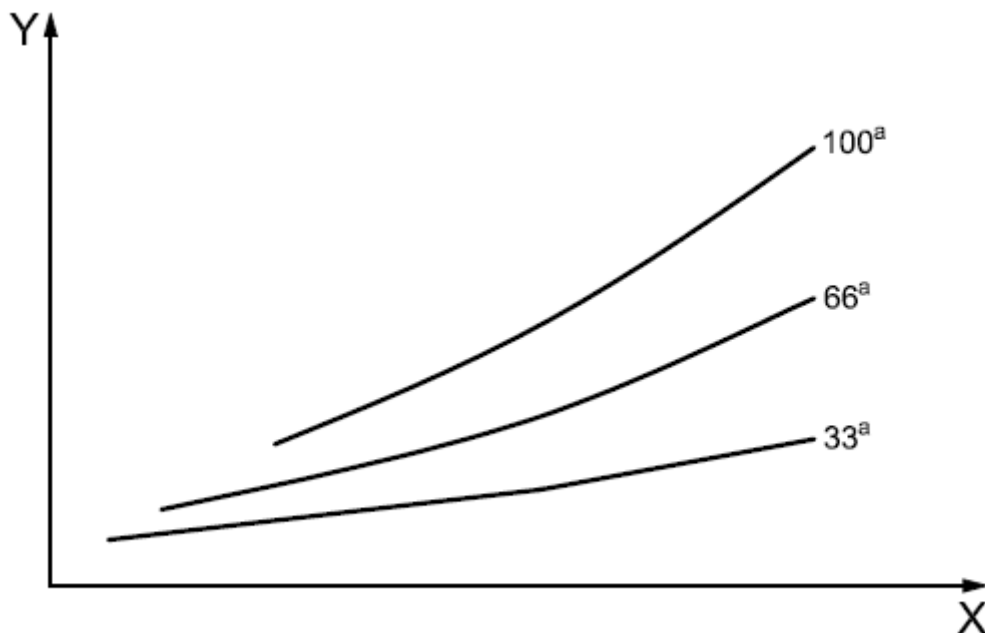
مسافت باید در واحدهای خطی یا زاویه‌ای مناسب فراهم شود.

برای توقف رده صفر مطابق استاندارد IEC 60204-1، روش‌های محاسباتی تحت شرایط حداکثر (حداکثر سرعت، حداکثر بار و حداکثر جابه‌جایی) مناسب هستند. اگر ربات توقف رده ۱ داشته باشد، اطلاعات اضافی یا ضرایب تصحیح فراهم شوند. برای توقف رده ۱ زمان توقف و اندازه‌های مسافت بسته به سرعت، بار و امتداد پایه ۳۳٪، ۶۶٪، ۱۰۰٪ برای حداکثر تعیین شوند، مگر این که این اندازه‌ها بر اساس طراحی از اندازه-های حداکثر گرفته شده باشند، در این صورت، ۱۰۰٪ مقادیر حداکثر برای به دست آوردن مقادیر مورد استفاده باید در فرمول استفاده شوند.

اندازه‌های استفاده شده برای سرعت، بار و امتداد باید حداکثر مقادیر را ارائه دهند. توضیحی در مورد این که

چگونه یکپارچه کننده می‌تواند محاسباتش را در مورد مسافت توقف و زمان آن در یک سلول واقعی با یک

ربات و ابزار بارهای واقعی انجام بدهد باید توسط سازنده فراهم شود. اطلاعات باید برای سه محور بزرگترین جابه‌جایی فراهم شوند. مثالی از نمایش واقعی در شکل ب-۱ نشان داده شده است.



راهنما:

X سرعت در mm/s

Y زمان توقف به ثانیه

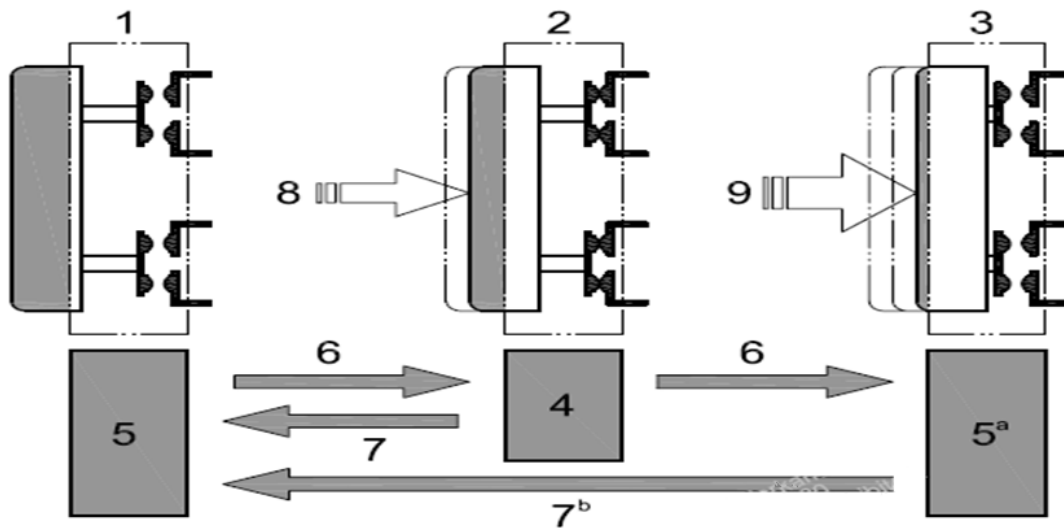
a میزان بار به %

یادآوری- زمان توقف محور ۱ در مقابل سرعت و حداکثر بار، رده ۱ توقف

شکل ب-۱ - نمونه‌ای از نمودار زمان توقف

پیوست پ
(اطلاعاتی)

مشخصه‌های کارکردی دستگاه فعال ساز سه موقعیتی



راهنما:

۱	موقعیت ۱
۲	موقعیت ۲
۳	موقعیت ۳
۴	روشن
۵	خاموش
۶	فشردن
۷	رها کردن
۸	به آرامی گیر دادن
۹	محکم گیر دادن

a هنگامی که بخش کاربر کاملاً در موقعیت ۳ فشرده شده دوباره اتصال باز می‌شود.

b هنگامی که بخش کاربر از موقعیت ۳ به موقعیت ۱ باز می‌گردد، اتصال باید بدون گذر عملکرد از موقعیت ۲ باز بماند.

شکل پ-۱- مشخصه‌های کارکردی دستگاه فعال ساز سه موقعیتی

پیوست ت
(اطلاعاتی)
ویژگی‌های اختیاری

ت-۱ کلیات

الزامات مشخص شده در بندهای ۴ تا ۷ حداقل تضمین ایمنی ربات می‌باشند. امکانات اضافی زیادی را می‌توان به ربات اضافه کرد تا ایمنی را افزایش داد، اما این امکانات الزاماً اجزا ایمنی لازم در قوانین سنتی نمی‌باشند، یا نیازمند معیارهای کارایی مرتبط با ایمنی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ یا استانداردهای مشابه نیستند.

امکانات اختیاری که در این پیوست شرح داده شده‌اند در ترتیب خاصی از اهمیت یا شرایط لیست نمی‌شوند. ربات‌هایی که این تجهیزات را دارا هستند انعطاف‌پذیری بیشتری در استفاده و استفاده مجدد، و کارایی مرتبط با ایمنی احتمالی بیشتری خواهند داشت.

یادآوری ۱- ترکیبات ذکر شده در بندهای ت-۲ و ت-۳ و ت-۴ برای ایجاد انعطاف‌پذیری در نصب متحرک مهم می‌باشند، اگر همیشه ربات برای کاربردی استفاده شود که از آن چه برای آن طراحی و ترکیب بندی شده متفاوت است.

یادآوری ۲- ترکیبات ذکر شده در بندهای ت-۵، ت-۶ و ت-۷، با این که ترکیبات مرتبط با ایمنی نمی‌باشند، در سامانه ربات ایمنی را ایجاد می‌کنند.

ت-۲ کارکردهای خروجی توقف اضطراری

الف- امکانات برای کارکردهای خروجی توقف اضطراری همان‌طور که در ۵-۵-۱ عمل می‌کند: این شرایط یک توقف اضطراری رایج را فراهم می‌کند (توقف اضطراری ربات را به یک توقف اضطراری سامانه نیز تبدیل می‌کند)

ب- امکانات برای دستگاه توقف اضطراری تا این که بدون قوای محرکه کنترل‌گر ربات کاربردی باشند مطابق بند ۵-۵-۲؛

ت-۳ ویژگی‌های دستگاه فعال ساز

الف) قابلیت فعال‌سازی فعالیت‌های خروجی تا به دستگاه‌های فعال‌ساز وصل شوند در یک مدار مشترک که ربات و تجهیزات را کنترل می‌کند.

ب) قابلیت اتصال دستگاه‌های فعال‌ساز الحاقی متعدد به یک مدار فعال‌ساز

ت-۴ انتخاب وضعیت

الف) قابلیت فراهم کردن اطلاعات در مورد انتخاب حالت برای سامانه کنترل مرتبط با ایمنی

ب) خروجی باید با ۵-۷-۱ مطابقت داشته باشد

ت-۵ حس کردن ضد برخورد

ربات برای این که بیشترین کارآمدی در ممانعت از ایجاد آسیب به پرسنل را داشته باشد، باید توقف کند و

هنگامی یک تصادف را حس می‌کند یک سیگنال هوشیاری ایجاد کند و بدون دخالت کاربر به موقعیت دیگری حرکت نکند.

ت-۶ حفظ دقت و صحت مسیر در تمام سرعت‌ها

نیاز به نظارت بر حرکت ربات از یک موقعیت مخاطره را محدود می‌کند.

ت-۷ حد ایمنی نرم‌افزاری برای محور و محدود کردن فضا

همان‌طور که در بند ۵-۱۲-۳ شرح داده شد، این محدوده‌ها برنامه‌ریزی فضای موانع و گنجایش را ممکن می‌سازند.

ت-۸ محاسبه عملیات توقف

محاسبه کارایی توقف ربات و نظارت کردن باید یکی یا تعداد بیشتری از حالات زیر را ایجاد کنند.

(الف) انتخاب وضعیت برای محاسبه و ثبت عملیات توقف در هنگام لزوم بعدی؛



(ب) حادثه ورودی را انتخاب کنند تا شروع اتفاق توقف را شرح دهد (مثلاً ورودی دستگاه حفاظ‌گذاری، سیگنال توقف حفاظتی)؛

(پ) محدوده‌های تعیین‌کننده که هرگاه ربات از این محدوده‌ها فراتر رفت هشدار داده شود.

پیوست ث
(اطلاعاتی)
برچسب گذاری

جدول ث-۱ نمونه‌هایی از علامت‌های گرافیکی که برای مشخص کردن وضعیت‌های عملیاتی مشخص شده در ۷-۵ به کار می‌روند را نشان می‌دهد. می‌توان متن‌های توضیحی را همراه با علامت‌های گرافیکی برای واضح نمودن اطلاعات درمورد انتخاب وضعیت و کارایی مورد نیاز استفاده کرد.

جدول ث-۱- برچسب وضعیت عملیاتی ربات

منبع ایزو ۷۰۰۰	علامت گرافیکی	وضعیت	بند
۰۰۱۷		خودکار	۲-۷-۵
۰۰۹۶		سرعت کاهش یافته دستی	۳-۷-۵

پیوست ج

(الزامی)

روش‌های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

جدول ج-۱ الزامات کارایی خاص را فهرست می‌کند که برای ایمنی ربات آن‌قدر ضروری هستند که باید تصدیق یا صحه‌گذاری یا هم تصدیق و هم صحه‌گذاری شوند.

جدول ج-۱- روش‌های تصدیق الزامات ایمنی و اقدامات

روش تصدیق و یا صحه-گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)							محاسبات و الزامات ایمنی قابل اجرا	بند
الف	ب	پ	ت	ث	ج	چ		
							الزامات کلی	۲-۵
			*			*	حفاظت‌های ثابت یا متحرک نصب می‌شوند تا از قرارگیری در معرض خطرات مثل میله‌ها، دنده‌ها، تسمه‌های محرک یا اتصالات جلوگیری کنند	۱-۲-۵
*						*	حفاظت‌های ثابتی که باید برای تعمیرات معمول جدا شوند سخت‌افزار محسوسی دارند	۱-۲-۵
			*	*	*	*	حفاظت‌های متحرک طوری با حرکات خطرناک در ارتباطند که پیش از این‌که خطرات ایجاد شوند حرکات خطرناک متوقف می‌شوند	۱-۲-۵
			*				کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی یک سامانه قفل شونده با ۴-۵ مطابقت دارد	۱-۲-۵
			*	*		*	اتلاف انرژی یا قوای محرکه ناپایدار منجر به ایجاد خطر نمی‌شود	۲-۲-۵
			*	*		*	شروع به کار دوباره قوای محرکه منجر به انجام حرکت نمی‌شود	۲-۲-۵
			*	*		*	قطع یا تغییر نیروی الکتریکی، پنوماتیکی، هیدرولیکی یا خلاً موجب خطر نشود	۲-۲-۵
*						*	اقدامات حفاظتی بیشتر انجام می‌شوند تا از خطراتی که طراحی ربات از آن‌ها ممانعت نمی‌کند جلوگیری کنند.	۲-۲-۵
*	*						خطرات محافظت نشده کاربردهای پیش‌بینی شده دستورالعمل استفاده معرفی می‌شوند	۲-۲-۵
			*			*	اجزا ربات طوری طراحی، ساخته و ایمن می‌شوند که خطراتی که به خاطر شکستن یا جداشدن یا آزادسازی انرژی ذخیره شده ایجاد می‌شوند، به حداقل برسند	۳-۲-۵
			*			*	قابلیت قفل یا ایمن شدن در موقعیت قطع برق انرژی خطرناک برای ربات را جدا می‌کند	۴-۲-۵
*			*			*	وسایلی برای آزاد سازی کنترل شده انرژی خطرناک ذخیره شده فراهم شده‌اند	۵-۲-۵
						*	برچسبی چسبانده شود تا خطر انرژی ذخیره شده را نشان دهد	۵-۲-۵
			*			*	تأثیرات پیش‌بینی شده تداخل الکترو مغناطیسی EMI، تداخل فرکانس رادیویی REI و تخلیه الکترواستاتیکی ESD حرکت خطرناک آغاز نمی‌کنند	۶-۲-۵
*			*			*	تجهیزات الکتریکی ربات مطابق الزامات وابسته به IEC 60204-1 طراحی و ساخته نمی‌شوند.	۷-۲-۵

						عملگرهای مکانیکی	۳-۵
				*	*	عملگرهای مکانیکی طوری ساخته می‌شوند و در مکان قرار می‌گیرند که از عملیات پیش‌بینی نشده جلوگیری کنند.	۲-۳-۵
			*	*	*	وضعیت عملگرهای مکانیکی باید به وضوح نشان داده شود.	۳-۳-۵
			*		*	اگر از نشانگر نوری استفاده می‌شود، مناسب محل نصبش باشد و الزامات استاندارد IEC 60204-1 را برآورده کند	۳-۳-۵
					*	عملگرهای مکانیکی برچسب می‌خورند که کارکردشان را نشان دهند.	۴-۳-۵
			*	*	*	درحالی‌که ربات تحت کنترل واحد کنترل دستی محلی یا دیگر کنترل دستگاه راهنما است از شروع به حرکت ربات یا تغییر در انتخاب کنترل محلی از هر منبع دیگری ممانعت می‌شود.	۵-۳-۵
کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی (نرم افزار/سخت افزار)							۴-۵
*		*				کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی که تجهیزات برآورده می‌کنند به طور شفاف در دستورالعمل استفاده بیان می‌شوند	۱-۴-۵
*						اطلاعات و معیارهای لازم برای مشخص کردن کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی در دستورالعمل استفاده آمده است	۱-۴-۵
*		*				بخش‌های سامانه کنترل مرتبط با ایمنی مطابق PLD دارای ساختار رده ۳ یا STL2 با قدرت تحمل خرابی ۱ با فاصله آزمون اثبات که کمتر از ۲۰ سال نمی‌باشد، هستند	۲-۴-۵
		*	*	*		خرابی‌های تکی در هنگام یا پیش از نیاز بعدی به کارکرد ایمنی شناسایی می‌شوند	۲-۴-۵
		*	*	*		هنگامی که خرابی‌های تکی ایجاد شوند، کارکرد ایمنی اجرا می‌شود و حالت ایمن حفظ می‌شود تا زمانی که خرابی شناسایی شده برطرف شود	۲-۴-۵
		*	*	*	*	همه خرابی‌هایی که به طور معقولانه قابل پیش‌بینی هستند شناسایی می‌شوند	۲-۴-۵
*	*	*	*	*	*	انتخاب معیارهای عملیات ایمنی‌سازی جایگزین مشخصاً شناسایی می‌شوند و احتیاط‌ها و محدودیت‌های لازم در دستورالعمل استفاده گنجانده می‌شوند	۳-۴-۵
کارکردهای توقفی ربات							۵-۵
		*		*		هر رباتی یک کارکرد توقف حفاظتی و یک کارکرد توقف اضطراری مستقل دارد	۱-۵-۵
		*		*		کارکردهای توقف، امکاناتی برای اتصال دستگاه‌های حفاظتی خارجی دارند	۱-۵-۵
		*				ربات یک یا تعداد بیشتری مدار توقف اضطراری دارد	۲-۵-۵
		*		*	*	هر ایستگاه کنترل یک کارکرد توقف اضطراری شروع شده با دست دارد	۲-۵-۵
*		*	*	*	*	کارکرد توقف اضطراری فقط می‌تواند توسط حرکت دست که قابلیت یک راه‌اندازی مجدد را ایجاد می‌کند اما آن را انجام نمی‌دهد، بازنشانی شود	۲-۵-۵
		*				انتخاب رده ۰ یا ۱ توسط ارزیابی ریسک تعیین می‌شود	۲-۵-۵
		*		*		هنگامی که مشخصه یک سیگنال خروجی توقف اضطراری فراهم می‌شود، هنگامی که قوای محرکه ربات از بین می‌رود کارکرد خروجی ادامه پیدا می‌کند، یا اگر کارکرد خروجی ادامه پیدا نکند یک سیگنال توقف اضطراری تولید می‌شود	۲-۵-۵
		*	*	*	*	دستگاه توقف اضطراری مطابق IEC 60204-1 و ISO 13850 می‌باشد	۲-۵-۵
		*		*		ربات یک یا بیشتر از یک کارکرد توقف حفاظتی با قابلیت اتصال خارجی دارد	۳-۵-۵

*		*				عملکرد کارکرد توقف حفاظتی طبق الزامات بند ۴-۵ می باشد	۳-۵-۵
		*	*	*		این کارکرد توقف همه حرکات ربات را متوقف می کند، قوای محرکه عمل کننده های محرک ربات را از بین می برد یا کنترل می کند و کنترل هر خطر دیگری به وسیله سامانه ربات را مجاز می کند	۳-۵-۵
		*	*	*		حداقل یک کارکرد توقف حفاظتی، رده صفر یا یک می باشد	۳-۵-۵
		*		*		هنگامی یک کارکرد توقف اضافی که از توقف رده ۲ استفاده می کند فراهم می شود، هر حرکت پیش بینی نشده ربات در شرایط سکون یا نقص شناسایی شده کارکرد توقف حفاظتی منجر به توقف رده ۰ مطابق استاندارد IEC 60204-1 می شود	۳-۵-۵
		*				در صورت وجود، کارکرد نظارت و بی حرکتی ایمن، مطابق بند ۴-۵ باشد	۳-۵-۵
*						دستورالعمل استفاده شامل شرحی از رده توقف هر ورودی مدار توقف حفاظتی می باشد	۳-۵-۵
کنترل سرعت کاهش یافته							۶-۵
		*	*	*		سرعت لبه مهارکننده و TCP منتخب در سرعت های قابل انتخاب قابل کنترل است	۱-۶-۵
*			*	*	*	یک خمیدگی ایجاد می شود تا امکان کنترل سرعت TCP ایجاد شود	۱-۶-۵
			*	*		هنگام عمل تحت کنترل سرعت کاهش یافته، سرعت TCP از ۲۵۰ mm/s فراتر نمی رود	۲-۶-۵
		*	*	*		در این حالت، کنترل سرعت کاهش یافته حد ایمنی با بند ۴-۵-۲ مطابقت دارد تا تضمین کند که از محدوده سرعت کاهش یافته در شرایط یافتن خرابی فراتر نمی رود	۱-۳-۶-۵
		*	*	*		در این حالت، سرعت TCP مطابق با بند ۴-۵-۲ بررسی می شود	۴-۶-۵
		*	*	*		اگر سرعت از محدوده انتخاب شده فراتر برود، زمان توقف حفاظتی داده می شود	۴-۶-۵
وضعیت های عملیاتی							۷-۵
				*	*	وضعیت های عملیاتی به وسیله یک انتخاب گر که در هر موقعیتی می تواند قفل شود قابل انتخاب می باشند	۱-۷-۵
				*	*	هر انتخاب گر به روشنی قابل شناسایی و فقط اجازه انتخاب یک وضعیت در یک نوبت را می دهد	۱-۷-۵
		*	*	*	*	روش های انتخاب دیگران اشاره شفافی به وضعیت انتخاب شده می کنند و به تنهایی حرکت ربات با خطرات را ایجاد نمی کنند	۱-۷-۵
		*		*		خروجی های اختیاری برای اشاره به وضعیت انتخابی در فعالیتهای مرتبط با ایمنی مطابق بند ۴-۵ می باشد	۱-۷-۵
		*	*	*		اقدامات حفاظت گذاری هنگامی که برنامه وظیفه کاری ربات در وضعیت خودکار اجرا می شود صورت می پذیرند.	۲-۷-۵
		*		*		اگر هرگونه شرایط توقفی تشخیص داده شود از عملیات خودکار ممانعت خواهد شد	۲-۷-۵
		*	*	*		تغییر از وضعیت خودکار منجر به ایجاد توقف می شود	۲-۷-۵

		*			*	*	وضعیت سرعت کاهش یافته دستی الزامات ۵-۳-۴ و ۵-۶ را برآورده می کند	۳-۷-۵
		*	*		*		وضعیت سرعت کاهش یافته دستی ربات را مجاز می کند تا با دخالت انسان کار کند	۳-۷-۵
		*			*		کنترل دستی در داخل فضای محافظت شده با سرعت کم با یک کنترل نگهداری تا اجرا و دستگاه فعال ساز صورت می پذیرد	۳-۷-۵
						*	دستورالعمل استفاده شامل راهنمایی هایی مبنی بر این که هر جا که ممکن باشد، باید عملیات وضعیت دستی در حالی که همه افراد در خارج از فضای محافظت شده هستند، صورت بگیرد	۳-۷-۵
						*	دستورالعمل استفاده شامل راهنمایی هایی مبنی بر این که محافظ های معلق باید پیش از انتخاب وضعیت خودکار کاملاً فعال شوند، می باشد	۳-۷-۵
		*	*		*		انتخاب نیازمند عملی آگاهانه و یک عمل تصدیقی اضافه می باشد	۴-۷-۵
		*	*	*	*	*	سرعت اولیه هنگام انتخاب بیش از ۲۵۰ mm/s نمی رود	۴-۷-۵
		*	*		*	*	واحد کنترل دستی مطابق با ۵-۸ با کارکرد نگهداری تا اجرا علاوه بر دستگاه فعال- ساز فراهم شده است	۴-۷-۵
		*	*		*	*	وسایل تنظیم سرعت به صورت پله ای از سرعت اولیه تا میزان برنامه ریزی شده کامل چند گام فراهم شده است.	۴-۷-۵
			*		*	*	واحد کنترل دستی سرعت تنظیم شده را نشان می دهد	۴-۷-۵
		*	*		*		سرعت ربات هنگامی که دستگاه فعال ساز دوباره شروع به کار می کند از طریق قرار گرفتن سویچ در موقعیت مرکز فعال شده پس از این که رها یا کاملاً فشرده شده، به میزان سرعت اولیه محدود می باشد	۴-۷-۵
		*	*		*		به طور اختیاری، یک حرکت آگاهانه جدا مورد نیاز است تا به سرعت بالاتری که انتخاب شده پیش از این که کلیه دستگاه فعال ساز فشرده یا رها شود، باز گردد	۴-۷-۵
		*	*		*		گزینه انتخاب مجدد سرعت بالاتر با استفاده از حرکت جداگانه پس از ۵ دقیقه بعد از آزادسازی دستگاه فعال ساز غیر عملی می شود	۴-۷-۵
		*				*	دستورالعمل استفاده شامل راهنمایی های مناسب و هشدارهایی می باشد، برای این- که هر جا ممکن باشد، وضعیت دستی عملیات هنگامی که همه افراد خارج از فضای محافظت شده هستند اجرا می شود	۴-۷-۵
		*				*	دستورالعمل استفاده دستور می دهند که همه محافظ های معلق باید بیش از انتخاب وضعیت خودکار کاملاً فعال شوند	۴-۷-۵
کنترل های واحد کنترل دستی								۸-۵
		*		*	*		حرکت ربات که به وسیله دستگاه کنترل راهنما یا واحد کنترل دستی شروع شده تحت کنترل سرعت کاهش یافته، همان طور که در ۵-۶ شرح داده شده است، باشد	۲-۸-۵
		*	*		*		وقتی کنترل ها امکانات انتخاب سرعت بالای دستی را دارند، ربات الزامات ۵-۷-۴ را برآورده می کند	۲-۸-۵

		*		*	*	واحد کنترل دستی یک دستگاه فعال ساز سه موقعیتی دارد	۳-۸-۵
		*	*	*		هنگامی که دستگاه فعال ساز به طور مداوم در موقعیت مرکز فعال شده قرار دارد امکان کنترل حرکت ربات و دیگر خطرات را به وسیله ربات فراهم می کند	۳-۸-۵
		*		*		دستگاه فعال ساز به طور مستقل از همه دستگاه ها یا عملیات های کنترل دیگر عمل می کند	۳-۸-۵ (الف)
		*	*	*		قطع دستگاه فعال ساز / فشرده گی دور از موقعیت مرکزی خطرات را متوقف می کند	۳-۸-۵ (ب)
		*	*	*		انتقال از حالت کاملاً فشرده به موقعیت مرکزی حرکت ربات را غیرممکن می کند	۳-۸-۵ (پ)
*		*	*	*		کلیدهای متعدد روی یک دستگاه فعال ساز: به هنگامی که فقط یک کلید روی حالت مرکزی قرار دارد، قطع کلید/ فشرده گی دور از موقعیت مرکزی خطرات را متوقف می کند	۳-۸-۵ (ت)
*		*	*	*		کلیدهای متعدد روی یک دستگاه فعال ساز: فشردن هر یک از کلیدهای دور از موقعیت مرکزی یک توقف حفاظتی ایجاد می کند	۳-۸-۵ (ث)
*		*	*	*		کلیدهای متعدد روی یک دستگاه فعال ساز: هنگامی که بیش از یک کلید در موقعیت مرکزی قرار دارند قطع کلیدهای اضافه توقف حفاظتی ایجاد نمی کند	۳-۸-۵ (ث)
*						دستورالعمل استفاده شرحی از کارایی کلید فعال ساز دوتایی و هشدار مبنی بر این که خطرات احتمالی وجود دارند، در بر دارد	۳-۸-۵ (ت)
		*	*	*		دستگاه های فعال ساز متعدد: حرکت کردن ممکن نمی باشد مگر این که همه دستگاه های فعال ساز در موقعیت مرکزی باشند	۳-۸-۵ (ث)
				*		قطع دستگاه فعال ساز نقصی که موجب انجام حرکت شود ایجاد نمی کند	۳-۸-۵ (ج)
		*		*		سیگنال خروجی فعال ساز هنگامی که منبع تغذیه مرتبط با ایمنی خاموش می باشد شرایط توقفی را ارسال می کند	۳-۸-۵ (چ)
		*		*		سیگنال خروجی فعال ساز مطابق ۴-۵ می باشد	۳-۸-۵ (چ)
		*	*	*		توقف حفاظتی هنگام تغییر وضعیت ایجاد می شود در حالی که دستگاه فعال ساز در موقعیت مرکزی قرار دارد	۳-۸-۵ (ح)
		*	*	*		پس از تغییر وضعیت با دستگاه فعال ساز در موقعیت مرکزی این دستگاه باید قطع و دوباره توانا شود پیش از این که نیرو محرکه اعمال شود	۳-۸-۵ (ح)
		*		*	*	واحد کنترل دستی یک عملیات توقف مطابق ۲-۵-۵ دارد	۴-۸-۵
*		*		*		عملیات توقف اضطراری واحد کنترل دستی از دستگاهی استفاده می کند که چگونگی استفاده از آن مثل دستگاه توقف حفاظتی می باشد، مطابق با استاندارد ISO 13850	۴-۸-۵
		*	*	*		عملیات خودکار نمی تواند منحصراً از واحد کنترل دستی آغاز شود	۵-۸-۵
		*	*	*		وسایلی برای عملیات جداگانه تصدیق از بیرون فضای محافظت شده فراهم شده است	۵-۸-۵
		*	*	*	*	علامت قابل دیدنی که اگر واحد کنترل دستی فعال باشد مشخص می کند، فراهم شده است	۶-۸-۵

		*			*	قطع ارتباط واحد کنترل دستی منجر به ایجاد توقف حفاظتی می شود	۶-۸-۵
		*			*	برقراری مجدد ارتباط ربات را بدون دخالت یک حرکت عمدی جداگانه مجدداً راه-اندازی نمی کند	۶-۸-۵
		*			*	به وسیله طراحی یا ذخیره سازی مناسب از اشتباه شدن دستگاه های توقف اضطراری فعال و غیرفعال جلوگیری می شود	۶-۸-۵
*						دستورالعمل استفاده شامل شرحی از طراحی و ذخیره سازی می باشد	۶-۸-۵
*		*			*	حداکثر زمان واکنش به انتقال اطلاعات و قطع ارتباط در دستورالعمل استفاده گنجانده شده است	۶-۸-۵
		*	*		*	قابلیت کنترل ربات های متعدد الزامات ۵-۹ را برآورده می کند	۷-۸-۵
کنترل حرکت همزمان							۹-۵
		*	*		*	واحد کنترل دستی راهنما قابلیت حرکت دادن یک یا تعداد بیشتری ربات را به طور مستقل یا در حرکتی همزمان دارد	۱-۹-۵
		*	*		*	هنگامی که ربات در وضعیت عملیات دستی می باشد، همه عملیات هاپش تحت کنترل یک واحد کنترل دستی می باشد	۱-۹-۵
		*	*		*	قابلیت این که یک یا چند ربات در حالت خودتنظیم غیرمرتبط باشند فراهم شده است	۲-۹-۵
		*	*		*	همه ربات های یک سامانه ربات منتخب برای حرکت همزمان، در وضعیت عملیاتی مشابه و حالت پیش از حرکت مشابه می باشند	۲-۹-۵
		*			*	هر ربات باید قبل از این که حرکت کند انتخاب شود و یک علامت از ربات های منتخب در هنگام انتخاب فراهم شده است	۲-۹-۵
		*			*	علامتی که کاملاً در فضای محافظت شده قابل مشاهده می باشد فراهم شده است که ربات های فعال را نشان می دهد	۲-۹-۵
		*			*	راه اندازی ناگهانی هر یک از ربات های انتخاب شده ممنوع می باشد، که این مطابق با الزامات ۴-۵ می باشد	۲-۹-۵
الزامات عملیات مشترک با انسان							۱۰-۵
		*	*		*	ربات هایی که برای عملیات مشترک با انسان طراحی شده اند یک علامت قابل دیدن هنگامی که ربات در حال انجام عملیات مشترک با انسان است ایجاد می کنند	۱-۱۰-۵
		*	*		*	ربات ها مطابق یک یا تعداد بیشتری از الزامات ۵-۱۰ تا ۵-۱۰-۵ می باشند	۱-۱۰-۵
		*	*		*	ربات هنگامی که یک انسان در محیط کار مشارکتی است توقف می کند	۲-۱۰-۵
		*	*		*	عملیات توقف مطابق ۴-۵ و ۳-۵-۵ می باشد	۲-۱۰-۵
		*	*		*	اگر توقف رده ۲ به کار برود حالت ثابت به وسیله سامانه کنترل مرتبط با ایمنی مطابق ۴-۵ بررسی می شود	۲-۱۰-۵
		*	*		*	خرابی در عملیات توقف نظارت شده برای حد ایمنی ارزیابی شده توقف رده ۰ را	۲-۱۰-۵

						ایجاد می کند	
		*			*	تجهیزات راهنمای دستی نزدیک مجری نهایی قرار می گیرند	۳-۱۰-۵
		*	*		*	تجهیزات راهنمای دستی یک توقف اضطراری مطابق با بندهای ۲-۵-۵ و ۴-۸-۵ می باشند	۳-۱۰-۵
		*	*		*	تجهیزات راهنمای دستی یک دستگاه فعال ساز مطابق با بند ۳-۸-۵ می باشند	۳-۱۰-۵
	*	*	*	*	*	ربات با یک عملیات فعال کنترل سرعت ایمنی ارزیابی شده و با محدوده سرعتی که به وسیله ارزیابی ریسک تعیین می شود عمل می کند	۳-۱۰-۵
		*	*		*	کارکرد نظارت سرعت مطابق ۴-۵ می باشد	۳-۱۰-۵
		*			*	اگر سرعت نظارت شده از محدوده سرعت تعیین شده فراتر برود یک توقف حفاظتی ایجاد می شود	۳-۱۰-۵
		*	*	*	*	ربات قادر به این است که سرعت تعیین شده و فاصله دور شدن را حفظ کند	۴-۱۰-۵
		*			*	روش های بررسی سرعت و فاصله مطابق با ۲-۴-۵ می باشند	۴-۱۰-۵
		*	*	*	*	نقص در حفظ سرعت تعیین شده و فاصله دور شدن منجر به ایجاد توقف حفاظتی می شود	۴-۱۰-۵
	*	*			*	انجام عملیات مشترک با انسان به وسیله ارزیابی ریسک تعیین شده است	۴-۱۰-۵
*						دستورالعمل استفاده شامل دستورات اعمال اندازه مورد نظر برای سرعت و فاصله دور شدن می باشند	۴-۱۰-۵
*		*			*	قسمت دوم این استاندارد برای طراحی عملیات های مشارکتی به کار رفته است	۴-۱۰-۵
		*	*	*	*	ربات خروجی قوای محرکه پویا، نیروی استاتیکی و سرعت یا انرژی را مطابق ۴-۵ محدود می کند	۵-۱۰-۵
		*	*	*	*	اگر محدوده هر یک از پارامترها زیر پا گذاشته شود، یک توقف حفاظتی صورت می گیرد	۵-۱۰-۵
	*	*			*	انجام عملیات مشترک با انسان به وسیله ارزیابی ریسکی که طی طراحی سامانه انجام شده تعیین می شود	۵-۱۰-۵
*						دستورالعمل استفاده شامل جزئیات تنظیم محدوده های پارامتری برای کنترل کننده ربات می باشد	۵-۱۰-۵
محافظت تکینگی							۱۱-۵
		*	*	*	*	کنترل ربات، حرکت ربات را متوقف می کند و هشدار را پیش از این که ربات عبور کند یا تکینگی حین حرکت هماهنگ آغاز شده از واحد کنترل دستی آموزشی را اصلاح کند، فراهم می کند	۱۱-۵
	*	*	*	*	*	کنترل ربات یک سیگنال هشدار قابل شنیدن یا قابل مشاهده ایجاد می کند و عبور از تکینگی را درحالی که هر یک از مفصل های بازوی ربات به حداکثر سرعت ۲۵۰mm/s محدود شده است، ادامه می دهد	۱۱-۵

		*	*	*	*	در صورتی که تکنیکی بدون ایجاد هرگونه حرکت خطرناکی بتواند کنترل شود، محافظت‌های بیشتر لازم نمی‌باشد	۱۱-۵
محدود کردن محورها							۱۲-۵
*					*	یک وسیله برای نصب ایستگاه‌های مکانیکی قابل تنظیم فراهم شده است که حرکت محورهای اولیه را محدود کند	۱-۱۲-۵
		*			*	ربات مطابق بند ۲-۱۲-۵ یا ۳-۱۲-۵ یا هر دو می‌باشد (مگر استثنائاً به علت وجود یک محدودیت ساختاری که نتیجه ساخت است)	۱-۱۲-۵
		*			*	هرگاه ربات به محدوده محورها برسد متوقف می‌شود	۱-۱۲-۵
*		*			*	امکانات دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی و غیرمکانیکی برای محورهای ۲ و ۳ فراهم شده است	۲-۱۲-۵
		*		*	*	توقف‌های مکانیکی قادر می‌باشند که ربات را با حداکثر بار، شرایط حداکثر میزان سرعت و با حداکثر و حداقل کشش متوقف کنند	۲-۱۲-۵
			*		*	آزمون توقف‌های سخت‌افزاری مکانیکی بدون توقف‌های کمکی صورت گرفت	۲-۱۲-۵
		*			*	کارایی مدار کنترل دستگاه‌های محدودکننده الکترومکانیکی مطابق الزامات ۴-۵ می‌باشد	۲-۱۲-۵
		*			*	کنترل‌ها و برنامه وظیفه کاری ربات تنظیمات دستگاه محدودکننده الکترومکانیکی را تغییر نمی‌دهند	۲-۱۲-۵
*					*	دستورالعمل استفاده شامل اطلاعاتی در مورد زمان توقف در حداکثر سرعت برای دستگاه‌های الکترومکانیکی از قبیل زمان نظارت و مسافت طی شده پیش از توقف کامل می‌باشد	۲-۱۲-۵
		*	*	*	*	هنگام استفاده از حدود ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده فضای محدود شده در موقعیت واقعی توقف مورد نظر که مسئول توقف می‌باشد تعریف می‌شود	۳-۱۲-۵
*					*	قابلیت حدود ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده در دستورالعمل استفاده توضیح داده شده است	۳-۱۲-۵
		*			*	برنامه‌های کنترل که محدوده‌های ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده مطابق ۴-۵ می باشند	۳-۱۲-۵
		*			*	برنامه‌های کنترل محدوده ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده فقط به دست پرسنل مجاز قابل تعمیر می‌باشند	۳-۱۲-۵
		*			*	اگر حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده مجاز شود یک توقف حفاظتی آغاز می‌شود	۳-۱۲-۵
				*	*	حرکت در هنگام اصلاح تجاوز از حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده تحت کنترل سرعت کاهش یافته می‌باشد	۳-۱۲-۵
*					*	اطلاعات در مورد تنظیمات فعال و تصدیق محدوده‌های ایمنی قابل بررسی می‌باشد و به وسیله یک شناسه جدا می‌شود در نتیجه تغییرات در ترکیب به راحتی شناسایی می‌شوند	۳-۱۲-۵

*						دستورالعمل استفاده شامل اطلاعاتی در مورد زمان توقف در حداکثر سرعت برای حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده از قبیل زمان نظارت و مسافت طی شده پیش از توقف کامل می‌باشد	۳-۱۲-۵
		*			*	خروجی ناحیه‌ای برای حد ایمنی ارزیابی شده برای استفاده در مأموریت‌های فضای محدود شده دینامیکی مطابق ۴-۵ می‌باشند	۳-۱۲-۵
*						ترکیب سخت‌افزاری خروجی‌ها در دستورالعمل استفاده آمده است	۳-۱۲-۵
		*			*	یک حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده نمی‌تواند بدون شروع مجدد زیر سامانه‌های مرتبط با ایمنی تغییر یابد و نمی‌تواند دوباره طی اجرای خودکار برنامه وظیفه کاری ترکیب‌بندی شود	۳-۱۲-۵
		*			*	امکان‌ات تغییر حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده، محافظت شده و ایمن می‌باشد	۳-۱۲-۵
		*			*	حد ایمنی نرم‌افزاری ارزیابی شده اگر به کار بروند همیشه هنگامی که دستگاه روشن است فعال می‌شوند	۳-۱۲-۵
		*	*	*	*	دستگاه‌های محدودکننده دینامیکی و سامانه‌های کنترل مرتبط قادر به توقف حرکت ربات تحت حداکثر بار و شرایط سرعت و سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی مطابق ۴-۵-۲ می‌باشند، مگر این‌که یک ارزیابی ریسک تعیین کند که طبقه‌بندی دیگری مورد نیاز می‌باشد	۴-۱۲-۵
جابه‌جایی بدون نیروی محرکه							۱۳-۵
		*	*		*	ربات طوری طراحی می‌شود که محورها قادر به جابه‌جایی به وسیله یک فرد تنها، بدون استفاده از نیروی محرکه در وضعیت‌های غیرعادی یا اضطراری باشند	۱۳-۵
					*	کنترل‌ها به راحتی قابل دسترسی و در برابر عملیات پیش‌بینی نشده محافظت شده می‌باشند	۱۳-۵
*						دستورالعمل‌ها برای انجام این در دستورالعمل استفاده همراه با پیشنهادهای برای آموزش پرسنل برای واکنش نشان دادن به وضعیت‌های غیرعادی یا اضطراری گنجانده شده‌اند	۱۳-۵
*						دستورالعمل استفاده شامل هشدارهای مبنی بر این می‌باشند که سنگینی و قطع دستگاه‌های ترمزی می‌توانند خطرات بیشتر ایجاد کنند	۱۳-۵
					*	اگر عملی باشد هشدارها باید نزدیک کنترل‌های فعال کننده قرار بگیرند	۱۳-۵
مقررات بلند کردن ربات							۱۴-۵
*			*		*	دستورالعمل‌ها و مقررات بلند کردن ربات و اجزا وابسته به آن فراهم شده‌اند و برای حمل بار مورد انتظار کافی می‌باشند	۱۴-۵
اتصالات برق							۱۵-۵
					*	اتصالات برقی که اگر جدا شوند می‌توانند باعث خطر شوند، طوری طراحی و ساخته می‌شوند که از جدا شدن غیرمنتظره جلوگیری شود	۱۵-۵
					*	اتصالات برق وسایلی دارند که از اتصال متقاطع جلوگیری می‌شود	۱۵-۵

پیوست چ
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۵۷، نمادهای ترسیمی مورد استفاده بر روی تجهیزات
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۱۲۹: سال ۱۳۸۹، ربات‌های صنعتی-تدوین مشخصات
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۷، ماشین آلات- مقررات ایمنی- جلوگیری از شروع به کار ناخواسته
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۸، ماشین آلات-قطع‌ات درهم قفل‌کننده مرتبط با حفاظ‌ها - اصول طراحی و انتخاب-مقررات ایمنی
- [۵] استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۱۷۷، ایمنی ماشین آلات -محافظ‌ها- الزامات کلی برای طراحی و ساخت محافظ‌های ثابت و متحرک
- [۶] استاندارد ملی ایران شماره ۶-۲-۷۲۶۰، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)- قسمت ۶-۲: استانداردهای گروه-مصونیت برای محیط‌های صنعتی
- [۷] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۱۴۹۶، ایمنی ماشین‌آلات-تجهیزات حفاظتی حساس الکترونیکی-قسمت ۲: الزامات ویژه برای تجهیزات استفاده‌کننده از افزارهای حفاظتی الکترونیکی نوری (AOPDs)
- [۸] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵-۶۱۸۰۰، سامانه‌های الکتریکی راه‌انداز قدرت با سرعت قابل تنظیم- قسمت ۲-۵: الزامات ایمنی-کارکردی
- [9] ISO 8373:1994, Manipulating industrial robots — Vocabulary
- [10] ISO 9409 (all parts), Manipulating industrial robots — Mechanical interfaces
- [11] ISO 13851, Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects and design principles
- [12] ISO 13855, Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body
- [13] ISO/TS 15066 Robots and robotic devices — Safety requirements — Industrial collaborative workspace
- [14] ISO/TR 23849, Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery
- [15] IEC 61000-6-4, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments
- [16] IEC 61496-2, Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)