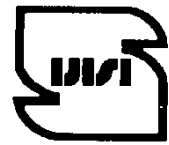




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۶۹-۲

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18369-2

1st.Edition

2014

ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک، الزامات
ایمنی برای ربات‌های صنعتی -
قسمت ۲:
سامانه‌های رباتی و یکپارچه‌سازی

**Robots and robotic devices — Safety
requirements for industrial robots —
Part 2:
Robot systems and integration**

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 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 سایل سنچس، 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 عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنچس، تعیین عبار 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 ۲: سامانه‌های رباتی و یکپارچه‌سازی»

رئیس:

رنجبر، سیدفرامرز
(دکترای مهندسی مکانیک)

دبیر:

ترکمن، بهاره
(فوق لیسانس مهندسی برق-کنترل)

اعضاء:

اسماعیل زاده، یوسف
(فوق لیسانس مدیریت اجرایی)

آهنگریان، سهیل
(دکتری مهندسی برق-کنترل)

بدیعی، ابوالفضل
(فوق لیسانس مهندسی میکاترونیک)

پوراصغری، مهدیه
(لیسانس مهندسی مکانیک)

ترکمن، لیلا
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

حنیفی، محمدباقر
(لیسانس مهندسی مکانیک)

سراجان، حمیرا
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

سیدحسینی، سعید
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

سمت و/یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

کارشناس شرکت طرح-ابتکار-انرژی و
مدرس موسسه غیرانتفاعی اکباتان

مدیر کل شرکت ارس خودرو دیزل

مدیر فنی و مهندسی شرکت مهندسی نوین
کنترل دقیق ربات پارس

شرکت ایران خودرو تبریز

مدیر تضمین کیفیت شرکت ارس خودرو
دیزل

کارشناس اداره کل استاندارد آذربایجان
شرقی

کارشناس اداره کل استاندارد آذربایجان
شرقی

کارشناس شرکت بهین سولار کاسپین

مدیر شرکت بازرسی بهینه‌سازان اعتماد
صنعت آذربایجان

سیف آقائی، فریده
(فوق لیسانس بهداشت حرفه‌ای)

کارشناس مسئول مرکز سلامت محیط و کار
وزارت بهداشت

شکیب‌آذر، علی
(فوق لیسانس مهندسی مکاترونیک)

کارشناس شرکت آکيا خودرو

عزى، صابر
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

مدیر کنترل کیفی شرکت ارس خودرو دیزل

قنبرى، احمد
(دکترای مهندسی برق)

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

مالکى، نقى
(لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت ارس خودرو دیزل

محمّدی دارابى، على
(لیسانس مهندسی صنایع)

شرکت ایران خودرو (تهران)

مظلومى، عادل
(دکتری ارگونومیک)

هیات علمی دانشگاه‌های تهران

مهران‌پور، محمدرضا
(فوق لیسانس مهندسی مکاترونیک)

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

هادى، کاظم
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس مسئول اداره کل استاندارد
آذربایجان شرقی

هاشم پور، علیرضا
(فوق لیسانس مهندسی برق-کنترل)

مدیرعامل شرکت مهندسی نوین کنترل
دقیق ربات پارس

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
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
۱۱	۵ الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی
۴۷	۶ تصدیق و صحه‌گذاری الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی
۴۹	۷ دستورالعمل استفاده
۵۶	پیوست الف (اطلاعاتی) فهرستی از خطرات قابل ملاحظه
۵۹	پیوست ب (اطلاعاتی) ارتباط استانداردهای مرتبط با دستگاه‌های حفاظتی
۶۰	پیوست پ (اطلاعاتی) حفاظ‌گذاری نقاط ورود و خروج مواد
۶۳	پیوست ت (اطلاعاتی) عملیات چند دستگاه فعال‌ساز
۶۴	پیوست ث (اطلاعاتی) کاربردهای مفهومی ربات‌های مشترک
۶۶	پیوست ج (اطلاعاتی) مشاهده فرایند
۶۹	پیوست چ (الزامی) روش‌های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی
۸۵	پیوست ح (اطلاعاتی) کتابنامه
۸۷	پیوست خ (اطلاعاتی) فهرست واژگان مورد استفاده در این استاندارد و معادل لاتین آنها

پیش‌گفتار

استاندارد "ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک، الزامات ایمنی برای ربات‌های صنعتی - قسمت ۲: سامانه‌های رباتی و یکپارچه‌سازی" 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 ۹۳/۰۶/۱۵ 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:

ISO10218-2:2011, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration

ربات ها و دستگاه های رباتیک، الزامات ایمنی برای ربات های صنعتی - قسمت ۲:

سامانه های رباتی و یکپارچه سازی

۱ دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات ایمنی یکپارچه سازی ربات های صنعتی و سامانه های رباتی مطابق با قسمت اول این استاندارد و سلول های ربات های صنعتی می باشد.

یکپارچه سازی، شامل موارد زیر است:

الف - طراحی، ساخت، نصب، عملیات، تعمیر و نگهداری و از رده خارج کردن سلول یا سامانه رباتی صنعتی

ب - اطلاعات لازم برای طراحی، ساخت، نصب، عملیات، تعمیر و نگهداری و از رده خارج کردن سلول یا سامانه رباتی صنعتی؛

پ - دستگاه های تشکیل دهنده سامانه ربات صنعتی یا سلول؛

این استاندارد خطرات اساسی و موقعیت های خطرناک این سامانه ها را شرح می دهد و الزامات حذف یا کاهش کافی ریسک های همراه با این خطرات را فراهم می کند.

اگرچه نوفه یکی از خطرات شناخته شده سامانه های ربات صنعتی می باشد، در این استاندارد به آن ها پرداخته نشده است. این استاندارد همچنین الزامات کاربرد ربات به عنوان بخشی از سامانه تولیدی یکپارچه را مشخص می کند. این استاندارد به طور ویژه به خطرات مرتبط با فرآیندها (تابش لیزری، پرتاب براده، دود جوشکاری) نمی پردازد. استانداردهای دیگر می توانند برای این خطرات فرآیندی کاربرد داشته باشند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۱۵، سیستم های پنوماتیکی - مقررات کلی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۱۲۹، ربات های صنعتی - تدوین مشخصات

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳، ایمنی ماشین آلات سیستم های یکپارچه ساخت الزامات پایه

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، ایمنی ماشین آلات - اصول کلی طراحی - ارزیابی ریسک و کاهش آن

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱، مقررات ایمنی ماشین آلات - قسمت های مرتبط با ایمنی سیستم های کنترل کننده - قسمت اول : اصول کلی طراحی

- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳، ایمنی ماشین‌آلات - حداقل فضای خالی به منظور اجتناب از له-شدگی اعضای بدن
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۴-۲، ایمنی ماشین‌آلات وسایل حفاظتی حساس به فشار - قسمت دوم: اصول کلی برای طراحی و آزمون لبه‌های حساس به فشار
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۴-۳، ایمنی ماشین‌آلات وسایل حفاظتی حساس به فشار - قسمت سوم: اصول کلی برای طراحی و آزمون ضربه‌گیرها، مفتول‌ها و وسایل مشابه حساس به فشار
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰، ایمنی ماشین‌آلات - فاصله‌های ایمنی برای جلوگیری از دسترسی اندام‌های بالایی و پایینی بدن به مناطق خطر
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۷، ماشین‌آلات- مقررات ایمنی- جلوگیری از شروع به کار ناخواسته
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۸، ماشین‌آلات - قطعات درهم قفل‌کننده مرتبط با حفاظ‌ها - اصول طراحی و انتخاب - مقررات ایمنی
- ۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۴۹۶-۱، ایمنی ماشین‌آلات - تجهیزات حفاظتی حساس الکترونیکی - قسمت اول: الزامات و آزمون‌های کلی
- ۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۰۰-۵-۲، سامانه‌های الکتریکی راه انداز قدرت با سرعت قابل تنظیم - قسمت ۵-۲ - الزامات ایمنی - کارکردی
- ۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰، ایمنی ماشین‌آلات- ایمنی وظیفه‌ای سیستم‌های کنترل مرتبط با ایمنی الکتریکی/الکترونیکی قابل برنامه‌ریزی
- 2-15 ISO 4413, Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for system s and their components;
- 2-16 ISO 8995-1, Lighting of work places — Part 1: Indoor;
- 2-17 ISO 10218-1, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Industrial robots;
- 2-18 ISO 13850, Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design;
- 2-19 ISO 13855, Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body;
- 2-20 ISO 14120, Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards;
- 2-21 ISO 14122 (all parts), Safety of machinery — Permanent means of access to machinery;
- 2-22 IEC 60204-1, Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements;
- 2-23 IEC/TS 62046, Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons;

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

کاربرد^۱

استفاده مورد نظر سامانه ربات یعنی فرایند، وظیفه و هدف مورد نظر سامانه ربات
مثال: نقطه‌جوش^۲، رنگ‌آمیزی^۳، ساخت، روی هم چیدن^۴.

۲-۳

ربات مشترک^۵

رباتی که برای رابطه مستقیم با یک انسان در فضای کار مشترک طراحی شده است (۳-۳)

۳-۳

فضای کاری مشترک با انسان^۶

فضای کاری در محدوده حفاظت شده که در آن ربات و انسان می‌توانند وظایف را با هم طی عملیات تولید انجام دهند

۴-۳

ایستگاه کنترل^۷

بخشی از سامانه ربات با یک یا تعداد بیشتری دستگاه‌های کنترل که وظیفه فعال‌سازی یا غیرفعال‌سازی عملیات سامانه یا اجزا سامانه را به عهده دارند

یادآوری- ایستگاه کنترل می‌تواند ثابت (مثل صفحه کنترل) یا متحرک (مثل واحد کنترل دستی) باشد.

۵-۳

حفاظ محیطی^۸

حفاظی که کاملاً منطقه خطر را محصور نمی‌کند، اما دسترسی به آن را توسط ابعاد و فاصله‌اش از منطقه خطر از بین می‌برد یا کاهش می‌دهد
مثال: حصار احاطه‌کننده یا حفاظ تونل.

۶-۳

-
- 1- Application
 - 2- Spot welding
 - 3- Painting
 - 4- Palletizing
 - 5- Collaborative robot
 - 6- Collaborative workspace
 - 7- Control station
 - 8- Distance guard

یکپارچه سازی^۱

عمل ترکیب ربات با تجهیزات یا ماشین دیگر (شامل ربات‌های اضافه شده) برای تشکیل سامانه ماشینی که قادر به انجام کارهای مفید مثل تولید بخش‌ها می‌باشد

یادآوری - این عمل ساخت ماشین می‌تواند شامل الزامات نصب سامانه باشد.

۷-۳

یکپارچه کننده^۲

مراکزی که سامانه‌های رباتی یا سامانه‌های تولیدی جامع را طراحی، تهیه، ساخته و جمع‌آوری می‌کنند و مسئول ایجاد ایمنی، شامل اقدامات حفاظتی، واسطه‌های کنترل و اتصالات داخلی سامانه کنترل می‌باشد

یادآوری - سازنده می‌تواند یک تولید کننده، یا هم‌گذار باشد.

۸-۳

سامانه تولیدی یکپارچه^۳ (IMS)

گروهی از ماشین‌آلات که با یک سامانه حمل و نقل به هم وصل شده‌اند و ارتباطات کنترلی داخل سامانه با هم دارند (یعنی کنترل‌های IMS) و به منظور ساخت، عملیات اصلاحی^۴، جابه‌جایی با بسته بندی اجزا گسسته یا مجموعه‌ها با هم به طور هماهنگ کار می‌کنند؛
[به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳، تعریف ۱-۳ مراجعه شود.]

۹-۳

سلول ربات صنعتی^۵

تعدادی سامانه ربات که شامل ماشین‌آلات و تجهیزات و فضای حفاظت شده مربوطه و اقدامات حفاظتی می‌باشد؛

۱۰-۳

خط ربات صنعتی^۶

تعدادی سلول ربات که عملیات مشابه یا متفاوتی اجرا می‌کنند و تجهیزات وابسته به آن‌ها در یک فضا یا فضای دو قسمتی حفاظت شده قرار دارند

۱۱-۳

حالت ایمن^۷

-
- 1- Integration
 - 2- Integrator
 - 3- Integrated manufacturing system
 - 4- Treatment
 - 5- Industrial robot cell
 - 6- Industrial robot line
 - 7- Safe state

وضعیت یک دستگاه یا قطعه‌ای از تجهیزات که خطر خاصی ندارد

۱۲-۳

حرکت هم‌زمان^۱

حرکت دو یا تعداد بیشتری ربات به طور هم‌زمان تحت کنترل یک ایستگاه واحد می‌باشد و می‌توانند با استفاده از یک تابع همبستگی ریاضی رایج، هماهنگ و هم‌زمان شوند

۱۳-۳

فضا^۲

حجم ۳ بعدی

۱-۱۳-۳

فضای عملیاتی^۲

فضای کاری

بخشی از فضای محدودشده (۲-۱۳-۳) که هنگام انجام همه حرکات فرمان داده شده توسط برنامه عملکرد، مورد نیاز می‌باشد.

یادآوری - به تعریف ۴-۸-۳، استاندارد ISO 8373 مراجعه شود.

۲-۱۳-۳

فضای محدود شده^۴

بخشی از حداکثر فضا که توسط دستگاه‌های محدودکننده، محدود شده است و محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کنند که نباید ربات از آن‌ها فراتر برود

یادآوری - به تعریف ۴-۸-۲، استاندارد ISO 8373 مراجعه شود.

۳-۱۳-۳

فضای حفاظت شده^۵

فضای تعریف‌شده به صورت حفاظ‌گذاری محیطی

۱۴-۳

صحه‌گذاری^۶

صحه‌گذاری توسط آزمون و فراهم کردن دلیل عینی و قابل مشاهده که الزامات مخصوص یک کاربرد مورد نظر خاص اعمال شده‌اند

-
- 1- Simultaneous motion
 - 2- Space
 - 3- Operating space
 - 4- Restricted space
 - 5- Safeguarded space
 - 6- Validation

تأیید توسط آزمون و فراهم کردن دلیل عینی و قابل مشاهده که مطابق الزامات برآورده شده‌اند

۴ شناسایی خطر و ارزیابی ریسک

۱-۴ کلیات

۱-۱-۴ ویژگی‌های عملکردی ربات می‌توانند کاملاً با دیگر دستگاه‌ها و تجهیزات همان‌طور که در زیر آمده متفاوت باشند:

- الف- ربات‌ها قادر به انجام جابه‌جایی‌های با انرژی بالا در یک فضای کاری بزرگ می‌باشند؛
- ب- پیش‌بینی شروع حرکت و مسیر حرکت بازوی ربات دشوار می‌باشد آنها می‌توانند تغییر کنند به عنوان مثال به خاطر تغییر شرایط عملکردی؛
- پ- فضای عملیاتی ربات می‌تواند با بخشی از فضای دیگر ربات، نواحی کاری ماشین‌های دیگر و تجهیزات مرتبط مشترک باشد؛
- ت- ممکن است نیاز باشد که کاربرها در نزدیکی سامانه ربات هنگامی که نیروی به کاراندازی ربات فعال است کار کنند؛

۲-۱-۴ لازم است خطرات را به منظور ارزیابی ریسک‌های مرتبط با ربات و کاربردهایش پیش از انتخاب و طراحی اقدامات حفاظتی مناسب برای کاهش ریسک‌ها، شناسایی نمود. اقدامات فنی برای کاهش ریسک بر اساس قواعد بنیادی زیر می‌باشند:

- الف- حذف خطرات از طریق طراحی یا کاهش آن‌ها از طریق جایگزینی؛
- ب- جلوگیری از مواجهه کاربران با خطرات یا کنترل خطرات از طریق ایجاد حالت ایمنی پیش از این‌که اپراتور بتواند در معرض آن‌ها قرار بگیرد؛
- پ- کاهش خطرات طی انجام مداخلات (به عنوان مثال آموزش).

۳-۱-۴ تحقق این قوانین می‌تواند موارد زیر را در بر داشته باشد:

- الف- طراحی سامانه ربات به گونه‌ای باشد که اجازه اجرا شدن وظایف جانبی در مورد سلول ربات را خارج از محدوده حفاظت شده بدهد؛
- ب- ایجاد یک فضای حفاظت شده و یک فضای محدود؛
- پ- فراهم کردن حفاظ دیگر در فضای حفاظت شده هنگامی که مداخله انسانی نیاز است.

۴-۱-۴ نوع ربات، کاربرد و ارتباط آن با سایر ماشین‌آلات و تجهیزات مربوط، می‌تواند طراحی و انتخاب اقدامات حفاظتی را تحت تأثیر قرار دهد. این اقدامات حفاظتی باید مناسب با کار انجام شده و مجاز باشد و

در صورت لزوم آموزش، تنظیم، تعمیر و نگهداری، تصدیق برنامه و عملیات عیب‌یابی به صورت ایمن اجرا شود.

۲-۴ طراحی جانمایی

طراحی سامانه ربات و جانمایی سلول یک فرآیند کلیدی در حذف خطرات و کاهش ریسک‌ها می‌باشد عامل-های زیر باید طی رویه طراحی جانمایی مد نظر قرار بگیرند:

الف- برقراری محدوده‌های فیزیکی (سه بعدی) در سلول یا خط شامل سایر بخش‌هایی از یک سلول یا سامانه بزرگ‌تر (سامانه تولیدی یکپارچه)؛

۱- مقیاس‌گذاری و ارائه نقطه مرجع جهت مدلسازی جانمایی در نقشه‌های طراحی؛

۲- مکان قرارگیری و ابعاد اجزا تأسیسات (مقیاس).

ب- فضاهای کاری، دسترسی و فضای آزاد؛

۱- شناسایی حداکثر فضای مورد نیاز سامانه ربات، برقراری فضاهای عملیاتی و نیازسنجی پاکازی در اطراف موانعی همچون ستون‌های ساختمانی؛

۲- مسیرهای رفت و آمد (مسیر گذر عابرین، مسیر بازدیدکنندگان، مسیر جابه‌جایی مواد خارج از محدوده-های حفاظ‌گذاری شده سلول یا خط)؛

۳- مسیرهای دسترسی و عبور ایمن برای خدمات پشتیبانی (برق، گاز، آب، خلا، هیدرولیک، تهویه) و سامانه‌های کنترل؛

۴- مسیرهای دسترسی و عبور برای خدمات، نظافت، عیب‌یابی، و تعمیر و نگهداری؛

۵- کابل‌ها یا سایر خطرانی که سبب سر خوردن، گیر کردن و لغزش و افتادن افراد می‌شود؛

۶- محفظه‌های عبور کابل.

پ- توصیه می‌شود مداخله دستی جانمایی طوری طراحی شود که وظایفی را که نیازمند دخالت دست می‌باشند، از خارج از محدوده حفاظت شده قابل اجرا باشند. هنگامی که این امر قابل اجرا نباشد و یا مداخله با استفاده از نیروی موتور لازم باشد، دستگاه فعال‌ساز مناسب باید تدارک دیده شود. می‌توان دستگاه فعال‌ساز را طوری طراحی کرد که موارد زیر را کنترل کند:

۱- کل سلول ربات؛

۲- یک ناحیه در سلول ربات؛

۳- یک ماشین یا تجهیز انتخاب شده در سلول.

یادآوری - به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ مراجعه شود.

ت- ارگونومی و واسط انسان با تجهیزات:

۱- قابل رؤیت بودن عملیات؛

۲- واضح بودن کنترل‌ها؛

۳- ارتباط واضح کنترل‌ها با ربات؛

۴- قواعد بومی در طراحی کنترل؛

- ۵- موقعیت قطعه کار نسبت به کاربر؛
 - ۶- استفاده نادرست قابل پیش‌بینی؛
 - ۷- عملیات مشترک.
 - ث- شرایط محیطی:
 - ۱- تهویه؛
 - ۲- جرقه‌های جوشکاری.
 - ج- بارگذاری یا تخلیه قطعات کار/تعویض ابزار؛
 - چ- ملاحظه حفاظ‌های محیطی؛
 - ح- الزامات قرارگیری دستگاه‌های توقف اضطراری و ناحیه‌بندی سلول (به عنوان مثال، توقف‌های محلی یا توقف کامل سلول)؛
 - خ- الزامات قرارگیری دستگاه‌های فعال‌ساز؛
 - د- توجه به کاربردهای در نظر گرفته شده کلیه اجزا.
- ارزیابی ریسک باید فضای اضافی لازم در کنار فضای محدود شده را تعیین کند تا فضای حفاظت شده را تعریف کند.

۳-۴ ارزیابی ریسک

۱-۳-۴ کلیات

از آنجائیکه سامانه ربات همیشه برای یک کاربرد خاص مورد استفاده قرار گیرد، یکپارچه‌ساز باید ارزیابی ریسکی را به منظور کاهش مناسب ریسک‌های مشخص شده در عملیات یکپارچه‌سازی تعیین کند. باید توجه خاصی به نمونه‌هایی که در آنها حفاظ‌ها از دستگاه‌های انفرادی به منظور انجام عملیات ساخت جدا شده‌اند، شود.

ارزیابی ریسک، تحلیل و ارزیابی سیستماتیک ریسک‌های مرتبط به سامانه ربات طی کل چرخه دوام را ممکن می‌سازد (به عنوان مثال راه‌اندازی اولیه، تنظیم، تولید، نگهداری، تعمیرات، از رده خارج کردن). متعاقب ارزیابی ریسک، در صورت لزوم، کاهش ریسکی صورت بگیرد. این فرایند می‌تواند تکرار شود، تا جایی که حذف خطرات و کاهش ریسک از طریق اقدامات حفاظتی امکان داشته باشد.

ارزیابی ریسک شامل موارد زیر می‌باشد:

- تعیین محدوده‌های سامانه ربات (به بند ۴-۳-۲ مراجعه شود)؛
- شناسایی خطر (به بند ۴-۴ مراجعه شود)؛
- برآورد ریسک؛
- ارزشیابی ریسک.

۴-۳-۲ محدودیت‌های سامانه ربات

تکمیل سامانه ربات با مشخص کردن کاربرد مورد نظر آن و محدودیت‌های مشروح در استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ و استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ و دیگر استانداردهای سطح C شروع می‌شود. این مشخصات توصیه می‌شود به عنوان مثال موارد زیر را در برداشته باشد:

الف- محدودیت‌های استفاده:

- ۱- شرحی از کارکردها، استفاده مورد نظر و استفاده نادرستی که به طور معقولانه قابل پیش‌بینی می‌باشد؛
- ۲- شرحی از وضعیت‌های کاربری متفاوت؛
- ۳- تحلیل مراحل فرایند شامل دخالت دست؛
- ۴- شرحی از سامانه‌های واسط، ابزار و تجهیزات؛

یادآوری ۱- توصیه می‌شود که استانداردهای سطح C مشابه برای این دستگاه‌ها مورد توجه قرار بگیرند.

۵- اتصالات انرژی؛

۶- اطلاعات تهیه شده توسط سازنده که از قسمت اول این استاندارد برگرفته شده‌اند و شامل اقدامات اعمال شده برای کاهش ریسک می‌باشد؛

۷- نیروی محرکه مورد نیاز و تجهیزات آن‌ها؛

۸- مهارت‌های مورد انتظار یا مورد نیاز مصرف‌کننده (صلاحیت).

ب- محدودیت‌های فضا (به بند ۵-۵، شرح جانمایی مراجعه شود):

۱- محدوده جابه‌جایی دستگاه مورد نیاز؛

۲- فضای مورد نیاز برای نصب و تعمیر؛

۳- فضای مورد نیاز برای وظایف اپراتور و دیگر دخالت‌های انسانی؛

۴- قابلیت‌های ترکیب‌بندی مجدد (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳)؛

۵- دسترسی لازم (به بند ۵-۵-۲ مراجعه شود)؛

۶- پی؛

۷- فضای مورد نیاز برای دستگاه‌های تأمین و دفع یا تجهیزات.

پ- محدودیت‌های زمانی:

۱- طول عمر مورد نظر ماشین‌آلات و اجزا آن‌ها (اجزا و ابزار مصرفی)؛

۲- نمودار گردشی و زمان‌سنجی؛

۳- فواصل زمانی توصیه‌شده جهت سرویس و خدمات.

ت- سایر محدودیت‌ها:

۱- محیطی (دما، محوطه سرپوشیده یا فضای باز، مقاومت در برابر گرد و غبار و رطوبت، غیره)؛

۲- سطح تمیزی برای کاربرد مورد نظر و محیط؛

۳- ویژگی‌های مواد مربوط به فرآیند؛

۴- محیط‌های خطرناک؛

۵- تجربیات اخذ شده، یعنی مطالعه و مقایسه، شامل گزارش حوادث و رویدادهای مربوط به عملیات و سامانه‌های مشابه.

یادآوری ۲- سایر استانداردهای ملی و آئین‌نامه‌های محلی اطلاعات مهمی را روی منابع نیرو و الزامات راه‌اندازی و نصب ایمن، فراهم می‌کنند.

۴-۴ شناسایی خطر

۱-۴-۴ کلیات

فهرست خطرات قابل توجه ربات و سامانه‌های ربات که در پیوست الف آمده، نتیجه شناسایی خطر و ارزیابی ریسک انجام شده مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ می‌باشد.

سایر خطرات (به عنوان مثال بخارات، گازها، مواد شیمیایی و داغ) می‌توانند در کاربردهای خاص (به عنوان مثال جوشکاری، برش لیزری و ماشین‌کاری) و در تعامل سامانه ربات با سایر ماشین‌ها (به عنوان مثال خرد کردن، برش دادن، ضربه) ایجاد شوند. این خطرات باید هر کدام به تنهایی با ارزیابی ریسکی برای کاربرد خاص مورد توجه قرار گیرند.

۲-۴-۴ شناسایی وظیفه

برای تعیین پیشامد بالقوه وضعیت‌های خطرناک لازم است وظایفی را که توسط کاربرهای سامانه ربات و تجهیزات وابسته انجام می‌شوند، شناسایی کنیم. یکپارچه‌کننده باید این وظایف را شناسایی و مستند کند. به مصرف‌کننده باید مشورت داده شود تا اطمینان حاصل شود که همه وضعیت‌های خطرناک مرتبط به سلول ربات که به صورت معقول قابل پیش‌بینی می‌باشند (ترکیب‌های وظیفه و خطر) شامل تعاملات غیر مستقیم (به عنوان مثال افرادی که هیچ وظیفه‌ای در رابطه با سامانه ندارند اما در معرض خطرات مرتبط با سامانه قرار دارند) شناسایی شده‌اند. این وظایف شامل موارد زیر می‌باشند، اما محدود به موارد زیر نیستند:

الف- نظارت و کنترل فرایند؛

ب- بارگذاری قطعه کار؛

پ- برنامه‌ریزی و تصدیق؛

ت- دخالت مختصر اپراتور که نیاز به باز کردن دستگاه نمی‌باشد؛

ث- تنظیمات (به عنوان مثال تغییرات قید و بست نگهدارنده، تغییرات ابزار)؛

ج- عیب‌یابی؛

چ- اصلاح نقص (ها) (به عنوان مثال گیر کردن تجهیزات، بخش‌های جدا شده، بهبود اتفاقات و شرایط غیر عادی)؛

ح- کنترل انرژی خطرناک (شامل قید و بست نگهدارنده، بست‌ها، صفحه گردان‌ها و سایر تجهیزات)؛

خ- تعمیر و نگهداری؛

د- تمیز کردن تجهیزات.

۵-۴ حذف خطر و کاهش ریسک

پس از شناسایی خطرات، لازم است ریسک‌های مرتبط با سامانه ربات را پیش از انجام اقدامات مناسب برای کاهش ریسک به اندازه کافی، ارزیابی کنیم. اقدامات برای کاهش ریسک بر پایه قواعد اساسی زیر می‌باشند:

الف- حذف خطرات از طریق طراحی یا کاهش ریسک آن‌ها از طریق جایگزینی؛

ب- حفاظدگذاری برای جلوگیری از ارتباط اپراتورها با خطرات یا اطمینان در مورد این که خطرات به حالت ایمن درآمده‌اند، پیش از این که اپراتور بتواند با آن‌ها ارتباط پیدا کند؛

پ- ایجاد اقدامات حفاظتی تکمیلی از قبیل دستورالعمل استفاده، آموزش، نشانه‌ها، تجهیزات حفاظتی شخصی و غیره.

الزامات مندرج در بند ۵ از فرایند تکرار شونده اعمال اقدامات کاهش ریسک مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ برای خطرات مشخص شده در پیوست الف به دست آمده است. یکپارچه‌کننده باید اطمینان حاصل کند که ریسک‌های شناسایی شده در ارزیابی ریسک از طریق اعمال الزامات بند ۵ به اندازه کافی کاهش یافته‌اند. اگر ریسک‌ها به اندازه کافی کاهش نیافته باشند، سایر اقدامات کاهش ریسک تا هنگامی که ریسک‌ها به اندازه کافی کاهش یابند، باید اعمال شوند.

۵ الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی

۱-۵ کلیات

یکپارچه‌سازی سلول‌ها و سامانه ربات باید مطابق الزامات این استاندارد باشد. علاوه بر آن، برای خطرات مشابهی که در این استاندارد به طور ویژه به آن‌ها پرداخته نشده است (به عنوان مثال لبه‌های تیز)، سلول یا خط ربات باید طبق اصول استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰، طراحی شود. طراحی سامانه ربات باید اصول ارگونومی را برای حصول اطمینان از سادگی عملیات و تعمیرات دنبال کند. طراحی سامانه ربات باید به گونه‌ای باشد که از در معرض خطر قرارگیری پرسنل، جلوگیری به عمل آید.

یادآوری ۱- تمامی خطرات شناسایی شده در این استاندارد در هر سامانه ربات اعمال نمی‌شوند، و نه سطح ریسک مرتبط با این وضعیت خطر مشخص در یک سامانه ربات تا سامانه ربات دیگر مشابه می‌باشد.

یادآوری ۲- روش‌های پیشنهادی تصدیق الزامات متفاوت در این بند، در بند ۶ آمده‌اند.

۲-۵ عملکرد سامانه کنترل مرتبط با ایمنی (سخت افزار/نرم افزار)

۱-۲-۵ کلیات

سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی (الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، و نرم افزاری) باید مطابق بند ۲-۲-۵ باشند، مگر این که نتایج ارزیابی ریسک مشخص کنند که معیار عملکرد دیگری همان‌طور که در بند ۳-۲-۵ شرح داده شده، مناسب می‌باشد. عملکرد سامانه کنترل مرتبط با ایمنی سامانه ربات و تجهیزات آن باید به وضوح در دستورالعمل استفاده بیان شود.

یادآوری ۱- سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی همچنین می‌توانند SPR/CS^۱ نیز نامیده شوند (بخش‌های مرتبط با ایمنی سامانه‌های کنترل).

در این استاندارد، عملکرد سامانه کنترل مرتبط با ایمنی به صورت‌های زیر بیان شده:
- سطوح عملکرد (PL)^۲ و رده‌ها همان‌طور که در زیربند ۴-۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ شرح داده شده است.

- سطوح یکپارچه ایمنی (SIL)^۳ و الزامات رواداری نقص سخت‌افزاری همان‌طور که در زیربند ۵-۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۶۱: سال ۱۳۹۰ شرح داده شده است.
این دو استاندارد، ایمنی کارکردی در روش‌های مشابه اما متفاوت را بررسی می‌کنند. توصیه می‌شود الزامات این استانداردها برای سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی که برای آن طراحی شده‌اند، مورد استفاده قرار گیرند. طراح مجاز به استفاده از هر دوی این استانداردها می‌باشد. اطلاعات و معیارهای لازم جهت تعیین عملکرد 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 بروند. 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 ۰ یا ۱ مطابق با استاندارد IEC 60204-1 شود.

۵-۲-۲ الزامات کارایی

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

- الف- تنها یک خرابی در هریک از این بخش‌ها منجر به از بین رفتن کارکرد ایمنی نشود؛
- ب- یک خرابی، هرگاه به طور معقولانه کاربردی باشد، باید در هنگام یا پیش از تقاضای بعدی به کارکرد ایمنی پیدا شود؛
- پ- هنگامی که تنها یک خرابی رخ می‌دهد، کارکرد ایمنی همیشه انجام می‌شود و باید یک حالت ایمن تا هنگامی که خرابی کشف شده اصلاح شود، باقی بماند؛

1- Safety-related parts of control systems
2- Performance levels
3- Safety integrity levels

ت- همه خرابی‌هایی که به طور معقولانه قابل پیش بینی هستند، باید شناسایی شوند.
الزامات الف تا ت معادل رده ساختاری ۳، همان‌طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ بیان شده است، محسوب می‌شوند.

یادآوری- الزام ردیابی تنها یک خرابی به این معنا نیست که همه خرابی‌ها ردیابی خواهند شد. در نتیجه، انباشته شدن خرابی‌های ردیابی نشده می‌تواند منجر به ایجاد خروجی برنامه‌ریزی نشده و وضعیتی خطرناک در ماشین شود.

۳-۲-۵ سایر معیارهای کارایی سامانه کنترل

نتایج ارزیابی ریسک جامعی که روی سامانه ربات و کاربرد موردنظر آن انجام شد، ممکن است تعیین کند که کارایی سامانه کنترلی مرتبط با ایمنی غیر از آن که در بند ۲-۲-۵ بیان شده، برای کاربرد تضمین می‌شود. انتخاب یکی از معیارهای کارایی مرتبط با ایمنی باید به طور ویژه مشخص شود و محدودیت‌ها و اخطارهای مناسب باید در دستورالعمل استفاده که توسط تجهیزات آسیب دیده تهیه شده است، گنجانده شوند.

۳-۵ طراحی و نصب

۱-۳-۵ شرایط محیطی

سامانه ربات و اقدامات حفاظتی سلول ربات باید با در نظر گرفتن شرایط محیطی مانند دمای هوا، رطوبت اغتشاشات الکترومغناطیسی، نورپردازی و غیره طراحی شوند. این شرایط محیطی می‌توانند منجر به ایجاد الزاماتی برای فضای اطراف به دلیل محدودیت‌های فنی شوند.
ربات و سامانه ربات و اجزای سلول باید طوری انتخاب شوند تا در برابر شرایط محیطی و عملیاتی مورد انتظار مقاوم باشند.

۲-۳-۵ محل قرارگیری کنترل‌ها

آن دسته از کنترل‌ها و تجهیزات عملیاتی (به عنوان مثال، کنترل‌کننده جوش، شیرهای پنوماتیک و غیره) که نیازمند در دسترس بودن طی عملیات خودکار هستند، باید در بیرون فضای حفاظت‌شده قرار بگیرند تا فرد را مجبور به استفاده از کنترل‌های کارانداز کنند، درحالی‌که فرد در خارج از فضای حفاظت‌شده قرار دارد. توصیه می‌شود کنترل‌ها و تجهیزات طوری ساخته شوند و در مکان خود قرار بگیرند که یک دید واضح از فضای محدودشده ربات ایجاد کنند.

۳-۳-۵ عملگرهای مکانیکی

عملگرهای مکانیکی باید مطابق الزامات استاندارد IEC 60204-1 باشند. این کنترل‌ها باید همسان با قسمت اول این استاندارد باشند. سامانه ربات نباید به هیچ یک از شرایط یا فرمان‌های کنترل از راه دور خارجی که ممکن است وضعیت‌های خطرناک ایجاد کنند، پاسخ دهند.

۴-۳-۵ الزامات مربوط به قوای محرکه

همه منابع ربات و قوای محرکه سایر تجهیزات (به عنوان مثال قوای محرکه پنوماتیکی، هیدرولیکی، مکانیکی، الکتریکی) باید الزامات تعیین شده توسط سازندگان اجزا و ماشین را برآورده کنند. تأسیسات الکتریکی باید الزامات استاندارد IEC 60204-1 را برآورده کنند. تأسیسات قوای محرکه هیدرولیکی باید

الزامات استاندارد ISO 4413 را برآورده کنند و تأسیسات قوای محرکه پنوماتیکی باید الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۱۵ : سال ۱۳۸۵ را برآورده کنند.

۵-۳-۵ الزامات اتصالات هم‌پتانسیل / زمین کردن

اتصالات حفاظتی و اتصالات کارکردی باید الزامات استاندارد IEC 60204-1 را برآورده کنند.

۵-۳-۶ جداسازی منابع انرژی

وسایل باید جهت جداسازی منابع انرژی خطرناک فراهم شوند، به گونه‌ای که پرسنل در معرض خطرات قرار نگیرند. این وسایل باید قابلیت قفل شدن و/یا ایمن شدن فقط در موقعیت فاقد انرژی را داشته باشند. توصیه می‌شود سامانه ربات یک دستگاه قطع تغذیه برای هر نوع منبع انرژی داشته باشد. برای چند ربات یا تأسیسات بزرگ، دستگاه‌های قطع ارتباط متعدد برای هر نوع انرژی ممکن است لازم باشد. حوزه تحت کنترل برای هر یک از این دستگاه‌ها باید به وضوح در اطراف عملکرد دستگاه قطع ارتباط علامت‌گذاری شود (به عنوان مثال، با متن یا نماد).

یادآوری- منابع انرژی می‌توانند الکتریکی، مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، شیمیایی، گرمایی، پتانسیل، جنبشی و غیره باشند.

۵-۳-۷ کنترل انرژی ذخیره‌شده

باید وسایلی جهت کنترل و/یا آزادسازی کنترل‌شده انرژی خطرناک ذخیره‌شده، فراهم شود. برچسبی باید چسبانده شود که خطر انرژی ذخیره‌شده را مشخص کند.

یادآوری ۱- منابع انرژی ذخیره‌شده می‌توانند انباشت‌گرهای فشار هوا یا فشارهیدرولیکی، خازن‌ها، باتری‌ها، فنرها، وزنه‌های تعادل، چرخ لنگر، جاذبه و غیره باشند.

یادآوری ۲- یک محور معلق می‌تواند خطر قابل ملاحظه‌ای، بسته به تعداد و مدت قرارگیری در معرض آن ایجاد کند (به عنوان مثال، ایستادن زیر بازوی ربات حین تنظیمات). توصیه می‌شود سامانه‌های کنترل نگهدارنده یا قفل‌کننده، جهت حفاظت از افراد در معرض انرژی خطرناک ذخیره‌شده، دارای کارایی کنترلی طراحی شده مطابق با بندهای ۵-۲-۲ یا ۵-۲-۳ باشند.

۵-۳-۸ کارکردهای توقف سلول و سامانه ربات

۵-۳-۸-۱ کلیات

هر سامانه یا سلول ربات باید یک کارکرد توقف حفاظتی و یک کارکرد توقف اضطراری مستقل داشته باشد. کارکردهای مرتبط با آن‌ها باید توانایی اتصال به دستگاه‌های توقف اضطراری یا دستگاه‌های حفاظتی تکمیلی را داشته باشد.

۵-۳-۸-۲ کارکرد توقف اضطراری

هر ایستگاه کنترلی که دارای قابلیت شروع حرکت یا سایر کارکردهای خطرناک است، باید یک کارکرد توقف اضطراری آغاز شونده به صورت دستی مطابق با الزامات استاندارد IEC 60204-1 و استاندارد ISO 13850 داشته باشد.

کاراندازی کارکرد توقف اضطراری باید همه حرکات ربات و سایر کارکردهای خطرناک در سلول، یا در قسمت واسط بین سلول ها و دیگر مناطق فضای کاری را متوقف کند.

سامانه های ربات باید یک کارکرد توقف اضطراری واحد داشته باشند، به گونه ای که همه قسمت های مرتبط به هم در سامانه را تحت تأثیر قرار دهد. در سامانه های بزرگتر (به عنوان مثال، ربات یا سلول های متعدد)، می توان یک فاصله در حوزه کنترل ایجاد کرد. در چنین مواردی محدوده تحت کنترل باید با توجه به الزامات وظیفه (وظایفی) که باید انجام شود، یا ویژگی های سامانه (به عنوان مثال ساختار تجهیزات، مکان قرارگیری حفاظ گذاری محیطی) تنظیم شود. محدوده تحت کنترل باید در اطراف دستگاه توقف اضطراری به وضوح نشانه گذاری شود (به عنوان مثال با متن یا شکل).

اگر فضاهای محدود شده دو یا تعداد بیشتری ربات با هم مشترک شوند، یا اگر دو یا تعداد بیشتری ربات در یک فضای حفاظت شده مشترک قابل دسترسی باشند، این فضا باید یک فضای کاری باشد. کلیه دستگاه های توقف اضطراری برای فضای کاری باید محدوده کنترل مشابه داشته باشند.

محدوده کنترل ممکن است شامل فضاهای کار متعددی باشد. دستورالعمل استفاده باید شامل اطلاعاتی از محدوده کنترل هر دستگاه توقف اضطراری باشد.

توقف های اضطراری سامانه ربات باید کارکردی (آماده به کار) باشند، حتی اگر ایستگاه کنترل فعال نباشد. انتخاب کارکرد توقف رده یک یا رده صفر مطابق استاندارد IEC 60204-1 باید از طریق ارزیابی ریسک تعیین شود.

کارکرد توقف اضطراری باید حداقل مطابق الزامات بند ۵-۲-۲ باشد، مگر این که ارزیابی ریسک تعیین کند که معیار عملکرد دیگری مناسب می باشد.

یادآوری - برخی از مدارهای توقف حفاظتی به صورت خودکار در حالت دستی کنارگذر می شوند و برای اتصال به دستگاه های توقف حفاظتی مناسب نخواهند بود.

هنگامی که یک سیگنال خروجی توقف اضطراری ایجاد می شود، باید یکی از دو حالت زیر اتفاق بیافتد:

- خروجی به کارکردش هنگامی که قوای محرکه سامانه ربات قطع می شود، ادامه دهد، یا
- در صورتی که خروجی به کار خود هنگام قطع شدن قوای محرکه سامانه ربات ادامه ندهد، یک سیگنال توقف اضطراری تولید شود.

۵-۳-۸-۳ توقف حفاظتی

سامانه ربات باید یک یا تعداد بیشتری مدار توقف حفاظتی طراحی شده جهت اتصال به دستگاه های حفاظتی خارجی داشته باشد. انتخاب توقف رده یک یا صفر همان طور که مطابق استاندارد IEC 60204-1 توضیح داده شد، باید از طریق ارزیابی ریسک تعیین شود.

توقف رده ۲ هنگامی مجاز است اعمال شود که سامانه نیروی محرک خارجی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲-۶۱۸۰۰ باشد.

این عملیات توقف حفاظتی باید سبب توقف کلیه حرکات سامانه ربات شود، و سبب توقف هر کارکرد خطرناک دیگری که توسط سامانه ربات کنترل شده است، شود. این توقف می‌تواند به طور دستی یا به وسیله منطق کنترل شروع شود.

کارایی کارکرد توقف حفاظتی باید با الزامات بندهای ۵-۲-۲ یا ۵-۲-۳ مطابقت داشته باشد.

۵-۳-۹ خاموش کردن تجهیزات وابسته

سامانه ربات باید طوری نصب شود که خاموش کردن تجهیزات وابسته به آن‌ها موجب ایجاد خطر و یا وضعیت خطرناک نشود.

۵-۳-۱۰ الزامات مجری نهایی

مجری نهایی باید طوری طراحی و ساخته شود که:

الف- اتلاف یا تغییر منبع انرژی (به عنوان مثال الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، منبع خلا)، منجر به آزاد شدن باری که وضعیت خطرناک ایجاد می‌کند، نشود؛

ب- نیروهای دینامیکی و استاتیکی‌ای که توسط بار و مجری نهایی با هم ایجاد شده‌اند و در ظرفیت بار و پاسخ دینامیکی ربات باشند؛

پ- صفحات میچ (فلنج نصب شده) و لوازم یدکی به طور مناسبی هم‌راستا شده باشند (جفت)؛

ت- ابزار جداسدنی در هنگام استفاده محکم به طور ایمن متصل شده باشد؛

ث- رها شدن ابزار جداسدنی، در صورتی که این رها شدن منتج به وضعیت خطرناک شود، فقط در محل‌های مخصوص یا تحت شرایط کنترل‌شده خاصی انجام شود؛

ج- مجری نهایی نیروهای پیش‌بینی شده در طی عمر مورد انتظارش را متحمل شود.

در صورت عملی بودن، برای عیب‌یابی بدون اعمال انرژی محرک به عملکرد مکانیکی ربات، می‌توان به مجری نهایی قوای محرکه اعمال کرد.

یادآوری- این ویژگی می‌تواند یک گزینه سودمند ارائه شده توسط سازنده باشد، با این حال جزء الزامات قسمت اول این استاندارد نمی‌باشد.

دستورالعمل استفاده، در صورتی که نقص در مجری نهایی سبب ایجاد یک وضعیت خطرناک احتمالی باشد، باید شامل اطلاعاتی در مورد عمر در نظر گرفته شده مجری نهایی بر اساس پارامترهای مورد انتظار در عملیات عادی باشد.

پیش از عملیات سامانه ربات، نقطه مرکزی ابزار ربات TCP باید با استفاده از ویژگی جابه‌جایی که توسط سازنده فراهم شده است، تنظیم شود. برای اجتناب از وضعیت‌های خطرناک باید اقداماتی فراهم شود (به عنوان مثال، شیلنگ‌های خلا یا شیلنگ‌های پنوماتیکی که به صورت مکانیکی حفاظت شده‌اند، دستگاه‌های خودنگهدار به عنوان مثال، گیره‌های اضافی نصب شده روی فنر)

۵-۳-۱۱ رویه بازیابی اضطراری

دستورالعمل استفاده باید شامل دستورالعمل‌های مفصلی برای بازیابی خرابی تجهیزات مربوط به سامانه ربات همراه با دستورالعمل‌های سازنده ربات در خصوص حرکت غیرعادی یا اضطراری ربات بدون نیروی محرکه، باشد. اگر علائم یا برچسب‌هایی مورد نیاز باشند، باید چسبانده شوند یا دستورالعمل چسباندن تهیه شود.

۵-۳-۱۲ علائم هشدار

اگر علائم هشداردهنده روی ربات یا تجهیزات دیگر سامانه، هنگام نصب/یکپارچه‌سازی، مبهم و نامشخص شوند، باید وسایل هشدار دیگری که همان تأثیر را دارند، فراهم شوند (به عنوان مثال، علامت هشدار دیگری در محل قابل دید).

۵-۳-۱۳ نورپردازی

سطح نورپردازی باید مشخص و در دستورالعمل استفاده گنجانده شود. سامانه ربات برای عملیاتی که عدم حضور نور در آن‌ها، علی‌رغم وجود نور محیطی که دارای شدتی طبیعی می‌باشد، ممکن است خطرناک شود، باید نورپردازی تکمیلی داشته باشد. سامانه ربات باید طوری طراحی و ساخته شود که هیچ منطقه تاریک که مشکل‌ساز باشد، هیچ تابش یا روشنی آزاردهنده و هیچ‌گونه تأثیرات چشمک‌زن خطرناکی بر روی قسمت‌های متحرک به خاطر نورپردازی ایجاد نشود. بخش‌های داخلی که نیازمند تنظیمات و بررسی متعددی می‌باشند، همین‌طور نواحی تعمیر، باید دارای نورپردازی مناسب باشند. در نواحی‌ای که بازرسی مستمر و تنظیمات ضروری می‌باشد، روشنایی باید حداقل ۵۰۰ lx باشد (به استاندارد ISO 8995-1 مراجعه شود).

یادآوری- نواحی‌ای که باید جهت نورپردازی در نظر گرفته شوند، شامل ایستگاه‌های کار، نواحی ورودی و غیره می‌باشند.

۵-۳-۱۴ خطرات کاربرد

در یکپارچه‌سازی سامانه ربات باید همچنین خطرات کاربرد (به عنوان مثال دودها، گازها، مواد شیمیایی، مواد داغ) مرتبط با فرایند و استفاده از ابزارها (به عنوان مثال، جوشکاری، برش لیزری، ماشین‌کاری) مورد توجه قرار بگیرند.

الزامات واسط به سایر ماشین‌ها، باید راهنمایی سازنده را مطابق با دستورالعمل استفاده دنبال کند.

۵-۳-۱۵ دستگاه‌های فعال‌ساز

واحد کنترل دستی و دیگر دستگاه‌های فعال‌ساز و یکپارچه‌سازی آن‌ها باید مطابق قسمت اول این استاندارد باشد (برای اطلاعات اضافی به پیوست ت مراجعه شود).

هنگامی که حفاظت از بیش از یک فرد در فضای حفاظت شده لازم باشد، یک دستگاه فعال‌ساز باید برای هر فرد فراهم شود. همه دستگاه‌های فعال‌ساز مرتبط به یک کنترل ربات واحد باید کارکرد یکسان داشته باشند (حوزه کنترل).

در جایی که پرسنل ممکن است در وضعیت خطرناکی قرار بگیرند (به عنوان مثال، ایستادن در فضای محدود شده ربات مجاور که فضاهای محدود شده مشترک دارد زمانی که روی تجهیزات کمکی یا سایر ربات‌ها کار

می‌کند) طی عملیات دستی، سامانه‌های کنترل باید طوری قفل شوند که دستگاه‌های فعال‌ساز همه خطرات موجود در مناطق سلول را کنترل کند.

کارکردهای خطرناک ماشین که قفل شده است، باید نیازمند عمل جداگانه‌ای برای راه‌اندازی مجدد پس از کنترل شدن (متوقف شدن) توسط دستگاه فعال‌ساز باشند.

یادآوری ۱- ناحیه کنترل یک دستگاه فعال‌ساز قفل‌کننده به جانمایی، فضا، وظایف پیش‌بینی شده و مکان‌های کار پیش‌بینی شده برای این وظایف بستگی دارد. اقدامات کنترلی مطابق بند ۵-۲-۲ می‌توانند طوری طراحی شوند که ربات‌های دارای فضای مشترک را از این‌که به طور هم‌زمان طی عملیات دستی فعال شوند، منع کنند.

یادآوری ۲- برای بررسی فرایند، به پیوست ج مراجعه شود.

۴-۵ محدود کردن حرکت ربات

۱-۴-۵ کلیات

تأسیسات ربات باید طوری طراحی و یکپارچه شوند که احتمال در معرض خطر قرار گرفتن پرسنل را کاهش دهند. سامانه‌های ربات می‌توانند فضای عملکردی بزرگی داشته باشند (حداکثر فضا)، خصوصاً هنگامی که روی قطعه کار بزرگی کار می‌کنند. قرار دادن حفاظ‌های محیطی برای حفاظت از افراد در مقابل خطرات ایجاد شده توسط سامانه ربات (فضای حفاظت شده)، در این حداکثر ابعاد فضا می‌تواند منجر به حصار چینی در فضایی شود که به طور غیرضروری بزرگ می‌باشد، و اندازه آن فراتر از فضای مورد نیاز برای وظایفی که ربات انجام دهد، می‌باشد (فضای عملیاتی). برای کوچک کردن فضای حفاظت‌شده، از طریق فراهم کردن دستگاه‌های به هم پیوسته و خارجی که حرکت سامانه ربات را محدود می‌کنند، حداکثر فضا را می‌توان محدود کرد (فضای محدود شده).

۲-۴-۵ ایجاد فضاهای حفاظت‌شده و محدود شده

فضای حفاظت‌شده باید به وسیله حفاظ‌های محیطی ایجاد شود. این امر باید با توجه کامل به مکان قرارگیری و جانمایی ماشین‌ها و خطرات فضای حفاظت‌شده صورت گیرد.

فضای محدود شده سامانه ربات با وسایلی که حرکت ربات، مجری نهایی، قید و بست نگهدارنده و قطعه کار را محدود می‌کنند، محدود می‌شود. توصیه می‌شود فضای محدود‌شده کوچکتر از حداکثر فضا باشد. فضای محدود‌شده باید در فضای حفاظت شده باشد. توصیه می‌شود فضای محدود‌شده با فضای عملیاتی هر چه قدر که به طور عاقلانه قابل اجرا باشد، ارتباط نزدیک داشته باشد.

حفاظ‌های محیطی نباید نسبت به فضای محدود‌شده، نزدیک‌تر به خطر نصب شوند. اگر حفاظ محیطی مطابق بند ۵-۴-۳ برای محدود کردن دستگاه طراحی شده باشد، آن‌گاه این حفاظ بخشی از مرزهای فضاهای محدود‌شده و حفاظت شده را تشکیل می‌دهد.

ممکن است حفاظ‌گذاری بیشتری برای ایستگاه‌های کار اپراتور مورد نیاز باشد (به عنوان مثال، مکان بارگذاری بخش‌ها). محدود‌کننده‌های دینامیکی (به بند ۵-۴-۴ مراجعه شود)، حفاظ‌های قفل‌کننده و دیگر

حفاظت‌ها می‌توانند استفاده شوند، تا اطمینان حاصل شود که اپراتور هنگامی که در ایستگاه کار می‌باشد، در معرض خطر قرار ندارد.

۵-۴-۳ وسایل محدودکننده حرکت

محدودکردن حرکت سامانه ربات می‌تواند از طریق اجزای یکپارچه با ربات (به عنوان مثال، محور نرم‌افزاری ایمنی مجاز و محدودکننده فضا یا توقف‌های سخت افزاری ایجاد شده توسط سازنده)، یا نصب دستگاه‌های محدودکننده خارجی یا ترکیبی از هر دو حاصل شود. وسایل محدودکننده برای محدود کردن فضایی را که در آن ربات وظایفش را انجام می‌دهد، استفاده می‌شود. به عنوان مثال فضای محدودشده به وسیله دستگاه‌های محدودکننده، کوچکتر از حداکثر فضا، ساخته می‌شود.

دستگاه‌های محدودکننده در دو گروه قرار می‌گیرند: دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی و دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی. دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی به طور فیزیکی ربات را از حرکت بیش از محدوده معینی باز می‌دارند. دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی خودشان حرکت ربات را محدود نمی‌کنند، اما یک توقف در سامانه کنترل ربات ایجاد می‌کنند. بنابراین این دستگاه‌ها نیازمند یک سازنده می‌باشند تا مسافت توقف ربات را هنگام ایجاد فضای محدود شده ربات لحاظ کند.

همه کنترل‌های ایمنی وصل شده به کنترل‌های ربات باید مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشد. دستگاه‌های محدودکننده باید به درستی تنظیم و ایمن شوند. هنگامی که یک روش برای محدودکردن دامنه حرکت ربات از طریق طراحی، مورد نیاز است باید با یکی از موارد زیر مطابقت داشته باشد.

- اگر توقف‌های مکانیکی صورت بگیرند، باید مطابق الزامات دستگاه‌های محدودکننده در قسمت اول این استاندارد باشند و در صورت لزوم، مطابق الزامات مرتبط به دستگاه‌های محدودکننده دینامیکی در قسمت اول این استاندارد باشد؛

- اگر روش‌های محدودسازی دامنه حرکت دیگری تهیه شوند، باید طوری طراحی، ساخته، و نصب شوند که حداقل با الزامات محدود کردن محورها در قسمت اول این استاندارد تطابق داشته باشند. این روش‌ها باید حداقل با الزامات بند ۵-۲-۲ ارتباط داشته باشند، مگر این‌که ارزیابی ریسک مشخص کند که معیار عملکرد دیگری مناسب می‌باشد. مسافت توقف مرتبط به وسایل محدودکننده باید در همه محاسبات فضای محدودشده گنجانده شود. به قسمت اول این استاندارد، برای اطلاعات و متریک در مورد مسافت و زمان توقف مراجعه شود.

هنگامی که دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی از قبیل محورهای نرم‌افزاری ایمنی مجاز و محدودکننده‌های فضا به کار می‌روند (به قسمت اول این استاندارد مراجعه شود)، فضای محدودشده باید بر اساس ربات با بار واقعی مشخص شود. اگر سرعت ربات به وسیله سامانه نظارتی مطابق بند ۵-۲-۲ محدود شده باشد، فضای محدودشده ممکن است بر اساس حد سرعت تأیید شده ایجاد شود. در غیر این صورت، فضای محدودشده باید بر اساس حداکثر فضای ربات باشد.

اگر محور نرم‌افزاری ایمنی مجاز و ویژگی‌های محدودکننده فضای ساخته شده در ربات، مطابق دستورالعمل‌های سازنده آن به کار بروند، اطلاعات در مورد محدودیت‌های برنامه‌ریزی شده ایجاد شده توسط این وسائل باید در دستورالعمل استفاده گنجانده شود.

در مواردی که حفاظ محیطی جهت استفاده به عنوان دستگاه محدودکننده طراحی شده است، باید نتایج ارزیابی ریسک جهت تعیین الزامات طراحی، مقاومت و خمیدگی آن حفاظ استفاده شوند.

یادآوری ۱- برای ربات‌هایی که طراحی شدند تا سرعت را بر اساس بار واقعی جبران کنند، ممکن است شرایط حداکثر هنگامی که ربات میزان کمتری از بار مجاز را حمل می‌کند، ایجاد شود.

یادآوری ۲- فضای محدودشده به صورت فضایی که حرکت ربات کاملاً متوقف می‌شود، تعریف می‌شود نه مکانی که توقف شروع می‌شود. می‌توان این را با وضوح از طریق مکان قرارگیری دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی تعریف کرد (به عنوان مثال، توقف‌های سخت‌افزاری). محل قرارگیری دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی خود نیازمند در نظر گرفتن زمان فعال-سازی و مسافت توقف ربات می‌باشد. این مسأله شامل محور نرم‌افزاری ایمنی مجاز و ساختارهای محدودکننده فضا می‌باشد.

یادآوری ۳- وسایل طراحی شده برای حفاظت از ماشین (به عنوان مثال، سنسورهای برخورد و حفاظت جریان اضافی) برای استفاده به عنوان دستگاه‌های محدودکننده مناسب نمی‌باشند، مگر این‌که به طور ویژه طراحی و آزمون و تعیین شده باشند که به عنوان یک دستگاه ایمنی به منظور محدود کردن حرکت مطابق قسمت اول این استاندارد مناسب می‌باشند.

یادآوری ۴- استفاده از حفاظ محیطی به عنوان دستگاه محدودکننده به طور طبیعی فقط وقتی که ربات‌ها تغییر شکل خطرناک در حفاظ ایجاد نمی‌کنند، عملی می‌باشد.

۴-۴-۵ محدودکردن دینامیکی

محدودکننده دینامیکی تغییری کنترل شده و خودکار در فضای محدودشده سامانه ربات، حین یک قسمت از عملیات سامانه ربات می‌باشد. دستگاه‌های کنترل مثل (اما نه فقط) سوئیچ‌های محدودکننده بادامکی، پرده نوری، و توقف‌های سخت‌افزاری قابل جمع شدن که با کنترل فعال می‌شوند، ممکن است به کار روند تا حرکت ربات را در فضای محدودشده، هنگامی که ربات برنامه وظیفه کاری‌اش را اجرا می‌کند، بیشتر محدود کنند. به همین خاطر دستگاه‌های محدودکننده مکانیکی پایه باید قادر به متوقف کردن حرکت ربات تحت بار مجاز و شرایط سرعت باشد. سامانه‌های کنترلی مرتبط با ایمنی باید با الزامات عملکرد بند ۵-۲ مطابقت داشته باشند.

مناطق محدودکننده دینامیکی باید در دستورالعمل استفاده مشخص شوند. برای دستگاه‌های محدودکننده غیرمکانیکی، این اطلاعات باید شامل مرز منطقه‌ای که توقف شروع می‌شود و منطقه‌ای را که ربات کاملاً متوقف می‌شود (فضای محدود شده) هر دو را در برداشته باشد.

یادآوری - محدودکننده‌های دینامیکی می‌توانند در طراحی دو فضای محدود شده قابل انتخاب به طور متناوب برای افزایش بهره‌وری سلول کار از طریق دارا بودن یک سرویس ربات و دو ایستگاه کاری مؤثر باشند.

۵-۵ جانمایی

۵-۵-۱ حفاظ‌گذاری محیطی

اقدامات حفاظ‌گذاری محیطی باید با استفاده از حفاظ‌ها یا تجهیزات حفاظتی حساس مطابق ۵-۱۰ انجام شوند. در انتخاب دستگاه‌های حفاظتی باید به موارد زیر توجه شود:

- فشارهای عملیاتی مورد انتظار
 - تأثیر مواد پردازش شده خصوصاً مواد غذایی یا مواد پاک‌سازی از سامانه ربات
 - تأثیرات خارجی مرتبط دیگر (به عنوان مثال، جو غبارآلود از استفاده از دستگاه حفاظت الکترونی
- جلوگیری می‌کند).

فواصل ایمنی حفاظ‌های مکانیکی باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ باشند. حداقل فاصله از حفاظ‌های قفل‌کننده و دیگر دستگاه‌های گردشی باید مطابق الزامات ISO 13855 باشند. جایی که از برخورد یا تصادف از طریق ایجاد حداقل فاصله جلوگیری می‌شود، باید الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳ برآورده شود.

۵-۵-۲ دسترسی جهت مداخله

هنگام نصب سامانه ربات، ارزیابی ریسکی بر پایه وظیفه در مورد تأسیسات مخصوص و وظایف پیش‌بینی شده باید انجام شود تا گیرافتادن‌های احتمالی یا نقاط گیرافتادن را در فضای محدودشده ربات معین کنند. وظایفی که نیازمند استفاده از حالت سرعت بالای دستی می‌باشند، باید فضای آزاد به اندازه حداقل ۵۰۰ میلی‌متر داشته باشند. این فضای آزاد بین مکان توقف محاسبه‌شده خطر و مناطق بناها، ساختارها، حفاظ‌های محیطی، تأسیسات، یا سایر ماشین‌آلات و تجهیزاتی که عملکرد ربات را به طور خاص حمایت نمی‌کنند و ممکن است باعث گیرافتادن شوند نیز لازم است (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳ مراجعه شود).

مثال- پشتیبانی برای کارکرد ربات می‌تواند شامل قید و بست نگهدارنده، ایستگاه‌های بارگیری، تجهیزات حمل مواد و تجهیزات مرتبط به فرایند باشد.

در صورت عملی بودن، جانمایی به گونه‌ای باشد که به اپراتور امکان انجام وظایف از خارج از محدوده حفاظت شده را بدهد. هر جا لازم باشد وظایف در محدوده حفاظت‌شده انجام شوند، باید دسترسی کافی و ایمن به مکان انجام مأموریت وجود داشته باشد. مسیرها و لوازم دسترسی نباید اپراتور را در معرض خطرات، شامل لیز خوردن، افتادن و عدم تعادل قرار بدهد.

طراحی برای دسترسی درون فضای حفاظت شده باید شامل موارد زیر باشد، برای مثال:

- کانال‌های کابلی، مناطق لیز؛

- تعدد دفعات دسترسی لازم برای بارگیری/تخلیه به صورت دستی؛

- ویژگی‌های فیزیکی بار؛

- مناطق مشاهده و مشاهده کردن؛

- موقعیت‌های سرویس (به عنوان مثال، تعویض انتها)^۱؛
- دستگاه‌های تعمیر و نگهداری که به آسانی قابل دسترسی باشند (به عنوان مثال بیرون از فضای حفاظت شده)؛

وسایل دائمی مورد دسترس باید با توجه به تردد و جنبه‌های ارگونومی وظیفه فراهم شود.
کنترل‌ها (به عنوان مثال، واحد کنترل دستی، کابین‌های کنترل ربات) توصیه می‌شود نزدیک لوازم دسترسی برای افزایش سهولت در استفاده به وسیله اپراتور قرار بگیرند. هنگامی که تجهیزات الکتریکی که شامل اجزا نیازمند به دسترسی (به عنوان مثال برای خدمات معمول) بالای دسترسی عادی نصب می‌شوند (به عنوان مثال روی سقف دستگاه)، ابزاری باید برای دسترسی فراهم شوند (به عنوان مثال پایه کار). نتایج ارزیابی ریسک باید برای تعیین روش‌های مناسب برای ایجاد دسترسی به دستگاه‌های مرتبط بین ارتفاع ۴۰۰ میلی متر و ۲۰۰۰ میلی‌متر از سطح دسترسی استفاده شوند (همچنین به استاندارد IEC 60204-1 مراجعه شود).
محفظه‌های الکتریکی باید طوری نصب شوند که درشان بتواند کاملاً باز شود و مسیرهای فرار حتی هنگامی که درشان باز است قابل دسترسی باشند. این امر وقتی واقعیت پیدا می‌کند که:

الف- درها بتوانند، با توجه به مسیر فرار، در موقعیت بسته به آسانی هل داده شوند؛
ب- فضای آزاد باقیمانده هنگامی که در کاملاً باز است، کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر نشود (همچنین به استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۹-۷-۹۳۷ مراجعه شود).

انتخاب و طراحی سکوها، مسیرهای عبور، پلکان‌ها، نردبان پلکانی و نردبان ثابت باید مطابق بخش‌های مرتبط در استاندارد ISO 14122 باشد.

حفاظ‌گذاری جهت جلوگیری از دسترسی اپراتور به فضای بین سلول‌ها یا به وضعیت ایمن بردن خطرات در سلول‌های مجاور، قبل از دسترسی اپراتور به سلول‌ها، باید فراهم شود.
حفاظ‌گذاری باید به منظور کاهش ریسک‌ها برای اپراتور به خاطر انتقال مواد به داخل و خارج از سلول‌های مجاور انجام شود.

۵-۵-۳ حمل مواد

خطرات مرتبط با حمل (به عنوان مثال، گیر افتادن، افتادن مواد و اتصالات با سامانه ربات) باید در ارزیابی ریسک مورد نظر قرار بگیرد.

هنگامی که مواد به فضای حفاظت‌شده وارد یا از آن خارج می‌شوند، باید اقداماتی برای ورود نامشخص به منطقه خطر صورت بگیرد. این اقدامات باید افراد را از قرارگیری در معرض خطر باز دارند، یا باید پیش از این که خطرات ایجاد شوند بدون ایجاد خطرات اضافی، به حالت ایمنی درآورده شوند. توصیه می‌شود ابعاد حفره‌ها^۲ به کمترین اندازه مورد نیاز جهت عبور مواد، کاهش پیدا کند (به بند ۵-۱۰-۷ مراجعه شود).

1- Tip change

2- Openings

۴-۵-۵ مشاهده فرایند

مشاهده فرایند باید از بیرون فضای حفاظت شده صورت بگیرد. این می تواند از طریق فراهم کردن مکان های مشاهده و بررسی ایمن (به عنوان مثال، سکوها، راه های باریک، سامانه چشمی از راه دور) تعیین شده توسط نتایج ارزیابی ریسک حاصل شود.

هنگامی که مشاهده فرایند فقط از داخل فضای حفاظت شده امکان پذیر باشد، باید از حالت های عملکردی مطابق ۲-۴-۶-۵ و ۳-۴-۶-۵ استفاده شود. هنگامی که این حالت های عملکردی قابل اجرا نمی باشند، باید وضعیت کنترل جداگانه ای ایجاد شود. این وضعیت باید حفاظ گذاری های ضروری برای تضمین این که اپراتورها در حالی که مشاهده فرایند را انجام می دهند، در موقعیت خطرناک قرار نگرفته اند را ایجاد کنند. اطلاعات بیشتر را می توان در پیوست ج دید.

۶-۵ کاربرد وضعیت عملیاتی سامانه ربات

۱-۶-۵ کلیات

در یک سلول دارای سامانه های ربات بیش از یک عدد، باید حالت عملکردی منحصرأ برای یک سامانه ربات یا برای همه سامانه های ربات مرتبط در یک سلول انتخاب شود. اگر وضعیت عملکردی منحصرأ برای هر سامانه ربات انتخاب شود، لازم نیست که همه سامانه ها در وضعیت دستی قرار بگیرند. ربات هایی که به صورت دستی عمل نمی کنند، باید در حالت ایمنی، مستقل از حالت عملکردی انتخاب شده باقی بمانند، و خطر ایجاد نکنند.

الزامات زیر برای یک سامانه ربات یا یک سلول ربات اعمال می شود که شامل الزامات تجهیزات داخل سلول ربات که برای عملیات ربات مورد نیاز نیستند، نمی باشند. ارزیابی ریسکی جهت تعیین اقدامات بیشتر، به دلیل ریسک های ایجاد شده توسط سایر تجهیزات باید انجام شود. قویاً توصیه می شود هنگامی که سامانه ربات در حال انجام عملیات به صورت دستی می باشد، سایر تجهیزاتی که برای وظیفه آن مورد نیاز نیستند، در حالت ایمن قرار بگیرند و باقی بمانند.

۲-۶-۵ انتخاب

انتخاب وضعیت غیرمجاز و/یا ناخواسته باید به وسیله وسایل مناسب جلوگیری شود. این وسایل باید فقط وضعیت انتخاب شده را فعال کند، و نباید به تنهایی عملیات سامانه ربات یا دیگر عملیات خطرناک از دستگاه های مرتبط را آغاز کند. راه اندازی مجزا برای آغاز عملیات سامانه ربات مورد نیاز می باشد.

یک علامت واضح برای وضعیت عملکردی انتخاب شده باید فراهم شود.

تغییر وضعیت عملکرد نباید منجر به ایجاد موقعیت خطرناک شود.

۳-۶-۵ وضعیت خودکار

۱-۳-۶-۵ کلیات

ورود به فضای حفاظت‌شده در وضعیت خودکار باید یک توقف حفاظتی در همه تجهیزاتی که می‌توانند یک خطر یا وضعیت خطرناک ایجاد کنند، پدید آورند.

۵-۶-۳-۲ انتخاب وضعیت خودکار

انتخاب وضعیت خودکار سامانه(های) ربات نباید هیچ یک از توقف‌های حفاظتی یا شرایط توقف اضطراری را لغو کرده و یا بازنشانی کند.

انتخاب وضعیت خودکار باید در خارج از فضای حفاظت‌شده صورت بگیرد. اگر از واحد کنترل دستی یا کنترل آموزش برای انتخاب وضعیت خودکار استفاده می‌شود، یک عمل آگاهانه جدا در خارج از فضای حفاظت شده باید برای آغاز عملیات خودکار ضروری باشد.

تغییر از وضعیت خودکار باید در یک توقف حفاظتی یا توقف اضطراری نتیجه داشته باشد.

۵-۶-۳-۳ آغاز عملیات خودکار

آغاز عملیات خودکار باید خارج از فضای حفاظت‌شده شروع شود.

آغاز عملیات خودکار باید فقط زمانی که همه حفاظ‌های مرتبط فعال هستند، امکان‌پذیر باشد.

۵-۶-۳-۴ بازنشانی، شروع/شروع مجدد و راه‌اندازی غیرمنتظره دستی

۵-۶-۳-۴-۱ شروع و آغاز به کار مجدد سامانه ربات باید یک عملیات ساده و شفاف باشد. شروع و آغاز به کار مجدد الزاماً باید طوری باشد که کارکردهای مرتبط با ایمنی و/یا اقدامات حفاظتی کاربردی باشد. کارکردهای کنترلی مرتبط با ایمنی باید حداقل مطابق الزامات بند ۵-۲-۲ باشند، مگر این که ارزیابی ریسک تعیین کند که معیار عملکرد دیگری مناسب می‌باشد.

۵-۶-۳-۴-۲ باید یک قفل شروع برای جلوگیری از شروع خودکار عملیات‌های خطرناک هنگامی که دستگاه روشن می‌شود، یا قطع و دوباره روشن می‌شود، فراهم شود. قفل شروع باید توسط یک عمل آگاهانه انسان بازنشانی شود.

یک قفل شروع مجدد باید فراهم شود تا از شروع مجدد عملیات خطرناک پس از موارد زیر جلوگیری کند:

الف- به کار اندازی عملیات حفاظتی؛

ب- یک تغییر در وضعیت عملکردی سلول؛

کارکنان باید از شروع به کار و آغاز به کار مجدد سلول ربات هنگامی که درون فضای حفاظت‌شده هستند، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۷، حفاظت شوند.

کنترل‌های شروع، آغاز به کار مجدد باید به صورت دستی راه‌اندازی شوند، و در بیرون از فضای حفاظت‌شده قرار بگیرند، و نباید از داخل فضای حفاظت‌شده فعال شوند.

عملیات راه‌اندازی مجدد دستی باید موارد زیر را برآورده کند:

- از طریق یک دستگاه جدا که به صورت دستی کار می‌کند، در سامانه‌های کنترل مرتبط با ایمنی تهیه شود؛

- فقط در صورتی که همه عملیات‌های ایمنی و حفاظ‌ها قابل اجرا باشند حاصل شوند؛

- حرکت یا وضعیت خطرناک را خودش به تنهایی آغاز نکند؛
- توسط عمل آگاهانه انجام شوند؛
- سامانه کنترل را برای پذیرفتن یک فرمان شروع مجدد توانا کنند؛
- فقط از طریق باز کردن دستگاه فعال کننده از حرکت تحریک شده‌اش پذیرفته شود؛
- از هر موقعیت کنترلی، اپراتور باید بتواند مطمئن شود که هیچ کس در فضای حفاظت شده نیست. توصیه می‌شود مکان شروع و بازنشانی کنترل‌های کارانداز، یک دید واضح و بدون مانع از فضای حفاظت شده را ممکن کند.
- اگر این امر امکان‌پذیر نباشد، تشخیص حضور باید صورت بگیرد تا کاربرهای حاضر در فضای حفاظت شده را تشخیص دهد.

۵-۶-۳-۴-۳ اگر تشخیص حضور امکان‌پذیر نباشد، از طریق اقدامات حفاظتی باید از راه‌اندازی غیرمنتظره جلوگیری شود. این اقدامات حفاظتی می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

الف- روش‌های متعدد برای جداسازی و مهار کردن تجهیزات خطرساز قرار گرفته در فضای حفاظت شده؛

ب- اقدامات برای قفل کردن یک حفاظ (دریچه) در موقعیت باز؛

پ- دستگاه‌های بازنشانی دارای محدودیت زمان بیشتری، که درون فضای حفاظت شده قرار گرفته‌اند.

اگر این امر عملی نباشد، یک سیگنال هشدار پیش از شروع به کار قابل دیدن و شنیدن باید فراهم شود، که ویژگی‌های زیر را دارا است:

- برای دیده شدن و شنیده شدن از درون فضای حفاظت شده مناسب باشد؛ و
- پیش از شروع، وقفه‌ای دارد که برای خروج اپراتورها از فضای حفاظت شده مناسب می‌باشد.
- تعداد کافی دستگاه‌های توقف اضطراری آماده و قابل تشخیص و قابل دسترسی باید در فضای حفاظت شده قرار داده شوند تا عملیاتشان را طی وقفه پیش از شروع مجاز کنند.

یادآوری- برای سلسله مراتب انتخاب اقدامات حفاظتی، به بند ۴-۵ مراجعه شود.

۵-۶-۴ وضعیت دستی

۵-۶-۴-۱ کلیات

هنگامی که دخالت دست مورد نیاز است، کنترل محلی باید تحت تأثیر یک واحد کنترل دستی جدا یا ایستگاه کنترل مشابه مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشد.

یادآوری- این کنترل به همه دستگاه‌هایی که برای کنترل یک ربات از داخل فضای حفاظت شده، هنگامی که نیروی محرکه به هریک از محورهای ربات یا مجری‌های نهایی وارد می‌شود، اعمال می‌گردد. این موضوع شامل ربات‌های دارای کنترل‌های راهنمای دارای نیرو می‌شود، چه از کنترل‌های دستی نصب شده بر ربات استفاده کنند یا از کنترل‌های راهنمای اصلی/ ثانویه.

هرجا که قابل اجرا باشد، دستگاه‌های کنترل و ایستگاه‌های کنترل باید طوری در مکان خود قرار بگیرد که اپراتور قادر باشد فضای کار یا منطقه خطر را ببیند.

یک دستگاه کنترل توقف باید نزدیک هر دستگاه کنترل شروع قرار بگیرد.

سامانه باید طوری طراحی و ساخته شود که هنگامی که تحت کنترل داخلی می باشد، از انتخاب شروع حرکت یا تغییر کنترل محلی از هر منبع دیگری جلوگیری کند.

۵-۴-۶-۲ سرعت کاهش یافته دستی

در حالت سرعت کاهش یافته دستی سرعت TCP انتخاب شده نباید از 250mm/s فراتر برود. توصیه می شود امکان انتخاب سرعت های کمتر از 250mm/s وجود داشته باشد. نتایج ارزیابی ریسک باید تعیین کند آیا حداکثر سرعت کاهش یافته کمتر از 250mm/s لازم است، و آیا تجهیزات دیگر در سامانه ربات نیاز دارند تا با سرعت کاهش یافته دستی عمل کنند.

در حالت کاهش یافته دستی، حرکت ربات یا هر یک از بخش های سامانه ربات باید در ارتباط با یک دستگاه فعال ساز مطابق قسمت اول این استاندارد امکان پذیر باشد. کارایی کنترل مرتبط با ایمنی کارکرد فعال کننده باید مطابق بند ۵-۲ باشد.

۵-۴-۶-۳ سرعت بالای دستی

این حالت فقط برای تأیید برنامه در نظر گرفته شده است و نباید برای تولید استفاده شود. همه تغییر جهات باید با سرعت کاهش یافته صورت بگیرند. این حالت فقط باید در شرایط استثنایی که سامانه ربات باید در حالت سرعت بالای دستی عمل کند ایجاد شود. در حالت سرعت بالای دستی، سرعت TCP انتخاب شده ممکن است از 250mm/s فراتر برود. سامانه ربات باید مطابق الزامات حالت عملکردی خودکار قسمت اول این استاندارد باشد و باید در دستورالعمل استفاده، دستگاه فعال ساز واحد کنترل دستی از لحاظ کارکردی برای عملیات مربوطه پیش از شروع حرکت آزمون شود.

۵-۶-۵ دسترسی از راه دور برای دخالت دستی

شبکه سامانه ربات ممکن است فعال شده باشد (به عنوان مثال LAN، مودم و اینترنت) که دسترسی از راه دور برای تشخیص نقص، مشاوره فنی و آزمون و غیره را ممکن می سازد. اگر یک سامانه ربات توسط اپراتوری که از نظر فیزیکی از ربات دور است (به عنوان مثال، دفتری که در فاصله دور قرار دارد)، از راه دور کنترل شود، موارد زیر مورد نیاز می باشد:

الف- کنترل از راه دور دستی باید فقط هنگامی که سامانه ربات در حالت دستی می باشد، امکان پذیر باشد؛

ب- در هر زمانی، فقط یک منبع کنترل - داخلی یا از راه دور- باید فعال باشد (نقطه کنترل واحد)؛

پ- نوع کنترل فهرست شده در قسمت (ب) نباید انتخاب داخلی را خنثی کند و نباید باعث ایجاد هرگونه وضعیت خطرناک داخلی شود

ت- فعال سازی عملیات کنترل از راه دور دستی باید فقط از کنترل داخلی امکان پذیر باشد؛

ث- همه عملیات های کنترل کننده که ممکن است خطر ساز شوند (به عنوان مثال، حرکت ربات، خروجی ها را وادار می کند که تجهیزات خطرناک را کنترل کنند، مقادیر را تغییر می دهد طوری که بر ربات در مسیر خطرناک تأثیر بگذارند، پاسخ کارکردهای ایمنی، نگهداشتن برای اجرا و غیره) باید فقط از منبع کنترل انتخاب شده مجزا امکان پذیر باشد؛

ج- نباید امکان تغییرات از راه دور در پارامترها، در ارتباط با محدودکننده حرکت ربات از طریق محور نرم-افزاری ایمنی مجاز، وجود داشته باشد. محدود کردن فضا همان‌طور که در بند ۵-۴-۳ شرح داده شد، برای تأثیر گرفتن بدون عملکرد محلی جهت تأیید تغییرات و این‌که باعث ایجاد خطر شده است نباید ممکن باشند.

چ- علامتی در کنترل محلی (پنل کنترل، واحد کنترل دستی آموزشی) باید نشان دهد که سامانه ربات در حال کنترل شدن از راه دور می‌باشد؛

ح- دخالت دستی تحت نظارت فقط باید هنگامی که سامانه ربات در سرعت کاهش‌یافته دستی می‌باشد امکان‌پذیر باشد؛

خ- اگر کسی در فضای حفاظت‌شده نباشد و حفاظ‌ها فعال باشند، عملیات از راه دور ممکن است بدون فعالیت‌های داخلی انجام شوند؛

د- هنگامی که حضور یک فرد در فضای حفاظت‌شده مورد نیاز است، عملیات کنترل توسط یک اپراتور از راه دور که ممکن است خطرساز شوند، فقط باید هنگامی که اپراتور محلی عملیات را از طریق فشردن یک دستگاه فعال‌ساز فعال می‌کند، صورت بپذیرند؛

ذ- تجهیزاتی که برای عملکرد از راه دور مورد نیاز نیستند و می‌توانند خطرساز شوند باید در حالت ایمن باقی بمانند.

دستورالعمل استفاده باید شامل الزامات مناسب برای آموزش هر دوی اپراتورهای داخلی و از راه دور برای انجام دادن وظایف از راه دور باشند.

۷-۵ واحد کنترل دستی

۱-۷-۵ کلیات

واحد کنترل دستی‌ها و دستگاه‌های کنترل آموزش استفاده شده درون فضای حفاظت شده باید با الزامات قسمت اول این استاندارد مطابقت داشته باشند.

عملیات توقف اضطراری و واحد کنترل دستی باید مطابق بند ۵-۳-۸-۲ باشد.

واحد کنترل دستی آموزش مجهز شده با یک کابل، باید کابلی داشته باشند که طول مناسبی داشته باشد و به آموزش دهنده اجازه دهد که وظایف مورد انتظار را در حالتی ایمن اجرا کند (به عنوان مثال، جهت آموزش به سمت دیگر دستگاه نرود به سبب کافی نبودن طول کابل). کابل باید قابلیت تحمل شرایط محیطی پیش‌بینی‌شده محیطی که در آن به کار می‌رود را داشته باشد.

امکان‌ات ذخیره‌سازی مناسب واحد کنترل دستی باید طوری ایجاد شوند که امکان ایجاد خرابی‌اش را که می‌تواند خطرساز شود، کاهش دهند. ذخیره‌سازی واحد کنترل دستی‌های جدا یا واحد کنترل دستی‌های بی‌سیم باید امکان اشتباه شدن توقف اضطراری غیرفعال با فعال را کاهش دهند.

۲-۷-۵ الزامات تأسیسات/ارتباطات بدون کابل یا قابل جداسازی

هنگامی که واحدهای کنترل دستی آموزش بدون کابل یا قابل جداسازی، همراه با سامانه ربات استفاده می‌شوند موارد زیر باید اعمال شوند:

الف - واحد کنترل دستی(ها) باید مطابق قسمت اول این استاندارد باشند؛
ب - عملیات توقف اضطراری و دستگاه فعال ساز روی واحد کنترل دستی باید مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشند؛

پ - از امکان کنترل ناآگاهانه یک سامانه ربات باید از روش های زیر جلوگیری شود:

(۱) وسایل شخصی که معلوم می کنند ربات در حال انجام عملیات است،
(۲) وسایل ارتباطی برای تضمین بدون نقص بودن ارتباط (به عنوان مثال، ورود، رمزگذاری، دیوار آتش)،
(۳) وسایل مشخص نشان دادن تداوم ارتباط (به عنوان مثال، نشانگر صفحه)؛

ت - یک واحد کنترل دستی آموزش بدون سیم مجزا نباید به طور همزمان به تعداد بیش از یک سامانه ربات متصل شود. این سامانه می تواند از یک ربات تنها یا ربات های متعدد تشکیل شده باشد؛

ث - هنگامی که دستگاه در حالت دستی می باشد، قطع ارتباط (به عنوان مثال، خارج از گستره، ائتلاف نیرومحركه باطری) روی هر واحد کنترل دستی فعالی باید یک توقف اضطراری یا حفاظتی برای همه تجهیزات کنترل شده ایجاد کند. برقراری مجدد ارتباط نباید یک راه اندازی مجدد بدون عمل آگاهانه مجزایی را مجاز کند. (به قسمت اول این استاندارد و استاندارد IEC 60204-1 مراجعه شود)؛

ج - وسایل مشخص باید برای جدا کردن کنترل ربات از واحد کنترل دستی فراهم شود (به عنوان مثال، عمل مثبت توسط اپراتور)، و هنگامی که ارتباط دستگاه ها قطع می شود، باید به طور آشکارا قابل تشخیص باشد که کارکردهای ایمنی مرتبط دیگر فعال نمی باشند. باید از اشتباه گرفته شدن فعال بودن یا نبودن دستگاه های توقف اضطراری غیرفعال و فعال از طریق فراهم کردن طراحی یا ذخیره سازی مناسب، اجتناب شود. دستورالعمل استفاده باید شامل شرحی از ذخیره سازی یا طراحی باشد؛

چ - واحد کنترل دستی باید یک نقطه کنترل واحد مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد فراهم کند.

۵-۷-۳ کنترل حرکت همزمان

کنترل حرکت همزمان یک واحد کنترل دستی واحد می تواند حرکت همزمان یک سامانه دارای چندین ربات را کنترل کند. هر ربات باید پیش از این که فعال شود، انتخاب شود. برای این که ربات انتخاب شود، باید همه ربات ها وضعیت عملیاتی مشابه داشته باشند (به عنوان مثال سرعت کاهش یافته دستی). یک علامت از ربات هایی که فعال خواهند شد (انتخاب شده اند که حرکت کنند)، باید مطابق قسمت اول این استاندارد تهیه شود. فقط ربات های انتخاب شده باید فعال شوند. هر رباتی که در سامانه انتخاب نشده است نباید حرکت کند و مطابق بند ۵-۲-۲ نباید خطر ساز شود.

یادآوری - این امر از طریق حفظ شرایط توقف حفاظتی می تواند حاصل شود.

۵-۷-۴ هدایت دستی سامانه های ربات (ربات های مشترک)

سامانه های ربات طراحی شده، ممکن است از کنترل های هدایت دستی برای بخش وظایف که مشترک می باشد استفاده کند. این کنترل های همسان می تواند برای روش های "هدایت از طریق آموزش" استفاده شود. چنین کنترل هایی مطابق الزامات شرح داده شده در قسمت اول این استاندارد می باشند.

۸-۵ تعمیر و نگهداری

۱-۸-۵ کلیات

سامانه ربات باید طوری طراحی شود که شامل روش‌هایی برای بازرسی تعمیر و نگهداری باشد، تا عملیات ایمن پایدار ربات و سامانه ربات را تضمین کند. برنامه بازرسی و تعمیر و نگهداری باید در پیشنهادات تولیدکننده لحاظ شود.

دستورالعمل استفاده باید شامل الزاماتی برای آزمون‌های عملکردی دوره‌ای بخش‌های مرتبط با ایمنی تجهیزات باشد (به عنوان مثال، دستگاه توقف اضطراری، دستگاه فعال‌کننده)، تا عملیات مناسب را تضمین کند.

۲-۸-۵ الزامات حفاظ‌گذاری برای تعمیر و نگهداری

سامانه ربات باید طوری طراحی و ساخته شود که دسترسی ایمن برای همه مناطقی که دخالت در آن‌ها طی عملیات، تنظیمات، و تعمیر و نگهداری لازم می‌باشد، مهیا باشد. توصیه می‌شود تعمیر و نگهداری از خارج فضای حفاظت‌شده صورت بگیرد. هنگامی که تعمیر و نگهداری درون فضای حفاظت‌شده ضروری است، انتخاب وسایل حفاظ‌گذاری ترجیحی باید به صورت زیر باشد:

الف- سامانه باید دارای وسایل موضعی کنترل و جداسازی انرژی خطرناک باشد (به عنوان مثال قطع‌کننده، دستگاه آزادسازی فشار، سامانه کنترل جداسازی انرژی). دستورالعمل استفاده باید شامل جزئیات وظایف تعمیر و نگهداری که نیازمند کنترل و جداسازی انرژی می‌باشند، و کارهای انجام شده هنگام وجود انرژی خطرناک را دارا باشد؛

ب- سایر اقدامات حفاظتی مؤثر باید برای کارهای تعمیراتی کوچک که برای تولید پیش‌بینی شده و بدون جداسازی انرژی صورت گرفته‌اند، فراهم شوند. اقدامات کنترلی برای کنترل انرژی خطرناک یا بررسی موقعیت شامل یک یا تعداد بیشتری از موارد زیر می‌باشد:

۱- حفاظت برای انجام وظیفه ایمن؛

۲- قرار دادن تجهیزات برای شرایط یا موقعیت بررسی‌شده ایمن از پیش تعیین شده (انحرافات باید منجر به ایجاد شرایط توقف حفاظتی شوند)؛

۳- ایجاد کردن کنترل انحصاری برای پرسنلی که وارد فضای حفاظت‌شده می‌شوند (رویه‌ها برای کنترل انحصاری باید تعریف‌شده و در دستورالعمل استفاده گنجانده شوند)؛

۴- ایجاد یک وضعیت عملیاتی خاص که حداقل الزامات بند ۵-۲-۲ را برای وظایف مشخص‌شده خاص برآورده می‌کند.

۳-۸-۵ حفاظ‌گذاری نقاط دسترسی برای تعمیر و نگهداری

هنگامی که حفاظ‌ها طوری هستند که دسترسی به وظایف تعمیر و نگهداری را مجاز می‌کنند، باید اندازه مناسب برای ایجاد امکان دسترسی آسان به ابزار، مواد و پرسنل لازم را فراهم کنند.

هنگامی که حفاظ‌های ثابت برای وظایف خدمات یا تعمیر و نگهداری متعدد به کار می‌روند، باید با استفاده از دستگاه جدا شوند.

هنگامی که دسترسی متعدد برای وظایف خدمات یا تعمیر و نگهداری مورد نیاز است، نقاط دسترسی باید به وسیله دستگاه های حفاظتی ترجیحاً حفاظ های قابل جابه جایی حفاظت شوند. این حفاظ های قابل جابه جایی باید یک فرمان شروع از طریق رسیدن به مکان حفاظت شده را آغاز کنند.

اگر هنگامی که حفاظ قابل جابه جایی بسته است، امکان باقی ماندن در منطقه حفاظت شده وجود داشته باشد، باید از اقدامات بیشتر برای جلوگیری از شروع مجدد استفاده کرد. این ها شامل قفل شروع مجدد، تشخیص حضور، یا امکاناتی برای قفل کردن حفاظ باز می باشند. اگر یک قفل مجدد مرتبط به تشخیص حضور فراهم شود، با توجه به ارزیابی ریسک، دستگاه تشخیص حضور باید حداقل با الزامات نوع ۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۴۹۶ مطابقت داشته باشد.

۵-۸-۴ حفاظت از سلول های مجاور برای تعمیر و نگهداری

هنگامی که تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی (ESPE)^۱ با زمینه های شناسایی عمودی به کار می رود تا از اتصال برنامه ریزی نشده با سلول های همسایه از داخل یک سلول برای تعمیر و نگهداری جلوگیری کنند، سرعت رسیدن ضریب نفوذ استفاده شده برای محاسبه فاصله حداقل (ایمن) ممکن است، با توجه به ارزیابی ریسک، با الزامات ISO 13855 مطابقت نداشته باشند.

یادآوری - در جایی که حفاظ های ثابت به جای تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی به کار رفته، می توان راهنمایی های لازم را در ۵-۱۰-۶ پیدا کرد.

۵-۹-۵ رابط سامانه تولید یکپارچه (IMS)^۲

۵-۹-۱ کلیات

تجهیزات و دستگاه های دیگری که به سامانه ربات مرتبط هستند، اما به طور مستقیم به وسیله کنترل کننده ربات کنترل نمی شوند، باید در پیاده سازی ارزیابی ریسک، پیکره بندی منطقه بندی، حفاظ گذاری و محدوده کنترل، همان طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ ذکر شده است، موجود باشند. دیگر استانداردهای مخصوص دستگاه می تواند همچنین قابل اعمال باشد. در یکپارچه سازی اجزا در سامانه ربات نیز باید خطرات کنترل شده و کنترل نشده توسط ربات که به خاطر دستگاه ها و تجهیزات وابسته موجود در فضای حفاظت شده و یا ورودی خروجی این فضا ایجاد شده اند، لحاظ شوند.

۵-۹-۲ توقف اضطراری

سامانه های ربات باید یک عملیات توقف اضطراری مجزا داشته باشند که همه بخش های مرتبط دستگاه تحت تأثیر قرار می دهند داشته باشد. عملیات توقف اضطراری باید مطابق ۵-۳-۸-۲ داشته باشند. محدوده تحت کنترل می تواند مناطق متعدد در بر داشته باشد. دستورالعمل استفاده باید شامل اطلاعات ناحیه کنترل دستگاه توقف اضطراری باشد.

1 - Electro-sensitive protective equipment

2 - Integrated manufacturing system

۳-۹-۵ بخش‌های مرتبط با ایمنی IMS

رابطه‌های کنترل مرتبط با ایمنی بین IMS و سامانه(های) ربات باید با الزامات ۲-۲-۵ مطابقت داشته باشد. دستگاه‌های حفاظتی باید از دسترسی به خطرات موجود در هر منطقه از IMS و علاوه بر آن در سطوح مناطق مجاور (به عنوان مثال، حامل‌ها) هنگامی که خطر ساز می‌باشد، جلوگیری کند(هم‌چنین به بند ۵-۱۰ مراجعه شود).

۴-۹-۵ کنترل محلی

الزامات عملکردی باید نیاز به کنترل محلی را معین کند. هنگامی که کنترل محلی انتخاب می‌شود، سامانه کنترل IMS باید از این شرایط مطلع شود و نباید قادر باشد تا کنترل محلی را از بین ببرد. کارکردهای توقف حفاظتی و اضطراری طی کنترل محلی باید در حالت فعال باقی بمانند. وسایل انتخاب و عدم انتخاب کنترل محلی باید در نزدیکی ربات یا دستگاه یا محصولات نیمه نهایی قرار گرفته تحت کنترل محلی باشند. امکانات عدم انتخاب کنترل محلی از داخل فضای حفاظت شده نباید وضعیت‌های خطرناک ایجاد کند. اگر کنترل محلی از داخل فضای حفاظت شده قابلیت عدم انتخاب داشته باشند، یک تأیید جداگانه از خارج از فضای حفاظت شده، باید پیش از این که وضعیت‌های خطرناک ایجاد شوند مورد نیاز باشند.

۵-۹-۵ دستگاه فعال ساز

هنگامی که دستگاه فعال ساز بیشتر مورد نیاز هستند، باید مطابق ۵-۳-۱۵ باشند. کارکرد دستگاه فعال ساز در ارتباط با مناطق IMS که سامانه‌های ربات در آن‌ها به هم وصل شده، دستگاه‌ها یا فرایندهای مرتبط با آن-ها قابلیت حرکت هم‌زمان را طی عملیات دستی دارند، باید قفل شوند.

۶-۹-۵ انتخاب وضعیت

انتخاب وضعیت باید مطابق قسمت اول این استاندارد باشد.

۷-۹-۵ پیاده‌سازی منطقه‌بندی وظایف

IMS باید طوری طراحی شود که مداخلات دستی ایمن، از قبیل تعمیر و نگهداری را تسهیل کند. برای برخی از مداخلات دستی، این غیرممکن است که کل IMS متوقف شود، پس در آن IMS باید به منطقه(ها)ی مختلف تفکیک شود، که در آن اپراتورها می‌توانند وظایفشان را انجام دهند. در حالی که بخش-های باقی مانده IMS در وضعیت‌های عملیاتی مختلف اجرا می‌شوند. یکپارچه‌سازی سامانه ربات در یک منطقه وظیفه باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ باشد.

۱۰-۵ حفاظ‌گذاری

۱-۱۰-۵ کلیات

هنگامی که از طریق طراحی، نمی‌توان خطرات را از بین برد یا ریسک‌ها را به اندازه کافی کاهش داد، باید حفاظ‌گذاری اعمال شود. دسترسی به مناطق خطرناک باید از طریق حفاظ‌هایی مثل نرده‌های حفاظتی و

دستگاه های حفاظتی جلوگیری شود. اقدامات حفاظتی تکمیلی، به عنوان مثال، تجهیزات حفاظتی شخصی، آموزش ها و دستورالعمل استفاده نیز می توانند مورد نیاز باشد (به بند ۴-۵ مراجعه شود).
دستگاه حفاظتی و حفاظها می توانند برای موارد زیر استفاده شوند:

- از دسترسی به خطر(ها) جلوگیری کنند؛
 - خطر(ها) را پیش از رسیدن متوقف کنند؛
 - از عملیات اتفاقی جلوگیری کنند؛
 - شامل بخش ها و ابزارها باشند؛
 - دیگر خطرات فرایندها را محدود کند(سرو صدا، لیزر، پرتو افکنی و غیره).
- دستگاه های حفاظتی و حفاظها باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ باشند.
استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ الزامات بیشتری برای انتخاب حفاظها و اقدامات تکمیلی بیشتر ارائه می دهد.
پیوست ب مروری از برخی استانداردهای قابل اعمال برای اقدامات حفاظتی را نشان می دهد.

۵-۱۰-۲ حفاظ گذاری محیطی

حفاظها (فاصله یا محوطه، به بند ۵-۱۰-۴ مراجعه شود). یا دستگاه های حفاظتی حساس (به بند ۵-۱۰-۵ مراجعه شود)، باید برای حفاظ گذاری محیطی استفاده شوند.
انتخاب حفاظ گذاری محیطی باید با توجه به همه خطرات درون فضای حفاظت شده و نه فقط خطرات مرتبط به سامانه ربات، انجام شود. نمونه هایی از خطرات شامل موارد زیر می باشند:

الف- سایر ماشین آلات، تجهیزات و فرایندها؛
ب- اجسام سقوط کننده یا اجسامی که بیرون می آیند؛
پ- زمان توقف بیش از اندازه یا غیرقابل پیش بینی؛
ت- ناتوانی ماشین آلات در توقف نیمه تمام در یک دوره؛
ث- خطرات انتشاری (به عنوان مثال، نوبه، لرزش، پرتو افکنی و مواد مضر).
انتخاب همچنین باید الزامات وظیفه را در نظر بگیرد، به عنوان مثال:

- تناوب دسترسی؛
- بارگیری یا تخلیه مواد؛
- تعمیر و نگهداری؛
- بازرسی کیفیت؛
- نزدیکی به خطر؛
- الزامات فرآیند.

۵-۱۰-۳ حداقل فواصل (ایمنی)

۵-۱۰-۳-۱ کلیات

همه حفاظها باید به طور ایمن نصب شوند و در فاصله‌ای قرار بگیرند که خطر قابل دسترسی نباشد یعنی پرسنل نتوانند بالا، زیر یا اطراف حفاظ بروند.

۵-۱۰-۳-۲ حداقل فواصل ایمنی برای حفاظها

حفاظ‌های ثابت و قابل جابه‌جایی باید مطابق الزامات ISO 14120 باشند و حداقل فاصله آنها از هر خطری باید طبق الزامات مربوطه استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ تعیین شود. هنگامی که از دسترسی به وسیله حفاظها جلوگیری می‌شود، باید از استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ استفاده کرد تا حداقل فاصله ایمنی را تعیین نمود.

حداقل فواصل مرتبط به فضاهای باز در حفاظها، باید مطابق الزامات مربوطه در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ باشند.

۵-۱۰-۳-۳ حداقل فواصل ایمنی برای دستگاه‌های حفاظتی

حداقل فاصله برای دستگاه‌های حفاظتی که کارکرد سوئیچ دارند (به عنوان مثال، دستگاه‌های قفل کننده، تجهیزات حفاظتی حساس که هنگام تحریک شدن یک توقف حفاظتی را ارسال می‌کنند)، باید طبق الزامات مربوطه استاندارد ISO13855 معین شوند.

وقتی که دستگاه‌های حفاظتی یک کارکرد تشخیص حضور برای جلوگیری از شروع یا شروع مجدد (به عنوان مثال، هنگامی که به طور مداوم، حضور یک انسان یا بخشی از انسان را در محدود تشخیصشان حس می‌کنند و توقف حفاظتی را برقرار می‌کنند) فراهم می‌کنند، حداقل فاصله یک الزام نمی‌باشد اما دستگاه‌ها باید مطابق بند ۵-۱۰-۳ باشند.

یادآوری- وقتی دستگاه‌های حفاظتی تشخیص حضور، به تنهایی در مقابل خطرات شروع یا شروع مجدد حفاظت می‌کنند، سایر دستگاه‌های حفاظتی، برای جلوگیری از دسترسی یا ایجاد توقف پیش از رسیدن خطر، استفاده می‌شوند.

۵-۱۰-۳-۴ حداقل فواصل (ایمنی) برای فضای باز

وقتی که دستگاه‌های حفاظتی، کارکرد سوئیچ برای مقابله با نبود فضای باز انجام می‌دهند (به بند ۵-۵-۲ مراجعه شود)، حداقل فاصله باید با استفاده از ISO13855 و لحاظ سرعت ربات به عنوان سرعت حرکت، محاسبه شود (به عبارتی، سرعت ربات k).

وقتی که دستگاه‌های حفاظتی یک کارکرد تشخیص حضور برای ایجاد فضای باز انجام می‌دهند (به بند ۵-۵-۲ مراجعه شود)، حداقل فاصله یک شرط نمی‌باشد، اما دستگاه‌ها باید مطابق بند ۵-۱۰-۳ باشند.

۵-۱۰-۴ الزامات حفاظها

۵-۱۰-۴-۱ کلیات

همه حفاظها باید مطابق الزامات قابل اعمال استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ و استاندارد ISO 14120 باشند. دستگاه های قفل کننده مرتبط با حفاظها، باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۸ باشند.

حفاظهای ثابت باید فقط از طریق استفاده از ابزار قابل جابه جایی باشند. سامانه های ثابت آنها باید به حفاظها یا ماشین آلات، هنگامی که حفاظها جدا می شوند، متصل باقی بمانند. الزامات لزوماً برای حفاظهای ثابت که در معرض جابه جایی هستند، اعمال نمی شوند. به عنوان مثال، وقتی که ماشین آلات کاملاً بازرسی و نگهداری می شوند، برای تعمیرات اصلی به کار می روند، یا برای انتقال به مکان دیگری به اجزاء کوچکتر قسمت می شوند.

حفاظت محیطی نباید نزدیک تر از فضای محدود شده به خطر باشد، مگر اینکه:

- حفاظ گذاری محیطی برای این کار طراحی شده باشد که مطابق بند ۵-۴-۳ به عنوان دستگاه محدود کننده باشد، یا

- ارزیابی ریسکی تعیین کند که حفاظ گذاری دیگری مناسب می باشد.

۵-۱۰-۴-۲ الزامات کلی برای حفاظهای فاصله ثابت

فضاهای باز در هر حفاظ ثابتی نباید به یک انسان اجازه دهد که به آن سمت حفاظ، بالای حفاظ، اطراف یا داخل حفاظ (فضا یا شکاف) و به خطر دسترسی داشته باشد.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ باید به کار برود تا ابعاد مناسب برای فضاهای باز از پایین حفاظ تا سطوح ثابت مجاور و هر فضای بازی در حفاظها را تعیین کند. برای حداقل فواصل ایمنی به بند ۵-۱۰-۳-۲ مراجعه شود.

ارتفاع حفاظ باید حداقل ۱۴۰۰ میلی متر از سطوح عبور مجاور باشد.

۵-۱۰-۴-۳ الزامات کلی برای حفاظهای قابل حمل قفل شده

دستگاه های قفل کننده مرتبط با حفاظهای قابل حمل باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۸ باشند.

حفاظهای قابل حمل در موقعیت بسته شده شان باید از دسترسی اپراتورها به نواحی خطرناک جلوگیری کنند.

حفاظهای قابل حمل باید به طور افقی یا دور از خطر، و نه در داخل فضای حفاظت شده، باز شوند. قفل کردن باید فراهم شود تا همه خطرات را به یک وضعیت ایمن ببرد، پیش از اینکه اپراتور بتواند در داخل حفاظ با خطر دسترسی پیدا کند. برای حصول این امر، حفاظهای قابل حمل باید طبق الزامات استاندارد ISO 13855 در موقعیت قرار بگیرند.

حفاظهای قابل حمل استفاده شده برای آغاز به شروع توقف باید مطابق الزامات استاندارد ISO 14120 باشند.

کارکرد قفل کردن باید حداقل مطابق الزامات بند ۵-۲-۲ باشد. کاراندازهای بازنشانی باید مطابق بند ۵-۶-۴ باشد.

۵-۴-۱۰-۴ الزامات کلی برای حفاظ‌های قابل حمل دارای قفل‌کننده حفاظ

وقتی امکان این برای اپراتور وجود دارد که حفاظ قابل حمل قفل شده را باز کند و به محدوده خطر برسد، پیش از اینکه خطر را به حالت ایمن برده باشد، قفل‌کننده حفاظ باید به علاوه قفل کنترل تهیه شود. قفل‌کننده حفاظ باید با مواد زیر مطابقت داشته باشد:

الف- راهاندازی کارکرد خطرناک ماشین را فقط تا زمانی که حفاظ بسته و قفل شده می‌باشد، مجاز کند؛
ب- تا زمانی که ریسک ایجاد صدمه به دلیل کارکردهای خطرناک ماشین وجود دارد، حفاظ را در موقعیت بسته و قفل شده نگهدارد.

هنگامی که پارامترهای رویه از قبیل سرعت، به عنوان شرایطی برای قفل کردن یا باز کردن استفاده می‌شوند، این امر بخشی از کارکرد ایمنی را تشکیل می‌دهد و باید همان الزامات ایمنی کارکردی که برای کارکرد قفل‌کننده به کار می‌رود، برآورده کند.

۵-۴-۱۰-۵ حفاظ‌های قابل حمل که دسترسی به داخل فضای حفاظت شده را مجاز می‌کنند

فضای حفاظت شده باید طراحی، ساخته یا مجهز به وسیله‌ای شود که از گیر افتادن انسان در داخل آن جلوگیری شود. به عنوان مثال، این امر ممکن است به وسیله ایجاد فضای باز دستی برای حفاظ‌های قابل حمل، از داخل فضای حفاظت شده و بدون توجه به وضعیت منبع انرژی، یا از طریق تهیه وسیله‌ای برای قفل کردن درهای دسترسی در موقعیت باز بودنشان، حاصل شود.

۵-۱۰-۵ تجهیزات حفاظتی حساس

۵-۱۰-۵-۱ کلیات

تجهیزات حفاظتی حساس معمولاً هنگامی که یک کاربرد نیازمند دسترسی متناوب، تعامل پرسنل با ماشین، دید خوب از ماشین یا رویه می‌باشد، یا هنگامی که تهیه حفاظ‌گذاری ثابت، ارگونومیک نمی‌باشد، انتخاب می‌شوند. اگرچه برخی ویژگی‌های کاربردهای خاص می‌توانند مانع استفاده از تجهیزات حفاظتی حساس به عنوان تنها اقدام حفاظتی شوند. نمونه‌هایی از این ویژگی‌ها به صورت زیر می‌باشند:

الف- امکان اینکه ماشین‌آلات از خود مواد، تراشه یا قسمتی از اجزا را از خود بیرون دهند؛

ب- ریسک ایجاد جراحت به خاطر حرارت یا سایر پرتو افکنی‌ها؛

پ- سطوح غیر قابل قبول نوفه؛

ت- محیطی که احتمال دارد تأثیر نامطلوبی روی کارکرد تجهیزات حفاظتی بگذارد؛

ث- مواد پردازش شده‌ای که می‌توانند بر کارآمدی اقدام حفاظتی تأثیر بگذارند.

در چنین وضعیت‌هایی، اقدامات ایمنی بیشتر یا سایر اقدامات ایمنی ممکن است مورد نیاز باشند.

تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی مانند پرده نوری، و اسکنرهای لیزری باید مطابق بخش‌های مربوطه استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۴۹۶ باشند.

تجهیزات حفاظتی حساس به فشار مثل کفپوش‌های حساس به فشار، لبه‌ها، و ضربه‌گیرها باید الزامات مربوطه استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۴-۲ را برآورده کنند. کاربردهای این دستگاه‌ها باید با استاندارد IEC/TS 62046 مطابقت داشته باشند.

۵-۱۰-۲ تجهیزات حفاظتی حساس مورد استفاده جهت شروع یک توقف حفاظتی

در جایی که تجهیزات حفاظتی حساس برای شروع یک توقف حفاظتی به کار می‌روند، باید در فاصله کافی از هر خطر قرار بگیرند تا اطمینان حاصل شود که خطر از بین رفته، یا در غیر اینصورت، پیش از اینکه هر بخش از یک اپراتور در حال نزدیک شدن، به خطر دسترسی پیدا کند، شرایط ایمنی حاصل شود.

یادآوری ۱- خطرات می‌توانند در مکان‌های مختلفی درون فضای حفاظت شده وجود داشته باشند و فاصله باید تضمین کند که هر خطری کنترل شده است.

تجهیزات حفاظتی حساس باید به صورت ایمنی نصب شوند و در جای خود قرار بگیرند تا اپراتور نتواند منطقه شناسایی را دور بزند (یعنی نتواند به سمت دیگر، بالا، اطراف یا داخل آن برسد) و به خطر برسد. عملکردهای زیر باید فراهم شوند:

الف- در صورتی که تجهیزات حفاظتی حساس، در حالی که شرایط خطرناک در حال اجرا شدن می‌باشند، کارانداخته شده است، یک توقف حفاظتی باید شروع شود؛

ب- به دنبال یک کاراندازی، شرایط خطرناک که توسط تجهیزات حفاظتی حساس حفاظت شده‌اند، باید از هر حرکت یا وضعیت خطرناک ممانعت شوند تا زمانی که تجهیزات حفاظتی حساس بازنشانی شوند؛

پ- هنگامی که تجهیزات حفاظتی حساس بازنشانی شوند، شرایط خطرناکی که با این تجهیزات حفاظت شده‌اند، می‌توانند عمل کنند اما بازنشانی تجهیزات حفاظتی حساس نمی‌تواند خودش عملیات آنها را شروع کند.

فرمول‌های موجود در استاندارد ISO 13855 باید استفاده شوند تا حداقل فاصله از خطر (منطقه خطر) تا تجهیزات حفاظتی حساس، برای همه جهات نزدیک شدن، را تعیین کنند.

یادآوری ۲- حداقل اندازه K که برای محاسبه حداقل فاصله‌ها استفاده می‌شود، طبق استاندارد ISO 13855، عدد ۱۶۰۰ mm/s می‌باشد.

در جایی که اپراتور یا بخشی از اپراتور می‌تواند درون محدوده حفاظت شده باقی بماند، اقدامات بیشتری باید صورت بگیرند تا از ایجاد وضعیت‌های خطرناک، از قبیل راه‌اندازی غیرمنتظره، جلوگیری شود. چنین اقداماتی باید برای مثال، شامل موارد زیر باشند:

- ایجاد یک قفل برای شروع مجدد؛

- حس کردن حضور اپراتور در فضای حفاظت شده (به عنوان مثال، تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی یا کفپوش‌های حساس به فشار) برای حفظ توقف اضطراری.

یادآوری ۳- اگر تجهیزات حفاظتی تشخیص حضور استفاده می‌شوند، توصیه می‌شود اطمینان حاصل شود که اپراتورها نتوانند به عنوان مثال، از طریق بالا رفتن روی بخش‌هایی از ماشین‌آلات، منطقه شناسایی را دور بزنند.

اگر برای یک اپراتور امکان این وجود داشته باشد که در کنترل بازنشانی، از دید مخفی بماند، اقدامات حفاظتی تکمیلی جهت جلوگیری از بازنشانی قفل راهاندازی مجدد باید فراهم شود (به عنوان مثال، کنترل بازنشانی اضافی دارای زمان محدود درون فضای حفاظت شده). بازنشانی قفل راهاندازی مجدد باید از طریق یک عمل انسانی آگاهانه صورت بگیرد، به عنوان مثال، عملیات یک کارانداز دستی. به بند ۵-۶-۳-۳ مراجعه شود.

۵-۱۰-۳ تجهیزات حفاظتی حساس مورد استفاده برای تشخیص حضور جهت جلوگیری از شروع
در جایی که تجهیزات حفاظتی حساس فقط برای یک کارکرد تشخیص حضور به کار می‌روند (یعنی به طور پیوسته حضور شخص یا قسمتی از شخص را در ناحیه شناسایی خود احساس کنند)، باید این اقدام در ارتباط با اقدامات دیگر ایمنی استفاده شود (به عنوان مثال، حفاظ‌های قفل کننده)، تا جایی ضروری است که اطمینان حاصل شود ماشین‌آلات در وضعیت بی‌خطر هستند، پیش از اینکه خطرات ایجاد شوند.
منطقه شناسایی دستگاه‌های شناسایی حضور باید طوری در موقعیت خود قرار گرفته و ترکیب‌بندی شوند که انسان یا بخشی از انسان در منطقه شناسایی، ردیابی شوند. در صورت لزوم، اقدامات تکمیلی باید فراهم شوند تا تضمین کنند که منطقه شناسایی را نمی‌توان دور زد. به عنوان مثال، توسط اپراتورهایی که بین منطقه شناسایی و منطقه خطر باقی مانده‌اند یا با دستیابی به منطقه شناسایی درون منطقه خطر. موارد زیر نمونه‌هایی از اقدامات جهت جلوگیری از باقی ماندن افراد بین منطقه شناسایی و منطقه خطر هستند:

- استفاده از سطوح شیب دار برای جلوگیری از ایستادن روی قاب/پایه دستگاه؛
- سطوح داخلی حصارکشی‌ها را از برآمدگی‌هایی که بالا رفتن را امکان‌پذیر می‌کنند، خالی نمود.

۵-۱۰-۶ حفاظ‌گذاری در ایستگاه‌های حمل، بارگیری یا عملیات دستی (ایستگاه‌های دستی)

۵-۱۰-۶ کلیات

اقداماتی باید صورت بگیرند تا اطمینان حاصل شود که اپراتورها در معرض خطرات بیشتر به دلیل عملیات ایستگاه رابط تولید دستی نمی‌باشند (به عنوان مثال، خطرات خرد کردن، برش کردن، گیر کردن).
فضاهای باز مجاز باید راهنمایی بند ۵-۱۰-۴-۱ را دنبال کنند. ایستگاه‌های دستی باید طوری طراحی شوند که تضمین کنند اپراتور نمی‌تواند در فضای حفاظت شده، به خطرات دسترسی داشته باشد. (به موارد الف، ب، پ در زیر، نیز مراجعه شود)

یادآوری ۱- الزامات فضای کار مشترک با انسان در بند ۵-۱۱ آمده‌اند.

برای ارتفاعات بیش از ۱۴۰۰ میلی‌متر اقدامات حفاظتی بیشتر می‌توانند انجام شوند تا:
الف- از قرارگیری اپراتور در معرض خطرات مرتبط به کاربرد، در فضای حفاظت شده جلوگیری شود، به عنوان مثال، اجزا بیرون آمده، جرقه‌های جوشکاری و غیره؛
ب- از دسترسی اپراتور به خطرات درون فضای حفاظت شده جلوگیری کنند، یا این خطرات را درون فضای حفاظت شده، پیش از این که قابل دسترسی باشند، به حالت ایمن در آورد؛

پ- تضمین کند زمانی که سامانه ربات و یک اپراتور به یک فضای کار مشترک (فضای کاری به اشتراک گذاشته می‌شود) دسترسی دارند، نمی‌توانند به طور همزمان فضای کار را اشغال کنند. این امر می‌تواند به روش زیر حاصل شود:

(۱) ممانعت از ورود هر بخش از سامانه ربات به فضای کار اشغال شده توسط اپراتور، یا به حالت ایمن درآوردن سامانه ربات، پیش از این که سامانه ربات به اپراتور برسد؛ و

(۲) ممانعت از ورود اپراتور به فضای کاری اشغال شده توسط هر بخشی از سامانه ربات، یا به حالت ایمن درآوردن سامانه ربات، پیش از این که اپراتور به سامانه برسد.

یادآوری ۲- به دلایل ارگونومیک، ارتفاعات بین ۱۰۰۰ میلی‌متر و ۱۴۰۰ میلی‌متر ممکن است بسته به اثر حفاظتی داده شده توسط شکل مانع و نتایج ارزیابی ریسک، قابل قبول باشند.

۵-۱۰-۶ الزامات تکمیلی برای ایستگاه‌های دستی متحرک

ایستگاه‌های دستی متحرک (به عنوان مثال، صفحات گردان، ابزارهای لغزشی) می‌توانند به خودی خود خطرناک باشند. باید اقداماتی انجام شود تا از دسترسی اپراتور به این خطرات، جلوگیری کند، یا خطرات پیش از دسترسی، به وضعیت ایمن درآورده شوند.

فضای خالی بین ایستگاه متحرک و هر جزء ثابت (به عنوان مثال، بخش‌های ماشین، حفاظ‌ها)، شامل اقدامات حفاظتی تکمیلی، نباید فراتر از ۱۲۰ میلی‌متر باشد. اقدامات حفاظتی تکمیلی ممکن است برای جلوگیری از خطرات برش کردن و گیر کردن، لازم باشند.

۵-۱۰-۳ الزامات تکمیلی برای ایستگاه‌های دستی دارای فضای کار مشترک

هنگامی که تشخیص حضور برای شناسایی اپراتور در فضای کار مشترک استفاده می‌شود، منطقه شناسایی دستگاه باید شامل کل ناحیه فضای کار مشترک باشد.

هنگامی که تشخیص حضور عملی نمی‌باشد، یک قفل راه‌اندازی مجدد باید تهیه شود. سایر اقدامات باید فراهم شوند تا از بازنشانی ناآگاهانه قفل راه‌اندازی مجدد، جلوگیری کنند. در نتیجه از حرکت سامانه ربات داخل فضای کاری در حالی که اپراتور در فضای کار باقی مانده، جلوگیری کند. چنین اقداماتی می‌توانند شامل انجام یک بازنشانی دستی جداگانه باشند.

هنگامی که بازنشانی دستی فراهم شود، کل فضای کاری مشترک باید از دستگاه بازنشانی قابل دیدن باشد. اگر امکان این وجود ندارد، اقدامات بیشتری باید اعمال شوند، به عنوان مثال، کنترل بازنشانی تکمیلی زمان محدود درون منطقه حفاظت شده.

۵-۱۰-۷ حفاظ‌گذاری فضاهای باز برای جریان مواد

فضاهای باز درون فضای حفاظت شده مورد استفاده برای ورود و خروج مواد باید حداقل ابعاد لازم جهت عبور مواد را داشته باشند. باید از خطرات احتمالی خرد کردن/بریدن بین مواد و اطراف فضای باز، جلوگیری شود یا اقدامات حفاظتی تکمیلی اتخاذ شوند تا از آن‌ها جلوگیری شود (به عنوان مثال، با استفاده از درهای لولایی از داخل قفل شده).

اگر دسترسی به خطر ممکن باشد، باید اقداماتی بر اساس ارزیابی ریسک، صورت بگیرند تا از دسترسی جلوگیری کنند یا فرد یا بخشی از بدن یک فرد را که در حال ورود می باشد را شناسایی کنند و خطر را پیش از اتفاق افتادن، به حالت ایمن درآورند (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ برای ورود بخشی از بدن، و به پیوست پ مراجعه شود)

در جایی که فضاهای باز برای ورود و خروج مواد، با استفاده از تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی حفاظت می شوند، باید این تجهیزات، عبور مواد را توسط یکی از کارکردهای زیر، ممکن سازند و از دسترسی به فضای حفاظت شده، توسط خود مواد یا توسط سایر وسایل جلوگیری شود.

الف- یک کارکرد غیرفعال سازی که به طور موقت کارکرد تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی را غیرفعال می کند تا امکان عبور مواد (ورود / خروج) را ایجاد کند؛

ب- تغییری در منطقه حفاظت (به عنوان مثال، خالی کردن فضا^۱) که مواد را قادر به عبور می کند. در این مورد، حداقل فاصله ذکر شده توسط سازنده تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی، باید رعایت شود (به استاندارد IEC/TS 62046 مراجعه شود).

کارکرد غیرفعال سازی باید الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ را برآورده کند. سطح کارایی کارکردهای غیرفعال سازی و خالی کردن فضا، نباید تأثیر معکوس بر سطح کارایی کارکرد ایمنی تعیین شده توسط ارزیابی ریسک برای تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی، بگذارد. به بند ۵-۱۰-۱۰ مراجعه شود.

۵-۱۰-۸ حفاظ گذاری چند سلول ربات کنار هم

باید اقداماتی صورت بگیرند تا تضمین کنند که اپراتورها در یک سلول در معرض خطر سلول های همسایه قرار نمی گیرند.

اقداماتی باید صورت بگیرد تا از دسترسی اپراتور به سلول های همسایه از داخل یک سلول، جلوگیری کنند، یا خطرات موجود در سلول های همسایه را به یک حالت ایمن ببرند، پیش از این که اپراتورها در معرض خطرات داخل سلول یا خطرات ایجاد شده توسط سلول های همسایه، قرار بگیرند.

هنگامی که حفاظ های ثابت به این منظور استفاده می شوند، ارتفاع مورد نیاز، به خطرات موجود در هر دو سلول بستگی دارد (زیرا دسترسی می تواند از هر سلول به سلول دیگر حاصل شود) اما حداقل باید ۱۴۰۰mm باشد.

اقداماتی غیر از حفاظ های ثابت می توانند به کار روند، به عنوان مثال:

- تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی ؛
 - کف پوش های حساس به فشار؛
 - خاموش شدن همزمان سلول های مجاور.
- انتخاب اقدامات مناسب باید مطابق بند ۴-۵ باشد.

هنگامی که نیاز به غیرفعال شدن دستگاه های حفاظتی جهت عملیات تولیدی می باشد، سطح ایمنی کارکردی برای غیرفعال سازی، باید حداقل به همان اندازه سطح ایمنی کارکردی تعیین شده توسط ارزیابی ریسک باشد.

۹-۱۰-۵ حفاظت گذاری سامانه های تغییر ابزار

مجری نهایی و سامانه های تغییر ابزار باید طوری انتخاب و طراحی شوند که اتلاف و تجدید منبع انرژی، منجر به ایجاد خطر نشود. در صورت غیرعملی بودن، سایر اقدامات ایمنی جهت کاهش خطرات باید فراهم شود.

اگر از یک سامانه تغییر ابزار استفاده می شود، طراحی سامانه تغییر ابزار باید تضمین کند که استفاده نادرست، وضعیت خطرناک ایجاد نمی کند. باید از آزادسازی یا عدم اتصال مجری (های) نهایی، با استفاده از کارکرد تغییر ابزار، در موقعیت هایی که این آزادسازی ممکن است خطر ساز شود، جلوگیری شود. سامانه تغییر ابزار باید الزامات دینامیکی و استاتیکی مورد انتظار را متحمل شود (به عنوان مثال وضعیت توقف اضطراری، اتلاف انرژی).

۱۰-۱۰-۵ غیرفعال سازی

غیرفعال سازی، یک تعلیق به صورت خودکار کنترل شده موقتی از کارکرد حفاظتی در طی بخشی از دوره زمانی سامانه ربات است.

غیرفعال سازی باید فقط هنگامی که برای رویه انجام شده روی دستگاه ضروری است صورت بگیرد. این عملیات باید زمانی صورت بگیرد که لازم است فرایند در ماشین اجرا شود. و باید طوری اجرا شود که زمانی که غیرفعال سازی خاتمه می یابد، هیچ انسانی در منطقه خطر، شناسایی نشده باقی نماند. غیرفعال سازی ممکن است در ارتباط با هر دستگاه حفاظتی که به طور الکتریکی یک توقف حفاظتی را ارسال می کند، انجام شود.

هنگامی که حداقل با یکی از شرایط زیر برآورده شود، غیرفعال سازی مجاز است:

الف- ایمنی به سایر روش ها حفظ شود (به عنوان مثال، دسترسی به ناحیه خطرناک توسط عبور مواد، مسدود شده است)؛

ب- پرسنل در معرض خطر قرار نگیرند؛

پ- بدون ایجاد توقف، دسترسی به خطر مقدور نباشد.

کارکرد غیرفعال سازی باید به طور خودکار، شروع شود و پایان یابد. این امر می تواند با استفاده از حسگرهایی که به طور مناسب انتخاب شده، و در جای خود قرار گرفته اند، و در برخی موارد از طریق سیگنال هایی از سامانه کنترل مرتبط با ایمنی (که ممکن است شامل محور نرم افزاری ایمنی مجاز و محدود کردن فضا، مطابق با قسمت اول این استاندارد)، حاصل شود. سیگنال ها، ترتیب و زمان بندی نادرست حسگرهای غیرفعال سازی، نباید یک شرایط غیرفعال را مجاز سازند (به استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۴۹۶-۱ مراجعه شود).

کارکرد غیرفعال سازی باید به سطح برابری از کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی برسد همان طور در ارزیابی ریسک برای کارکرد حفاظتی غیرفعال شده، تعیین شده است. سطح کارایی کارکرد غیرفعال سازی نباید تأثیر نامطلوب بر سطح کارایی کارکرد حفاظتی داشته باشد. در صورت بروز نقص، باید از غیرفعال سازی دنباله ای جلوگیری شود تا هنگامی که نقص برطرف گردد.

بسته به ارزیابی ریسک، علامتی که نشان دهد چه زمانی کارکرد غیرفعال سازی فعال می باشد، ممکن است مورد نیاز باشد. این علامت هشدار می دهد که کارکرد حفاظتی عادی، به حالت تعلیق درآمده است. اطلاعات غیرفعال سازی، شامل وسایل، محل، نواحی، و عملکرد باید در دستورالعمل استفاده گنجانده شوند.

۵-۱۰-۱۱ تعلیق حفاظها

وظایفی که نیازمند تعلیق حفاظها می باشند، به عنوان مثال، آموزش ربات، باید یک حالت اختصاصی عملیات داشته باشند، که به طور خودکار حفاظ مناسب را، همان طور که در ارزیابی ریسک مشخص شده، برای وظیفه انتخاب کند.

انتخاب حالت عملیات باید توسط وسایل ایمن انجام شود (به عنوان مثال، توسط دستگاه انتخاب قفل شونده، رمز، کد دسترسی) و باید الزامات بند ۵-۲-۲ برآورده شوند. الزامات زیر باید برآورده شوند:

- الف- نباید امکان ادامه عملیات خودکار، هنگامی که حالت عملکردی فعال است، وجود داشته باشد؛
 - ب- عملیات خودکار فقط باید از بیرون فضای حفاظت شده شروع شود؛
 - پ- کارکرد حالت کنترل باید سطح کارایی برابری با کارکرد حفاظتی تعلیق شده، داشته باشد؛
 - ت- در صورت بروز نقص در کارکرد تعلیق، تا هنگامی که نقص برطرف شود، باید از تعلیق دنباله ای جلوگیری شود؛
 - ث- باید در دستگاه انتخاب حالت، ورودی(های) سلول و هر ایستگاه متأثر از اپراتور، یک علامت تصویری مبنی بر این که دستگاه های ایمنی به حالت تعلیق درآمده اند، تعبیه شود؛
 - ج- اقدامات حفاظتی جایگزین باید فعال شوند تا همه خطرات را کنترل کنند. این اقدامات حفاظتی جایگزین، باید سطح برابری از حفاظت را ایجاد کنند؛
- هنگامی که حفاظت به حالت تعلیق در می آید، موارد زیر باید قابل اعمال باشند:
- ماشین آلات و تجهیزاتی که برای وظیفه ضروری نمی باشد، باید در شرایط توقف حفاظتی باشند؛
 - ماشین آلات و تجهیزات ضروری برای رویه، تحت کنترل مستقیم اپراتور باشند.
- یکپارچه ساز باید دستورالعمل استفاده وضعیت های بحرانی، در هنگام لزوم برای تعلیق دستی حفاظت، ارائه دهد، به عنوان مثال، عیب یابی و تعویض دستگاه حفاظتی .

۵-۱۱ عملیات مشترک انسان و ربات

۵-۱۱-۱ شرح کلی هدف

مشارکت نوع خاصی از عملیات بین یک ربات و یک انسان که فضای کار مشترک دارند، می باشد. این مشارکت فقط:

- برای وظایف از پیش تعیین شده استفاده می‌شود؛
- هنگامی که همه اقدامات حفاظتی مورد نیاز فعال می‌باشند، امکان دارد؛ و
- برای ربات‌های دارای ویژگی‌هایی که به طور خاص برای عملیات مشترک با انسان، طراحی شده‌اند و مطابق قسمت اول این استاندارد می‌باشد.

یادآوری- برای مثال‌هایی از کاربرد، به پیوست ۳ مراجعه شود.

یکپارچه‌ساز باید شامل دستورالعمل استفاده حفاظت و انتخاب حالت مورد نیاز برای عملیات مشترک، باشد.

۵-۱۱-۲ الزامات عمومی

به جهت کاهش بالقوه تفکیک فضایی انسان و ربات در فضای کار مشترک، ممکن است طی عملیات، تماس فیزیکی بین انسان و ربات، ایجاد شود. اقدامات حفاظتی باید صورت بگیرند تا ایمنی اپراتور را در تمام مدت، تضمین کنند.

الزامات زیر باید برآورده شوند:

الف- یکپارچه‌ساز باید ارزیابی ریسکی را همان طور که در بند ۴-۳ شرح داده شده است، انجام دهد (برای مثال‌هایی از کاربرد، به پیوست ۳ مراجعه شود). ارزیابی ریسک باید همه وظایف و فضای کار مشترک را لحاظ کند، که حداقل شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱- ویژگی‌های ربات (به عنوان مثال، بار، سرعت، نیرو، توان)؛
- ۲- خطرات مجری نهایی شامل قطعه کار (به عنوان مثال، طراحی ارگونومی، لبه‌های تیز، برآمدگی، کار کردن روی تغییر دهنده ابزار)؛
- ۳- جانمایی سامانه ربات؛
- ۴- مکان قرارگیری اپراتور با توجه به نزدیکی بازوی ربات (به عنوان مثال، جلوگیری از کار کردن روی ربات)؛
- ۵- مکان اپراتور و مسیر رفت و آمد با توجه به اجزای مستقر، جهت سازه‌ها (به عنوان مثال، قید و بست‌ها، پایه‌های ساختمان، دیوارها)، و مکان خطرات روی قید و بست‌ها؛
- ۶- طراحی قید و بست‌ها، قرارگیری و عملیات گیره، سایر خطرات مرتبط؛
- ۷- طراحی و مکان قرارگیری هر دستگاه کنترل شده به صورت دستی، جهت هدایت ربات (به عنوان مثال، قابلیت دسترسی، ارگونومی، و غیره)؛
- ۸- خطرات کاربردهای خاص (به عنوان مثال، دما، اجزای بیرون زده، براده‌های جوشکاری)؛
- ۹- محدودیت‌های ایجاد شده به خاطر استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی مورد نیاز؛
- ۱۰- ملاحظات محیطی (به عنوان مثال، شیمیایی، فرکانس رادیویی^۱، پرتوافکنی و غیره)؛
- ۱۱- معیارهای کارایی کارکردهای ایمنی مرتبط.

ب- ربات‌های یکپارچه شده در فضای کار مشترک، باید الزامات قسمت اول این استاندارد را برآورده کنند؛

پ- دستگاه‌های حفاظتی استفاده شده برای تشخیص حضور، باید الزامات بند ۵-۲-۲ را برآورده کنند؛

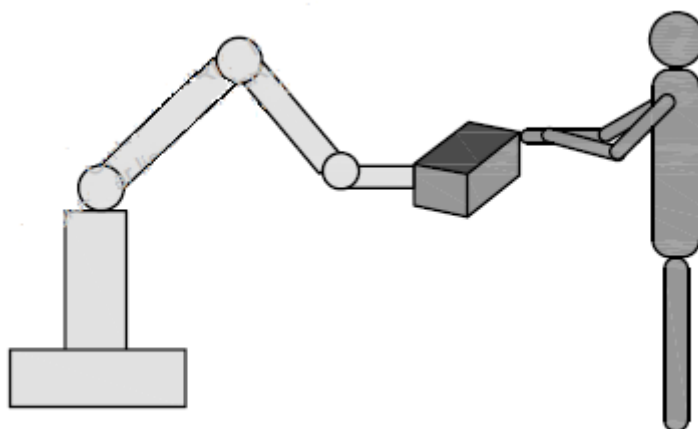
ت- دستگاه‌های حفاظتی اضافی استفاده شده در فضای کار مشترک، باید الزامات بند ۵-۲ را برآورده کنند؛

ث- حفاظ‌گذاری باید طوری طراحی شود که از پیشروی انسان در فضای حفاظت‌شده خارج از فضای کار مشترک جلوگیری کند یا این ورود را شناسایی کند. ورود غیرمنتظره به فضای حفاظت‌شده خارج از فضای کار مشترک، باید سبب توقف ربات و کلیه خطرات شود؛

ج- حفاظ‌گذاری محیطی باید از ورود همه افراد به بخش غیر مشترک از فضای حفاظت‌شده، جلوگیری کند یا ورود افراد را به این فضا، شناسایی کند؛

چ- اگر سایر ماشین‌ها که به سامانه ربات وصل شده یا چسبیده‌اند و خطر بالقوه دارند، خود نیز در فضای کار مشترک هستند، آنگاه کارکردهای مرتبط با ایمنی این ماشین‌ها باید حداقل مطابق با الزامات بند ۵-۲ باشند.

توصیه می‌شود ربات‌هایی که برای عملیات مشترک پیکره‌بندی شده‌اند، با نماد نشان داده شده در شکل ۲، علامت‌گذاری شوند.



شکل ۲- طرح برجسب‌گذاری پیشنهادی

۵-۱۱-۳ الزامات فضاهای کار مشترک

فضای کار مشترک که در آن اپراتورها می‌توانند با ربات تعامل مستقیم داشته باشند، باید به وضوح تعریف شده باشد (به عنوان مثال، علامت‌گذاری، نشانه و غیره).

اپراتورها/ افراد باید به وسیله ترکیبی از دستگاه‌های حفاظتی مطابق با ویژگی‌های کارایی ربات که در قسمت اول این استاندارد مجاز شده است، حفاظت شوند، که مطابق بند ۵-۲-۲، باعث توقف همه خطرات می‌شوند.

در مواردی که بیش از یک فرد (اپراتورها) درگیر عملیات مشترک می‌باشد، هر فرد باید توسط کنترل‌های مطابق بند ۵-۲-۲، حفاظت شود.

طراحی فضای کار مشترک باید طوری باشد که اپراتور بتواند به راحتی همه وظایف را انجام دهد و مکان قرارگیری تجهیزات و ماشین آلات نباید خطرات بیشتر ایجاد کند. محورهای نرم افزاری ایمنی مجاز و محدود کردن فضا باید تا حد امکان استفاده شوند تا محدوده حرکات آزادانه ممکن را کاهش دهند.

سامانه ربات باید طوری نصب شود که فضای بازی به اندازه حداقل ۵۰۰ میلی متر (۲۰ اینچ) از فضای عملیات ربات (شامل بازوی ربات، هر قطعه کار و قید و بست متصل) تا حوزه ساختمان‌ها، ساختارها، تأسیسات و ماشین آلات و تجهیزاتی که دسترسی تمام بدن را ممکن می‌سازند و ممکن است باعث گیر افتادن و در تنگنا قرار گرفتن شوند، فراهم شود. وقتی که این حداقل فضای باز فراهم نشود، اقدامات حفاظتی بیشتری برای توقف حرکت ربات باید انجام شوند تا هنگامی که پرسنل در یک محیط استاتیک در فاصله ۵۰۰ میلی متری از گیرافتادن یا در تنگنا قرار گرفتن می‌باشند، حفاظت ایجاد کنند. اگر حرکت دینامیکی وجود داشته باشد (به عنوان مثال، حرکت خط تولید)، ملاحظات خاصی ممکن است در نظر گرفته شود (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳ مراجعه شود).

یادآوری- برای سامانه‌هایی که مطابق بندهای ۵-۱۱-۵ و ۴-۵-۱۱-۵ طراحی شده اند، این پارامترها می‌توانند متفاوت باشند.

۵-۱۱-۴ تغییر بین عملیات مستقل و عملیات مشترک

نقطه تغییر عملیات مستقل و عملیات مشترک، بخشی حیاتی از عملیات مشترک می‌باشد. این نقطه تغییر باید طوری طراحی شود که ربات نتواند پرسنل را به خطر بیاندازد، هنگامی که از عملیات مستقل به عملیات مشترک تغییر پیدا می‌کند و دوباره به عملیات مستقل باز می‌گردد.

۵-۱۱-۵ عملیات در فضای کار مشترک

۵-۱۱-۵-۱ کلیات

هنگام طراحی عملیات مشترک یک یا تعداد بیشتری ویژگی ایمنی بندهای ۵-۱۱-۵ تا ۲-۵-۱۱-۵ باید به درستی انتخاب شوند تا یک محیط کار ایمن، برای همه پرسنلی که در معرض خطرات بالقوه در سلول کار قرار دارند، تضمین کنند. قسمت اول این استاندارد ویژگی‌های کارایی و الزاماتی را برای ربات‌های مورد استفاده در عملیات مشترک، همان‌طور که در بندهای ۵-۱۱-۵ تا ۲-۵-۱۱-۵ شرح داده شده، فراهم نموده است.

هر نقص شناسایی شده در ویژگی‌های ایمنی منتخب عملیات مشترک، باید سبب توقف حفاظتی مطابق بند ۵-۱۱-۳-۳ شود. عملیات مستقل نباید پس از چنین توقفی ادامه یابد تا زمانی که توسط یک عمل راه‌اندازی مجدد و آگاهانه، در خارج از فضای کار مشترک، بازنشانی شود.

۵-۱۱-۵-۲ توقف نظارت شده ایمنی مجاز

اگر کسی در فضای کار مشترک نباشد، ربات به طور مستقل عمل می‌کند. اگر کسی وارد فضای کار مشترک شود، ربات باید حرکتش را متوقف کند و یک توقف نظارت شده ایمنی مجاز را مطابق قسمت اول این استاندارد، ایجاد کند تا تعامل مستقیم اپراتور و ربات را مجاز کند (به عنوان مثال، بارگذاری یک بخش روی مجری نهایی)

۵-۱۱-۳ هدایت دستی

عملیات هدایت دستی باید به شرطی که الزامات زیر برآورده شوند، مجاز باشد:

الف- هنگامی که ربات به موقعیت تحویل^۱ می‌رسد، یک توقف نظارت شده ایمنی مجاز، مطابق قسمت اول این استاندارد، انجام شود؛

ب- اپراتور باید دستگاه هدایتی برای حرکت دادن ربات به موقعیت برنامه‌ریزی شده، مطابق قسمت اول این استاندارد داشته باشد؛

پ- اپراتور باید دید واضحی از کل فضای کار مشترک داشته باشد؛

ت- هنگامی که اپراتور دستگاه هدایت را آزاد می‌کند، یک توقف نظارت شده ایمنی مجاز، مطابق قسمت اول این استاندارد، انجام شود.

۵-۱۱-۴ نظارت سرعت و تفکیک

سامانه‌های رباتیک که طراحی شده‌اند تا یک فاصله ایمن بین اپراتور و ربات با روش دینامیکی، حفظ کنند، باید از ربات‌هایی استفاده کنند که مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشند.

سرعت ربات، حداقل فاصله تفکیک، و سایر پارامترها، باید توسط ارزیابی ریسک تعیین شوند.

یادآوری- اطلاعات بیشتر و راهنمایی در مورد عملیات مشترک ربات در استاندارد ISO/TS 15066 گنجانده خواهند شد (در حال آماده شدن می‌باشد).

۵-۱۱-۵ محدود کردن قوای محرکه و نیرو توسط طراحی یا کنترل

سامانه‌های ربات طراحی شده برای کنترل خطرات از طریق محدود کردن قوای محرکه یا نیرو، باید از ربات‌هایی که با قسمت اول این استاندارد مطابقت دارند، استفاده نمایند.

پارامترهای قوای محرکه، نیرو و ارگونومی، باید توسط ارزیابی ریسک تعیین شوند.

یادآوری- اطلاعات و راهنمایی بیشتر در مورد عملیات مشترک ربات در استاندارد ISO/TS 15066 گنجانده خواهند شد (در حال آماده شدن می‌باشد).

۵-۱۲ مأموریت دادن به سامانه‌های ربات

۵-۱۲-۱ کلیات

یک برنامه مأموریتی باید شامل اطلاعاتی در مورد اقدامات حفاظتی برای افراد، حین مأموریت سامانه‌های ربات باشد. این اقدامات ممکن است به سامانه‌های ربات پس از تغییرات قابل ملاحظه، یا بعد از تعمیراتی که می‌توانند عملیات ایمن آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهند، نیز اعمال شوند.

1- Hand over

۵-۱۲-۲ انتخاب حفاظ‌های موقت^۱

حفاظ‌های موقت باید از پرسنل در برابر همان خطراتی که توسط ارزیابی ریسک مشخص شده‌اند، حفاظت کنند. اگر حفاظ‌های برنامه‌ریزی شده، پیش از شروع به کار راه‌اندازی آزمون و تصدیق، آماده یا در مکان قرار نگرفته باشند، باید وسایل مناسب حفاظ‌گذاری مناسبی پیش از اقدام، در مکان قرار بگیرند.

یادآوری- طی ساخت اولیه یک سلول ربات، ممکن است پیش از نصب همه حفاظ‌های نهایی، حفاظت مورد نیاز باشد. بنابراین توصیه می‌شود حفاظ‌گذاری جایگزین، به عنوان مثال، زنجیر یا دیوارهای قابل انتقال، در مکان قرار بگیرند تا طی راه‌اندازی اولیه تجهیزات، حفاظت مؤثری برای پرسنل فراهم کنند. عواملی که باید در انتخاب حفاظت جایگزین در نظر گرفته شوند، می‌توانند شامل این موارد باشند: سطح تمرین پرسنل درگیر، دوره زمانی این وضعیت موقتی، در دسترس بودن این سلول برای سایر پرسنل، نوع تجهیزات در حال انجام عملیات، کدام تجهیزات در زمان تعیین شده عمل می‌کنند، و خطرات ناشی از این تجهیزات.

حداقل باید موانع هشدار دهنده نصب شوند تا فضای محدود شده را تعریف کنند. همه حفاظ‌های موقت باید در اطلاعات مأموریت مشخص شوند و در دستورالعمل استفاده گنجانده شوند.

حفاظ‌های موقت و اقدامات حفاظتی می‌توانند موارد زیر را شامل باشند:

الف- شبیه سامانه‌های مجهز، اما به صورت موقتی نصب شده باشند؛

ب- دستگاه‌های مختلفی که در کاربردهای اختیاری استفاده می‌شوند؛

پ- موانع موقت؛

ت- رویه‌های نوشته شده خاص؛

ث- وسایل هشدار دهنده؛

ج- تمرین خاص.

۵-۱۲-۳ برنامه رویه شروع به کار اولیه

یک رویه شروع به کار اولیه باید برقرار شود و باید شامل موارد زیر باشد، اما به آن‌ها محدود نشود:

الف- باید قبل از اعمال قوای محرکه، تصدیق شود که موارد زیر به صورت مورد نظر، نصب شده‌اند:

۱- نصب و پایداری مکانیکی؛

۲- اتصالات الکتریکی؛

۳- اتصالات انرژی؛

۴- اتصالات ارتباطات؛

۵- سامانه‌ها و تجهیزات جانبی؛

۶- دستگاه‌های محدودکننده برای محدود کردن حداکثر فضا.

ب- دستورالعمل‌هایی مبنی بر این که همه افراد پیش از اعمال نیروی محرکه درایو، باید از فضای حفاظت شده خارج شوند، باید تهیه شوند.

پ- پس از اعمال قوای محرکه، باید تصدیق شود که:

- ۱- دستگاه‌ها / مدارهای توقف اضطراری کارکردی می‌باشند؛
 - ۲- هر محوری همان‌طور که انتظار می‌رود حرکت می‌کند و محدود شده است؛
 - ۳- ربات به فرمان‌های حرکت سامانه عملیاتی پایه، همان‌طور که انتظار می‌رود واکنش نشان می‌دهد؛
 - ۴- کارکرد وسایل هشدار (قابل دیدن / شنیدن)، همان‌طور که انتظار می‌رود، باشد؛
 - ۵- کارکرد تمامی دستگاه‌های حفاظتی یا توقف موقت، همان‌طور که انتظار می‌رود باشد؛
 - ۶- کنترل سرعت کاهش یافته فعال است و همان‌طور که انتظار می‌رود، کار می‌کند.
- یادآوری- طی شروع به کار اولیه بسیار حیاتی است که اطمینان حاصل شود ربات و تجهیزات، به صورتی که مورد انتظار می‌باشد، حرکت/ عمل می‌کنند.

۶ تصدیق و صحه‌گذاری الزامات ایمنی و اقدامات حفاظتی

۱-۶ کلیات

سازنده سامانه ربات یا یکپارچه‌ساز باید تصدیق و صحه‌گذاری طراحی و ساخت سامانه‌های ربات، شامل دستگاه‌های حفاظتی مناسب، مطابق قواعد ذکر شده در بندهای ۴ و ۵، را مهیا کند. توصیه می‌شود ارزیابی(های) ریسک مجدد بررسی شوند تا ارزیابی شود که آیا همه خطرات قابل پیش بینی شناسایی شده‌اند و اقدامات اصلاحی صورت پذیرفته‌اند.

یادآوری- چون همه خطرات مشخص شده در پیوست الف به هر سامانه رباتی مرتبط نیستند، سطح ریسک مرتبط به یک موقعیت خطرناک مشخص، از یک سامانه ربات به سامانه ربات دیگر متفاوت می‌باشد، و سامانه (های) رباتیک خاص خطرانی دارند که در پیوست الف مشخص نشده‌اند. باید ارزیابی ریسک صورت پذیرد تا مشخص شود چه اقدامات حفاظتی مناسبی برای یک سامانه ربات، توصیه می‌شود صورت بگیرند.

۲-۶ روش‌های تصدیق و صحه‌گذاری

تصدیق و صحه‌گذاری می‌توانند با روش‌های زیر صورت پذیرند اما محدود به موارد زیر نمی‌باشند:

- A- بازرسی چشمی؛
 - B- آزمون‌های عملی؛
 - C- اندازه‌گیری؛
 - D- رویت طی عملیات؛
 - E- مرور طرح‌های با کاربرد خاص، دیاگرام‌های مداری و طراحی مواد؛
 - F- مرور نرم‌افزار و/یا راهنمای نرم افزار کاربردی مرتبط با ایمنی؛
 - G- مرور ارزیابی ریسک بر پایه وظیفه؛
 - H- مرور اسناد و نقشه‌های جانمایی؛
 - I- مرور مشخصات و دستورالعمل استفاده.
- به جدول چ-۱ مراجعه شود.

۳-۶ تصدیق و صحه‌گذاری مورد نیاز

پیوست چ الزامات کارایی خاص را فهرست می‌کند که برای ایمنی سامانه ربات به قدری مهم تشخیص داده شده‌اند که باید تصدیق یا صحه‌گذاری شوند. با استفاده از روش‌های مناسب باید الزامات ارزیابی شوند تا تعیین شود که آیا در طراحی و ساخت سامانه به اندازه کافی، برآورده شده‌اند.

یادآوری ۱- همه مواد فهرست شده در جدول چ-۱ لزوماً به هر سامانه رباتیک اعمال نمی‌شوند. ممکن است نمونه‌ای باشد که در آن، تصدیق و/یا صحه‌گذاری موارد مشخصی، ناممکن باشد.

یادآوری ۲- جدول چ-۱ نه محدود کننده و نه جامع می‌باشد. ممکن است الزامات تصدیق بیشتری با توجه به طراحی خاص سامانه ربات، وجود داشته باشد.

یادآوری ۳- این وظیفه یکپارچه‌ساز می‌باشد که اطمینان حاصل کند که همه موارد عملی، تصدیق و/یا صحه‌گذاری شده‌اند.

یادآوری ۴- اگر از جدول چ-۱ به عنوان یک چک‌لیست استفاده می‌شود، محتوای جدول باید بازبینی و محدود شود تا ترکیب‌بندی واقعی سامانه ربات را که مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، و روش مناسب برای ارزیابی را، ارائه دهد.

۴-۶ تصدیق و صحه‌گذاری تجهیزات حفاظتی

باید تصدیق شود که آیا تجهیزات حفاظتی نصب شده جهت کاهش خطرات مشخص شده، به روشی که مطابق با دستورالعمل‌های سازنده می‌باشد، به کار می‌روند و به سامانه(های) ربات به طور مناسبی اعمال شده‌اند یا خیر.

الف - ممانعت از دسترسی به خطر باید به صورت زیر حاصل شود:

۱- متوقف کردن خطر پیش از رسیدن آن؛

۲- جلوگیری از ایجاد خطر به وسیله عملیات ناخواسته؛

۳- شامل اجزاء دربردارنده و ابزارآلات (به عنوان مثال، اجسام سست، پرتابه‌ها)؛

۴- کنترل سایر خطرات رویه (به عنوان مثال، نوفه، لیزر، پرتو افکنی).

ب - تجهیزات حفاظتی نصب شده باید به عنوان موارد زیر، صحه‌گذاری شوند:

۱- نوع حفاظها، اندازه فضاهای باز، قرارگیری حفاظها، فاصله‌های ایمنی صحیح، ارتفاعات؛

۲- نباید امکان به کار انداختن کنترل باز نشانی از داخل فضای حفاظت شده، وجود داشته باشد؛

۳- انواع دستگاه‌های حفاظتی، قابلیت‌های تشخیص، مکان قرارگیری دستگاه‌های حفاظتی، فواصل ایمنی صحیح، اندازه‌ها و غیره؛ و

۴- کارکردهای غیرفعال‌سازی و عبور^۱.

پ - باید تصدیق شود که اقدامات حفاظتی تکمیلی فراهم شده‌اند:

۱- دستورالعمل‌ها؛

۲- موارد آموزشی؛

۳- هشدارها؛

1- Bypass

۴- تجهیزات حفاظتی پرسنل؛

۵- رویه‌ها؛

۶- سایر اقدامات مناسب.

۷ دستورالعمل استفاده

۱-۷ کلیات

دستورالعمل استفاده باید شامل اطلاعات و دستورالعمل‌های لازم برای استفاده ایمن و صحیح سامانه باشد و باید اطلاعات و هشدارهایی به مصرف‌کننده در مورد همه ریسک‌های باقیمانده، بدهد. همچنین باید شامل دستورالعمل استفاده از سازنده اجزا ماشین باشد. باید شامل مواردی از قبیل اسناد، علامت‌ها، سیگنال‌ها، نمادها یا دیاگرام‌های مورد استفاده جهت انتقال اطلاعات مهم مرتبط به ایمنی، به مصرف‌کننده باشد. توصیه می‌شود ساختار و محتوای بخش‌های مختلف دستورالعمل استفاده، سطح سواد، درک و مهارت فنی خواننده مورد نظر را مد نظر قرار دهد. توصیه می‌شود این اطلاعات به زبان مناسب برای مصرف‌کننده مورد نظر نوشته شود. اطلاعات باید هم کاربرد مورد انتظار و هم استفاده نادرست قابل پیش‌بینی سامانه یکپارچه را منعکس کند. هر جایی که نیاز به کاهش خطر است، دستورالعمل باید شامل موارد زیر باشد:

- الزامات تمرین؛
- الزامات تجهیزات حفاظت شخصی؛
- الزامات حفاظ‌ها یا دستگاه‌های حفاظتی بیشتر (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ مراجعه شود).

دستورالعمل استفاده سامانه ربات یکپارچه باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ باشد.

یادآوری ۱- برای ارائه و ساختار بندی دستورالعمل استفاده به استاندارد IEC 62079 مراجعه شود.

یادآوری ۲- به استاندارد IEC 60204-1 مراجعه شود.

۲-۷ کتابچه^۱ دستورالعمل

۱-۲-۷ کلیات

کتابچه دستورالعمل باید فازهای مختلف استفاده سامانه ربات، شامل انتقال، ساخت و نصب، مأموریت دادن، استفاده عملیاتی (شامل روشن و خاموش کردن، تنظیمات، آموزش/برنامه‌ریزی یا تغییر بین فرایند، عملیات پاک کردن، یافتن خرابی و تعمیرات) و هر جا که مرتبط باشد، از کار اندازی، جداسازی لوازم و دفع را در نظر بگیرد.

این کتابچه دستورالعمل باید شامل سامانه واسط (فیزیکی، مکانیکی، کارکردی) بین سامانه ربات و فرایندهای بالادست و پایین دست باشد.

کتابچه راهنما بخصوص باید شامل اطلاعات موجود در بندهای ۲-۲-۷ تا ۲-۷-۱۰ باشد.

۲-۲-۷ حمل

اطلاعات مرتبط با انتقال، حمل و انبارش سامانه ربات، به عنوان مثال باید شامل موارد زیر باشند:

الف- شرایط انبارش برای ماشین‌های انفرادی؛

ب- ابعاد، اندازه(های) جرم، موقعیت مرکز(مراکز) ثقل؛

ج- علامت‌هایی برای حمل (به عنوان مثال، طرح‌هایی که به نقاط کاربرد برای تجهیزات بالابرنده، اشاره می‌کنند).

۳-۲-۷ نصب و مأموریت دادن

اطلاعات مرتبط به نصب و مأموریت دادن به سامانه ربات به عنوان مثال باید شامل موارد زیر باشد:

الف- الزامات ثابت کردن/ لنگر انداختن و میرا کردن لرزش؛

ب- شرایط به هم بستن اجزا و نصب؛

پ- فضای مورد نیاز برای استفاده و تعمیر و نگهداری؛

ت- شرایط محیطی مجاز (به عنوان مثال، دما، رطوبت، لرزش، پرتوافکنی الکترومغناطیسی)؛

ث- دستورالعمل‌هایی جهت اتصال سامانه ربات به منابع تغذیه (به خصوص درباره حفاظت در برابر اضافه بار الکتریکی)؛

ج- پیشنهاد در مورد دفع ضایعات؛

چ- در صورت لزوم، توصیه‌هایی در مورد اقدامات حفاظتی که باید توسط مصرف‌کننده انجام شوند؛ [به عنوان مثال، حفاظت موقت یا اضافه (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ مراجعه شود)، فواصل ایمنی، علائم و سیگنال‌های ایمنی]؛

۴-۲-۷ اطلاعات آزمون مأموریت دادن یا رویه راه‌اندازی اولیه

این اطلاعات باید شامل موارد زیر باشد، اما لزوماً به موارد زیر محدود نمی‌شود:

الف- پیش از اعمال قوای محرکه، تصدیق شود که:

- ۱- ربات از لحاظ مکانیکی به طور مناسبی نصب شده و ثابت می‌باشد؛
- ۲- اتصالات الکتریکی صحیح می‌باشند و قوای محرکه (یعنی ولتاژ، فرکانس، سطوح تداخل) در محدوده‌های مشخص شده می‌باشد؛
- ۳- زمین الکتریکی مناسب (هم‌پتانسیل کردن) فراهم شده است؛
- ۴- بخش‌های مرتبط با ایمنی سامانه کنترل به طور صحیح نصب شده‌اند؛
- ۵- سایر منابع انرژی (به عنوان مثال، آب، هوا، گاز) به طور مناسبی متصل شده‌اند و در محدوده‌های مشخص شده هستند؛
- ۶- تجهیزات جانبی شامل قفل‌ها به طور مناسب نصب شده‌اند؛

- ۷- دستگاه‌های محدود کننده که فضای محدود شده (هنگام استفاده) را ایجاد می‌کنند، نصب شده‌اند؛
- ۸- وسایل حفاظ‌گذاری مناسب اعمال شده‌اند؛
- ۹- محیط فیزیکی همان‌طور است که مشخص شده (به عنوان مثال، سطوح روشنایی و نوفه، دما، رطوبت، آلاینده‌های محیطی)؛
- ۱۰- نسخه مناسب تمامی برنامه‌ها - کنترل عادی و مرتبط با ایمنی - تصدیق شده‌اند و نسخه‌های نصب شده می‌باشند (مدیریت مهندسی تغییر).
- ب- پس از اعمال قوای محرکه، تصدیق شود که:
- ۱- دستگاه‌های کنترل انتخاب شروع، توقف و وضعیت (شامل سوئیچ‌های قفل کلید)، همان‌طور که انتظار می‌رود، عمل می‌کنند؛
- ۲- تمامی محورها حرکت می‌کنند و همان‌طور که انتظار می‌رود، محدود شده است؛
- ۳- دستگاه‌ها و مدارهای توقف حفاظتی و توقف اضطراری (در صورت وجود) کارکردی هستند؛
- ۴- امکان قطع و منفک کردن منابع تغذیه خارجی وجود دارد؛
- ۵- قابلیت‌های آموزش و بازگشت به عقب، سالم می‌باشند؛
- ۶- شرایط محیطی جهت سازگاری [به عنوان مثال، انفجار، خوردگی، رطوبت، گرد و غبار، دما، تداخل الکترومغناطیسی (EMI)^۱، تداخل امواج رادیویی (RFI)^۲، و تخلیه الکترواستاتیکی (ESD)^۳] در نظر گرفته شده‌اند؛
- ۷- همه حفاظ‌ها، دستگاه‌های حفاظتی، دستگاه‌های فعال‌ساز، و قفل‌ها همان‌طور که انتظار می‌رود، عمل می‌کنند؛
- ۸- سایر حفاظ‌گذاری‌ها در مکان خود قرار گرفته‌اند (به عنوان مثال، موانع، دستگاه‌های هشدار دهنده)؛
- ۹- ربات به درستی در وضعیت دستی عمل می‌کند و می‌تواند قطعه کار یا محصول را حمل کند؛
- ۱۰- ربات در عملیات خودکار (عادی) به درستی عمل می‌کند و می‌تواند تحت بار و فشار مجاز، وظیفه مورد نظر را انجام دهد.
- توصیه می‌شود آزمون مأموریت دادن یا رویه‌های راه‌اندازی اولیه نیز پس از تکمیل هر وظیفه تعمیراتی یا اصلاح سامانه، که می‌تواند روی یکپارچگی سامانه (های) ربات، همان‌طور که طراحی و نصب شده‌اند، اثر بگذارد، انجام شوند.

۷-۲-۵ اطلاعات سامانه

- اطلاعاتی که مربوط به خود سامانه ربات می‌شوند باید به عنوان مثال، شامل موارد زیر باشند:
- الف- شرح دقیق و مفصلی از سامانه، اتصالات، حفاظ‌ها و/یا دستگاه‌های حفاظتی آن؛
- ب- محدوده جامعی از کاربردهایی که در آنها، سامانه ربات در نظر گرفته شده است، شامل استفاده‌های ممنوع اگر وجود داشته باشند، در نظر گرفتن انواع سامانه ربات اصلی، اگر مناسب باشد؛

1 - Electromagnetic interference
2 - Radio frequency interference
3 - Electrostatic discharge

پ- مشخصات الزامات ایمنی که توصیف کننده کارکردهای ایمنی انجام شده توسط سامانه کنترل و یکپارچگی ایمنی آنها، مدارهای توقف گسسته، کنترل کننده‌های ایمنی و ارتباطات ایمن، می‌باشند؛
ت- سایر کارکردهای کنترل کننده، تابلوهای اپراتور، واحدهای کنترل دستی راهنما، دستگاه‌های فعال ساز و علامت‌های هشداردهنده؛

ث- دیگرام‌ها (جانمایی، کنترل، الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و غیره)؛

ج- اطلاعاتی درباره سایر خطرات، به عنوان مثال، پرتوافکنی، گازها، بخارها، گرد و غبار و لرزش‌های ایجاد شده مرتبط با روش‌های اندازه‌گیری مورد استفاده؛

چ- مستندات فنی در مورد تجهیزات الکتریکی (به سری استانداردهای IEC 60204 مراجعه شود)؛

ح- مشخصات الزامات اتصالات هم پتانسیل زمین الکتریکی باید مطابق استاندارد IEC 60204-1 تهیه شود؛

خ- اسنادی که گواهی می‌کنند سامانه ربات با الزامات اجباری مطابقت دارد؛

د- اصلاحات اقدامات حفاظتی که در اصل با اجزاء ماشین‌آلات تهیه شده‌اند؛

ذ- تحلیل بار مجری نهایی (ابزار انتهای بازو)، عکس‌العمل هنگام قطع انرژی، ملاحظات مداخله انسان، تعمیر و نگهداری و طول عمر در نظر گرفته شده؛

ر- الزامات اتصال به سایر ماشین‌آلات؛

ز- مکان مناطق محدود کننده دینامیکی؛

ژ- طول عمر در نظر گرفته شده سامانه.

۷-۲-۶ استفاده از سامانه

اطلاعات مرتبط به استفاده از سامانه یکپارچه ربات، به عنوان مثال باید شامل موارد زیر باشد:

الف- ریسک‌های باقیمانده، آن دسته از ریسک‌هایی که نمی‌توان آنها را بوسیله اقدامات حفاظتی انجام شده توسط طراح، حذف کرد؛

ب- ریسک‌های خاصی که ممکن است توسط کاربردهای خاص، توسط استفاده از اتصالات خاص، و در رابطه با حفاظت خاصی که برای چنین کاربردهایی لازم می‌باشد، ایجاد شوند؛

پ- استفاده نادرست و ممنوع قابل پیش بینی؛

ت- عبور مواد؛

ث- استفاده مورد نظر؛

ج- نواحی وظیفه و ریسک‌های باقی مانده مرتبط (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ مراجعه شود)؛

چ- وظایف اپراتور، مکان‌ها و مسیرها جهت انجام این وظایف؛

ح- محدوده‌های کنترل دستگاه‌های حفاظتی و کنترل‌های مختلف (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ مراجعه شود) (به عنوان مثال، دستگاه‌های حفاظتی، بازنشانی دستگاه‌های حفاظتی، دستگاه‌های فعال کننده،

توقف‌های اضطراری، ایستگاه‌های کنترل، وسایل قطع ارتباط)؛

خ- شرحی از کنترل‌های دستی (کاراندازها)، دستگاه‌های فعال ساز، توقف‌های حفاظتی؛

د- تنظیمات؛

- ذ- وضعیت‌ها و وسایل توقف (به خصوص، توقف اضطراری)؛
- ر- شناسایی و محل خرابی، تعمیر و راه‌اندازی مجدد پس از وقفه؛
- ز- تجهیزات حفاظت شخصی که نیاز به استفاده از آنهاست و آموزش مورد نیاز؛
- ژ- دستورالعمل‌های هر آزمون یا آزمایشی که پس از تغییر بخش‌های اجزا یا افزودن تجهیزات اختیاری (هم نرم‌افزاری و هم سخت‌افزاری) ضروری می‌باشند، که می‌تواند کارکردهای ایمنی را تحت تأثیر قرار دهند؛
- س- دستورالعمل‌هایی جهت اینکه واحدهای کنترل دستی غیر متصل، باید از دسترس خارج شوند؛
- ش- دستورالعمل‌هایی جهت بهبود اضطراری و خرابی تجهیزات سامانه؛
- ص- الزامات تمرین برای عملیات کنترل از راه دور؛
- ض- محل‌های انبارش یا طراحی واحدهای کنترل دستی بی‌سیم استفاده نشده، برای جلوگیری از استفاده از یک توقف اضطراری غیرفعال؛
- ط- الزامات آزمون کارکردی دوره‌ای تجهیزات مرتبط با ایمنی؛
- ظ- راهنمایی برای انتخاب درست، آماده‌سازی، کاربرد، و تعمیر و نگهداری سرمایه فرایند واحد.

۷-۲-۷ تعمیر و نگهداری

- اطلاعات تعمیر و نگهداری باید به عنوان مثال، شامل موارد زیر باشد:
- الف- ماهیت و تناوب بازرسی‌ها برای کارکردهای ایمنی؛
- ب- دستورالعمل‌های مربوط به عملیات تعمیر و نگهداری که نیازمند دانش فنی معین یا مهارت‌های خاصی می‌باشند و به همین دلیل توصیه می‌شود منحصراً توسط افراد ماهر انجام شوند (به عنوان مثال، پرسنل تعمیر و نگهداری، متخصصان)؛
- پ- دستورالعمل‌های مربوط به عملیات تعمیر و نگهداری (به عنوان مثال، جایگزینی بخش‌های مصرفی) که نیازمند مهارت‌های خاص نمی‌باشند و به همین دلیل می‌توانند توسط کاربران انجام شوند (به عنوان مثال، اپراتورها)؛
- ت- نقشه‌ها و دیاگرام‌هایی که پرسنل تعمیر و نگهداری را در انجام وظیفه‌شان به نحوی منطقی، توانمند می‌کنند؛
- ث- اطلاعات تعویض اجزا مرتبط با ایمنی (به عنوان مثال، شماره بخش سازنده، ویژگی‌های اجزاء)؛
- ج- اطلاعات تماس سازنده (سازندگان) جهت تعویض اجزا؛
- چ- وظایفی که نیازمند کنترل و منفک سازی انرژی می‌باشند؛
- ح- تمرین انجام کار ایمن هنگامی که حفاظ‌ها معلق می‌باشند.

۷-۲-۸ از کار اندازی^۱

اطلاعات مرتبط با از کار اندازی، جداسازی لوازم و دفع باید گنجانده شوند.

۷-۲-۹ وضعیت‌های اضطراری

اطلاعات در مورد وضعیت‌های اضطراری به عنوان مثال، باید شامل موارد زیر باشند:

الف - نوع تجهیزات اطفاء حریق مورد استفاده؛

ب- هشدار در مورد انتشار احتمالی یا ناشتی ماده(مواد) مضر؛

پ- وسایلی جهت مقابله با این اثرات (در صورت عملی بودن).

۷-۲-۱۰ اطلاعات مختص ربات

اطلاعات مختص ربات(ها)، باید به عنوان مثال، شامل موارد زیر باشد:

الف- اطلاعاتی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۲۹؛

ب- اطلاعاتی مطابق قسمت اول این استاندارد؛

پ- در صورت عملی بودن، اطلاعاتی در مورد کنترل سرعت بالای دستی با استفاده از واحد کنترل دستی؛

ت- دستورالعمل‌هایی برای نصب دستگاه‌های محدودکننده شامل شماره، مکان قرارگیری و میزان تنظیم قابلیت توقف سخت‌افزاری، شامل راهنمایی‌هایی در مورد شماره، محل قرارگیری و پیاده‌سازی هر دستگاه محدودکننده غیرمکانیکی، و قابلیت‌های محدود کردن دینامیکی، اگر شامل باشد؛

ث- اطلاعاتی در مورد شماره و عملیات دستگاه‌های فعال‌ساز و راهنمایی‌هایی برای نصب دستگاه‌های بیشتر؛

ج- اطلاعاتی در مورد فاصله و زمان توقف یا زاویه سه محوری که دارای بزرگترین جابه‌جایی و حرکت هستند؛

چ- مشخصات تمام مایعات و روغن‌هایی که باید در روغن‌کاری، ترمز یا سامانه انتقال داخلی ربات استفاده شوند؛

ح- اطلاعاتی که حدود برای گستره حرکت و ظرفیت بار، شامل حداکثر جرم، موقعیت مرکز ثقل قطعه کار و قید و بست‌های نگهدارنده، مشخص می‌کنند؛

خ- اطلاعاتی در مورد استانداردهای مربوط که توسط ربات یا سامانه ربات، برآورده می‌شود، شامل تمام استانداردهایی که توسط شخص ثالثی تأیید شده‌اند؛

د- در صورت لزوم، دستورالعمل‌هایی در مورد حرکت همزمان ربات‌ها و تمرینات خاص مورد نیاز جهت برنامه نویسی‌ها/پراتورها؛

ذ- دستورالعمل‌هایی در مورد حرکت غیرعادی یا اضطراری ربات، بدون نیروی محرکه؛

ر- حدود برنامه‌ریزی شده که با استفاده از محور نرم‌افزاری ایمنی مجاز و قابلیت‌های محدود کردن فضا، برقرار می‌شوند؛

ز- برای سامانه‌های رباتیک که برای عملیات مشترک طراحی شده‌اند، اظهارکردن این‌که ربات برای یکپارچه‌سازی به عنوان ربات مشترک با انسان، مناسب می‌باشد، با ارجاع به بند ۵-۱۱ که برآوردن الزامات و نوع عملیات را مشخص می‌کند.

۷-۳ نشانه‌گذاری

سامانه ربات باید به طور شفاف، خوانا و پاک نشدنی با حداقل خصوصیات زیر نشانه‌گذاری شود:

- نام تجاری و آدرس کامل سازنده، و در صورت امکان، نماینده مجاز آن؛

- نشان‌گذاری مدل ماشین‌آلات؛

- نشان‌گذاری سری‌ها یا نوع آن؛
- شماره سریال، در صورت وجود؛
- سال ساخت، که سالی است که در آن فرایند ساخت، تکمیل شده است؛
- اگر ماشین‌آلات برای استفاده در یک اتمسفر با احتمال انفجار ساخته شده است، باید بر این اساس نشانه-گذاری شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

جدول الف-۱ فهرستی از خطرات قابل ملاحظه برای ربات و سامانه ربات ارائه می‌دهد.
یادآوری- جدول الف-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ برگرفته شده است.

جدول الف-۱- فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

ردیف	نوع یا گروه	نمونه‌هایی از خطرات	زیربندهای مرجع
۱	خطرات مکانیکی	- حرکت هر بخش از بازوی ربات (شامل پشت)، مجری نهایی یا بخش‌های متحرک سلول ربات - حرکت محور خارجی (شامل ابزار مجری نهایی در موقعیت سرویس) - حرکت یا چرخش ابزار تیز روی مجری نهایی یا محور خارجی، بخشی که حمل می‌شود و تجهیزات مرتبط - حرکت چرخشی هر یک از محورهای ربات - مواد و تولیدات در حال سقوط یا تخلیه - خرابی عملکرد نهایی (جدا شدن) - لباس‌های گشاد، موی بلند - بین بازوی ربات و هر شیء ثابت - بین مجری نهایی و هر شیء ثابت (حصار، میله و غیره) - بین قید و بست‌های نگه‌دارنده (فروریختن)، بین دوک‌ها، منابع انرژی - عدم امکان خروج از سلول ربات (از طریق درب سلول) - برای یک اپراتور گیرافتاده در وضعیت خودکار - حرکت غیرمنتظره بست‌ها و گیره - آزادسازی ناگهانی ابزار - حرکت غیرمنتظره ماشین‌ها یا اجزاء سلول ربات طی عملیات حمل - حرکت یا فعال‌سازی غیر منتظره مجری نهایی یا تجهیزات مرتبط (شامل محور خارجی کنترل شده به وسیله ربات، فرایندهای خاص برای چرخ‌های آسیاب و غیره) - آزادسازی غیرمنتظره انرژی پتانسیل از منابع ذخیره شده	۴-۱؛ ۴-۲؛ ۴-۲-ت؛ ۶-۶؛ ۴-۲-ج؛ ۴-۳؛ ۴-۴؛ ۴-۴-۱؛ ۴-۴-۲-ت؛ ۴-۴-۲-ج؛ ۴-۵؛ ۵-۲؛ ۵-۲-۱؛ ۵-۲-۲؛ ۵-۳-۲؛ ۵-۳-۳؛ ۵-۳-۲؛ ۵-۳-۶؛ ۵-۳-۷؛ ۵-۳-۸-۲؛ ۵-۳-۹؛ ۵-۳-۱۰؛ ۵-۵-۱؛ ۵-۵-۲؛ ۵-۵-۳؛ ۵-۵-۴؛ ۵-۶-۴؛ ۵-۸؛ ۵-۹-۱۰-۲؛ ۵-۱۰-۳؛ ۵-۱۰-۶-۱؛ ۵-۱۰-۶-۲؛ ۵-۱۰-۶-۴؛ ۵-۱۰-۷؛ ۵-۱۱؛ ۵-۱۱-۴؛ ۵-۱۱-۴؛

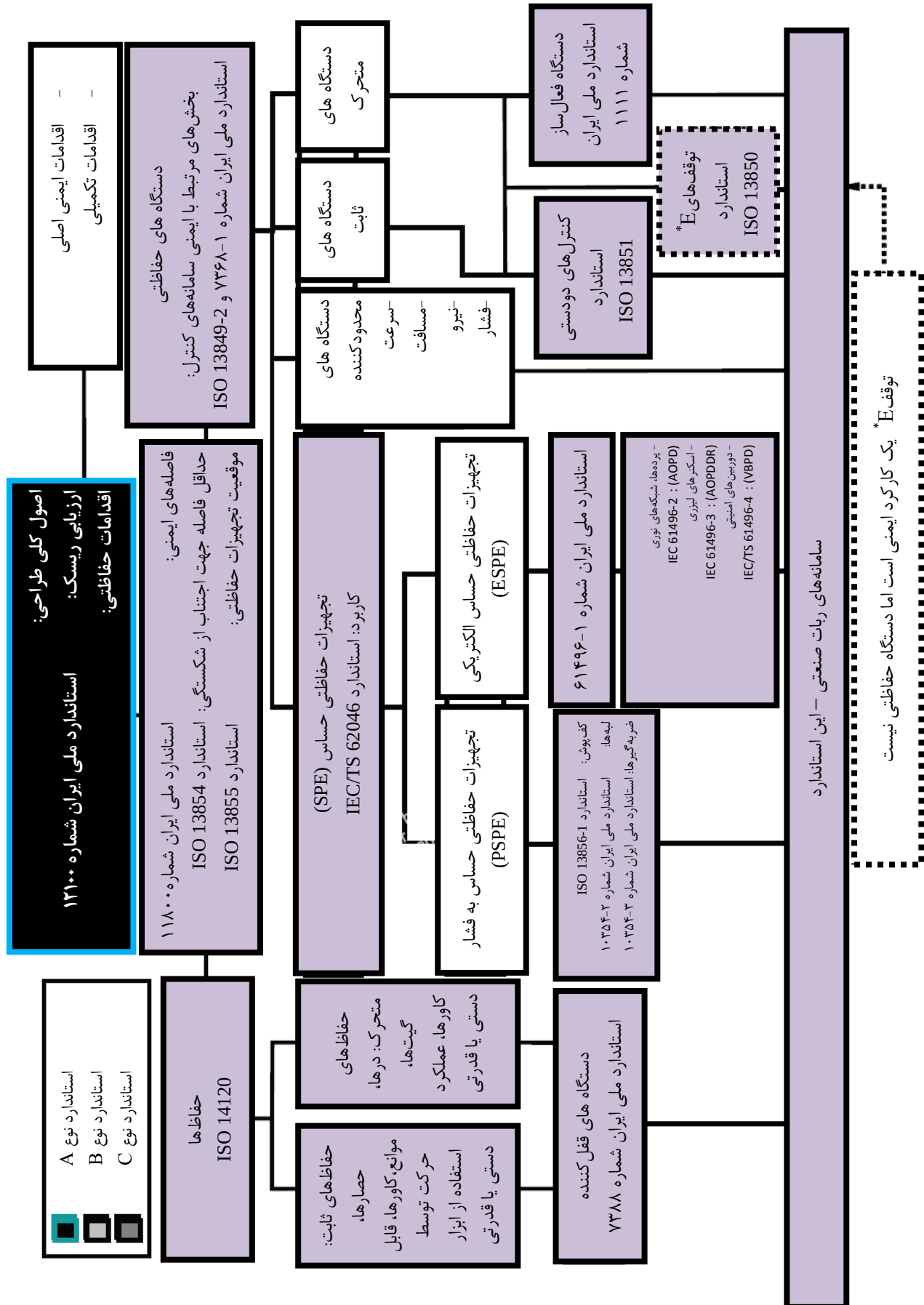
ادامه جدول الف-۱- فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

ردیف	نوع یا گروه	نمونه هایی از خطرات	پیامدهای احتمالی	زیربندهای مرجع
۲	خطرات الکتریکی	- اتصال با اجزا یا اتصالات برقدار (کابینت های الکتریکی، جعبه پایانه ها، تابلوهای کنترل در ماشین ها) - تداخل ولتاژهای مختلف در یک سامانه، کابینت های الکتریکی و پایانه ها یعنی نیروی محرکه درایو یا نیروی محرکه کنترل (۲۴۷ در برابر ۲۲۰۷) - اتصال با اجزا گسسته در مدارهای الکتریکی (الکترونیک) یعنی خازن ها - قرار گرفتن در معرض برق جرقه قوس الکتریکی - فرایندی که از ولتاژ با فرکانس بالا استفاده می کند، یعنی رنگ کاری الکترواستاتیک و گرم کردن القایی - کاربردهای جوشکاری در ولتاژ بالا	- اثر برق گرفتگی - شوک - سوختگی - پرتاب ذرات مذاب	۴-۴-۱ ؛ ۵-۳-۲ ؛ ۵-۳-۶ ؛ ۵-۳-۷ ؛ ۵-۸-۲ ؛ ۵-۱۰-۶-۱ ؛ ۵-۱۰-۶-۲ ؛ ۵-۱۰-۷
۳	خطرات حرارتی	- سطوح داغ مرتبط با مجری نهایی یا تجهیزات یا قطعه کار مرتبط با آن (به عنوان مثال، مشعل های جوشکاری، مواد داغ در فرایندهای آهنگری، قالب گیری تزریقی، آسیاب کردن و پیش گرم کردن، - اشیا یا سطوح سرد (فرایندهای برودتی) - اتمسفر قابل احتراق ایجاد شده به وسیله فرایند، یعنی رنگ کاری (ذرات اتمی، رنگ کاری پودری)، حلال قابل اشتعال، گرد و غبار خرد کردن و آسیاب کردن - حداکثر دماهای مورد نیاز برای انجام فرایند مواد مذاب، آون جهت پخت یا حرارت دهی (اتوکلاوها)، فریزرها یا چیلرها و غیره] - مواد قابل اشتعال (داخل سامانه های جمع آوری غبار، مخازن تمیزکاری، و دستگاه درزگیر)	- سوختگی (سرد یا گرم) - صدمات تابشی	۵-۳-۳ ؛ ۵-۵-۲ ؛ ۵-۵-۴
۴	خطرات نوفه	- کاربردهای خاصی که منبع تولید نوفه بالا می باشد (به عنوان مثال، دستگاه برش با آب، فرایند پرس، پمپ ها و شیرآلات، عملیات حذف فلز) - سطح نوفه، از شنیده شدن سیگنال های هشدار خطر جلوگیری می کند، شامل ناتوانی افراد جهت هماهنگ کردن عملیاتشان از طریق مکالمه عادی.	- کاهش شنوایی - کاهش تعادل - کاهش هوشیاری (عدم تعادل) - سایر پیامدها (به عنوان مثال، مکانیکی) در اثر شرایط محیطی یا حواس پرتی	این استاندارد برای نوفه کاربرد ندارد
۵	خطرات لرزشی	- تماس مستقیم با منبع - سست شدن اتصالات، اتصال دهنده ها - ناهمراستایی اجزا یا قسمت ها	- خستگی - آسیب عصبی - اختلال عروقی - ضربه	۴-۴-۲ ؛ ۴-۴-۳ ؛ ۴-۴-۴ ؛ ۴-۵-۲ ؛ ۵-۵-۵ ؛ ۵-۵-۹

ادامه جدول الف-۱- فهرستی از خطرات قابل ملاحظه

ردیف	نوع یا گروه	نمونه هایی از خطرات	پیامدهای احتمالی	زیربندهای مرجع
۶	خطرات تابشی	- تداخل EMF با عملیات صحیح سامانه ربات - در معرض تابش ناشی از فرایند قرار گرفتن، منظور، جوشکاری قوسی، لیزر	- سوختگی - آسیب به چشم‌ها و پوست - بیماری‌های مرتبط به آنها	۴-۴؛ ۳-۴؛ ۲-۴؛ ۵-۵؛ ۴-۵؛ ۲-۵؛ ۵-۵-۹
۷	خطرات مواد/ماده	- تماس با اجزا قرار گرفته در سیالات خطرناک - خرابی اجزا مکانیکی و الکتریکی - غبار و بخارات خورنده	- حساسیت - آتش گرفتن - سوختگی شیمیایی - بیماری‌های تنفسی	۴-۴؛ ۳-۴؛ ۲-۴؛ ۵-۵؛ ۴-۵؛ ۲-۵؛ ۵-۵-۳
۸	خطرات ارگونومی	- طراحی ضعیف واحد کنترل دستی آموزش، صفحه‌های لمسی HMI، یا تابلوی اپراتور (خیلی دور یا خیلی نزدیک) - ایستگاه‌های بارگیری/تخلیه با طراحی ضعیف - دستگاه‌های فعال‌ساز با طراحی ضعیف - مکان یا تشخیص نامناسب کنترل‌ها (به عنوان مثال، دسترسی مشکل) - مکان قرارگیری نامناسب اجزایی که نیازمند دسترسی می‌باشند (عیب‌یابی، تعمیر، تنظیم) - خطرات نهفته، نورپردازی موضعی ناکافی یا مسدود شده	- وضعیت قرارگیری ناسالم و یا تلاش بیش از حد (فشار تکراری) - خستگی	۴-۴؛ ۲-۴ (d)؛ ۳-۴؛ ۴-۴؛ ۴-۵؛ ۲-۵؛ ۵-۵-۳-۲-۳-۵؛ ۱۳؛ ۵-۵-۵؛ ۴-۵-۲؛ ۵-۵-۳-۵-۹
۹	خطرات محیط ماشین مورد استفاده	- نصب تجهیزات در مناطق زلزله خیز - تداخل الکترو مغناطیسی یا نوسان در منبع انرژی - رطوبت - دما	- سوختگی - بیماری یا مریضی - سر خوردن، افتادن - آسیب‌های تنفسی - ضربه	۴-۴؛ ۳-۴؛ ۲-۴؛ ۵-۵-۳-۵-۲-۵
۱۰	ترکیباتی از خطرات	- سامانه ربات مستقیماً توسط هدایت یک فرد شروع به کار کند، اما انجام آن توسط یک فرد دیگر مورد انتظار نمی‌باشد. - مواجهه با خطر به دلیل وضعیت‌ها/خرابی‌های متعدد - عدم شناسایی مشکل واقعی و مشکل ترکیبی با انجام اعمال غیر لازم یا غیر صحیح - عملی که شدت آسیب را بیشتر می‌کند به عنوان مثال، هنگام دوری از یک لبه تیز تماس با یک سطح داغ صورت گیرد - رها شدن غیرمنتظره دستگاه‌های نگه‌دارنده که حرکت تحت نیروهای باقی مانده را مجاز می‌کند (اینرسی، جاذبه، وسایل ذخیره انرژی/فتر) - عدم موفقیت یک دستگاه حفاظتی در کارکرد مورد انتظار	- سایر نتایج ایجاد شده از ترکیبات خطرات و وضعیت‌های خطرناک	۴-۴؛ ۳-۴؛ ۲-۴؛ ۵-۵؛ ۴-۵؛ ۲-۵؛ ۵-۵-۳-۱۰؛ ۵-۵-۳-۳-۸-۵؛ ۵-۹-۱-۹-۵

ارتباط استانداردهای مرتبط با دستگاه‌های حفاظتی



پیوست پ

(اطلاعاتی)

حفاظت‌گذاری نقاط ورود و خروج مواد

پ-۱ ملاحظات کلی برای جلوگیری از دسترسی به نقاله

سامانه‌های انتقال مواد می‌توانند بخش یکپارچه‌ای از سامانه ربات صنعتی باشند که مواد را به فضای حفاظت‌گذاری شده وارد، و از آن خارج می‌کنند. معمولاً شامل نقاله‌هایی با انواع مختلف می‌باشند (به عنوان مثال، نوار نقاله، نقاله‌های غلطکی برقی و غیربرقی، نقاله‌های صفحه‌ای، و غیره) و با توجه به تنوع آنها بیان همه الزامات حفاظت‌گذاری غیرممکن است. همیشه باید ارزیابی ریسکی انجام شود تا تضمین کند که همه خطرات به طور مناسبی شناسایی، ارزیابی و کنترل شده‌اند. توصیه می‌شود موارد زیر مد نظر قرار بگیرند:

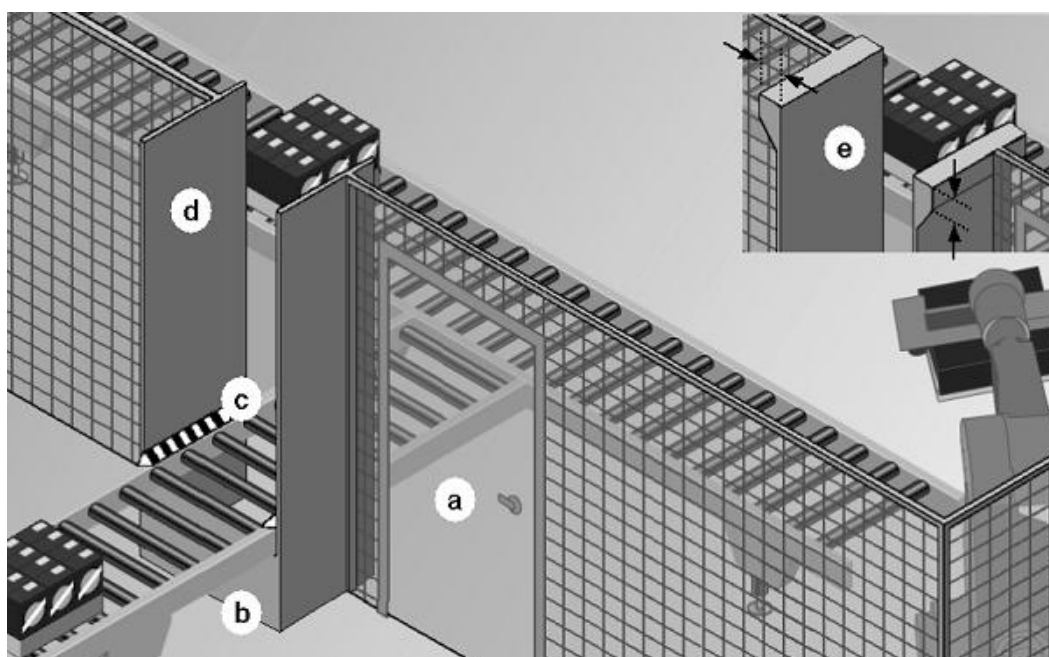
الف- توصیه می‌شود وسایل دسترسی ایمن (به عنوان مثال، درهای چفت شده) تا حد امکان مناسب برای مکان‌های مداخله ساخته شوند تا پرسنل را از دسترسی از طریق سامانه انتقال مواد، بازدارند؛

ب- توصیه می‌شود سامانه‌های انتقال مواد هیچ فضای بازی که امکان مواجهه با خطر را فراهم کند، نداشته باشند؛

پ- ریسک دسترسی به مسیر نقاله (به عنوان مثال، جلوگیری با استفاده از سطوح شیب‌دار)؛

ت- ریسک فراتر از حد مجاز رفتن، یا دسترسی تمام بدن (به عنوان مثال، جلوگیری به وسیله حفاظ‌های جانبی، ارتفاع نقاله، تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی)؛

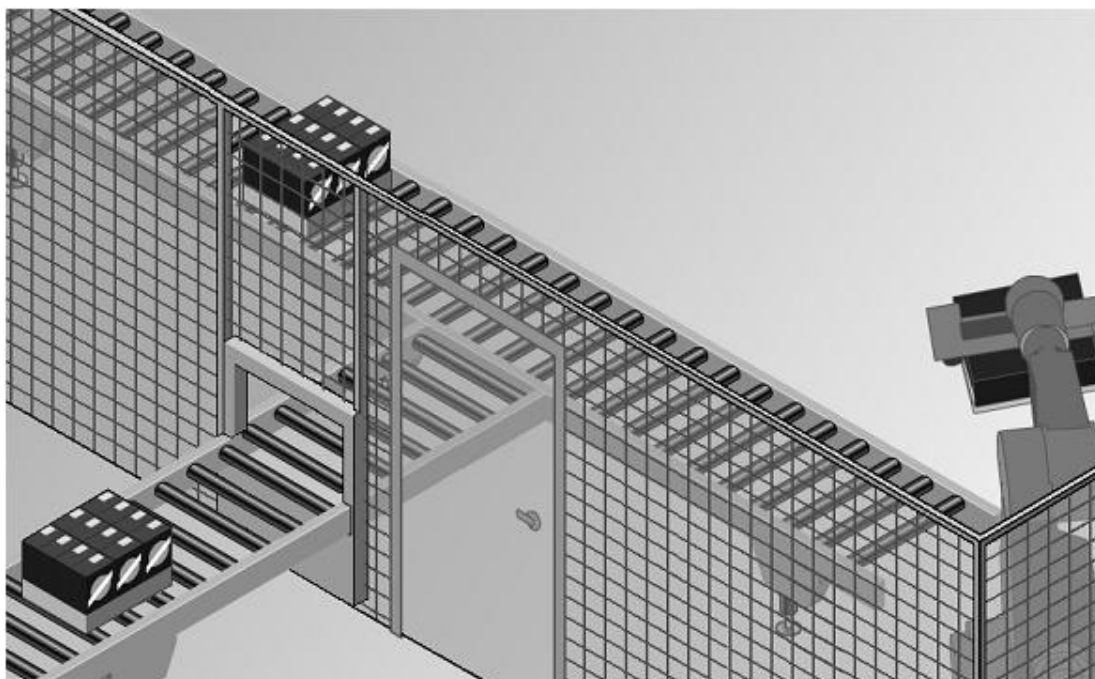
ث- ریسک چنگ زدن جهت نزدیک شدن نقاله.



شکل پ-۱- مثال‌هایی از اقدامات پیشگیرانه در دسترسی به نوار نقاله

پ-۲ نمونه ای از دریچه‌های کوچک

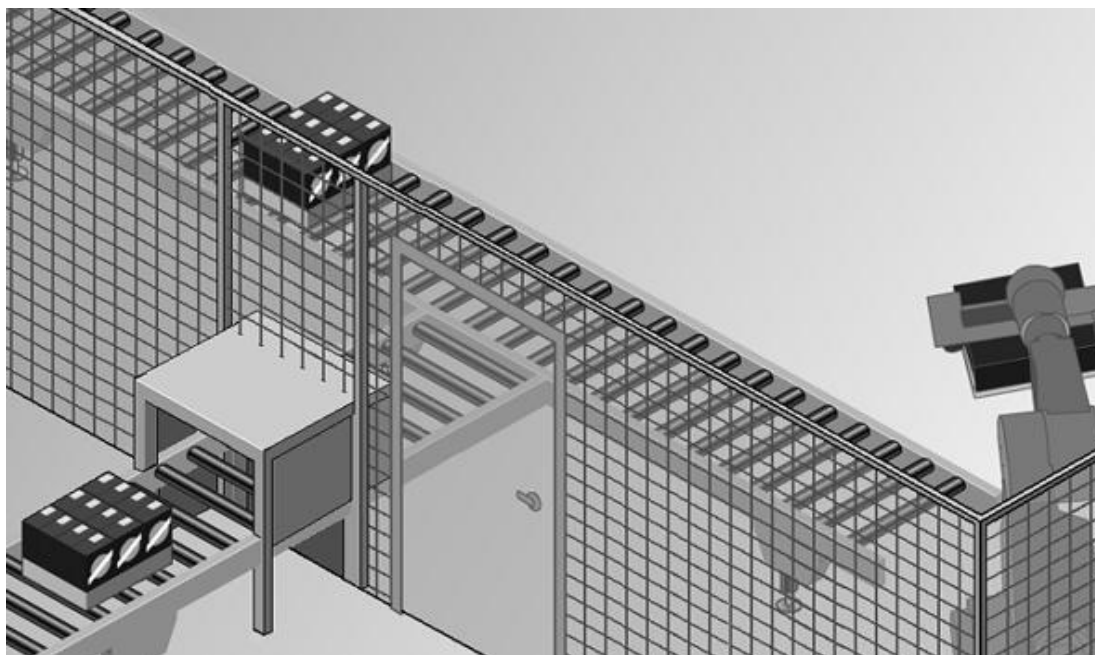
توصیه می‌شود ابعاد دریچه‌ها با ابعاد مواد تنظیم شوند.
توصیه می‌شود هیچ منطقه خطری از طریق دریچه‌ها قابل دسترسی نباشد.



شکل پ-۲- ورود مواد از طریق دریچه‌های کوچک در حفاظ‌ها

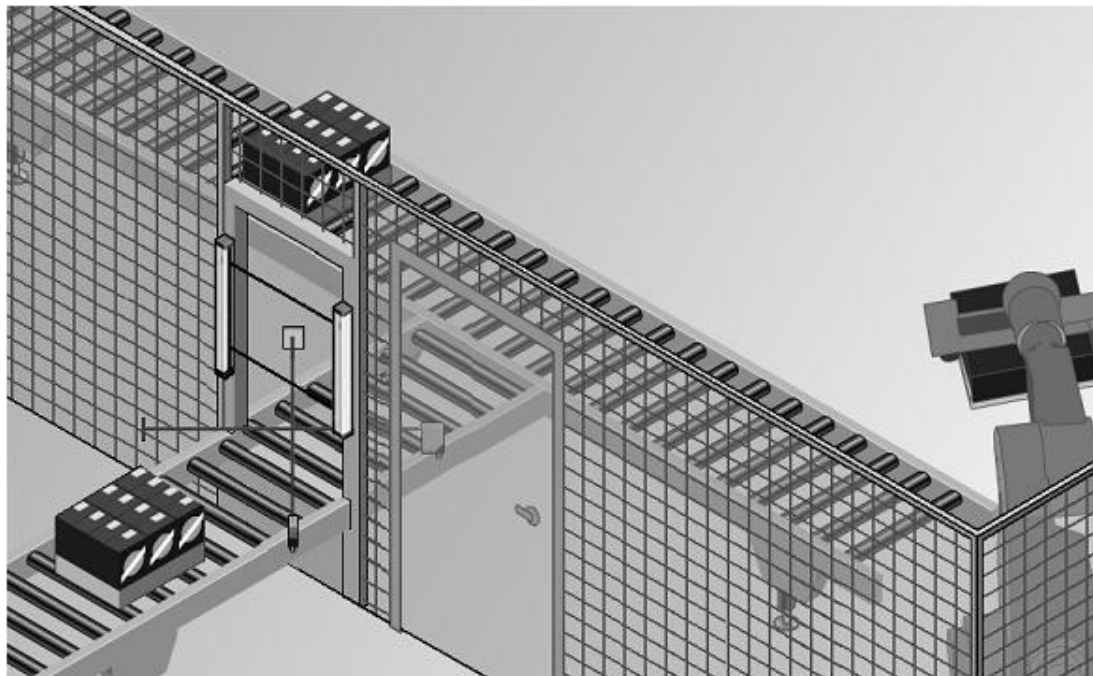
پ-۳ مثالی برای تونل‌ها

تونل‌هایی با عمق کافی، از دسترسی به مناطق خطرناک جلوگیری می‌کنند.



شکل پ-۳- تونلی که جهت افزایش فاصله با خطر استفاده شده است

پ-۴ نمونه‌ای از حفاظ‌گذاری با تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی
تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی، دسترسی فرد را حس می‌کند، با این حال به دلیل غیرفعال سازی،
عبور محصولات مجاز می‌باشد (نشان داده شده با عبور از تیرهای داخل عکس).



شکل پ-۴ - حفاظ‌گذاری با تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی

پیوست
(اطلاعاتی)

عملیات چند دستگاه فعال ساز

جدول ۱- جدول درستی عملکرد ماشین و موقعیت دو دستگاه فعال ساز

فرد A			
موقعیت ۳	موقعیت ۲	موقعیت ۱	
خاموش	خاموش	خاموش	موقعیت ۱
خاموش	فعال	خاموش	موقعیت ۲
خاموش	خاموش	خاموش	موقعیت ۳

فرد B

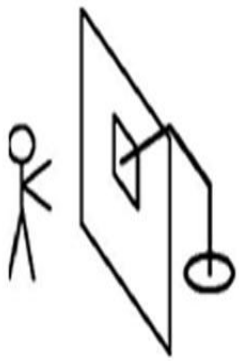
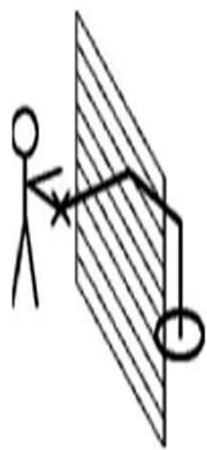
عملیات ماشین باید فقط هنگامی که هر دو دستگاه فعال ساز در موقعیت ۲، یعنی موقعیت مرکز فعال شده می‌باشند، فعال شود.

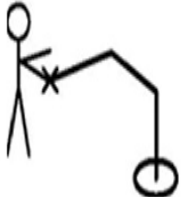
پیوست ث

(اطلاعاتی)

کاربردهای مفهومی ربات های مشترک

یادآوری - جهت الزامات، به بند ۵-۱۱ مراجعه شود.

اهداف	حفاظها	توضیح	نوع کاربرد	
- بارگذاری یا تخلیه - آزمون، در جای خود قرار دادن و تمیز کردن - خدمات	- حفاظهای ثابت یا حساس اطراف فضای کار - سرعت کاهش یافته و فضای کار کوچک شده نزدیک پنجره - هیچ فضای کاری برای ربات در بیرون پنجره وجود ندارد - هنگامی که لبه پایین پنجره کوچکتر از ۱۰۰۰mm باشد، حفاظها مطابق بند ۵-۱۰-۳	- عملیات خودکار مستقل داخل فضای حفاظت شده - ربات داخل پنجره حرکت می کند - هیچ وقفه ای در عملیات خودکار طی دسترسی، اتفاق نمی افتد	پنجره تحویل دادن	
- روی هم جمع کردن/از روی هم برداشتن خودکار - مونتاژ هدایت شده - پرکردن/خالی کردن هدایت شده - آزمون، در جای خود قرار دادن، تمیز کردن - خدمات	- حفاظهای ثابت یا حساس اطراف فضای کار - سرعت کاهش یافته و فضای کار کوچک شده نزدیک پنجره - کنترل نگهداری جهت حرکت، برای حرکت هدایت شده	- عملیات مستقل خودکار داخل فضای حفاظت شده - ربات در پنجره رابط توقف می کند و سپس به صورت دستی، بیرون واسطه، می تواند حرکت کند	پنجره واسطه	

	فضای کار مشترک	- عملیات خودکار انفرادی داخل یک فضای کار مشترک (مشترک با انسان) - سرعت کاهش یافته ربات و/یا توقف، هنگامی که یک فرد وارد فضای کار مشترک (مشترک با انسان) می شود	- سامانه تشخیص افراد با استفاده از یک یا تعداد بیشتری حسگر - سرعت کاهش یافته مطابق مسافت (به بند ۵-۱۱-۴ مراجعه شود) - توقف ایمن ربات، هنگام دسترسی به فضای ممنوع شده، و امکان راه اندازی مجدد به صورت خودکار، پس از پاکسازی، اگر به طور مناسب حفاظت شده است	- مونتاژ مشترک - حمل مشترک -آزمون، در جای خود قرار دادن، و تمیز کردن خدمات
	بازرسی	- عملیات خودکار مستقل در فضای حفاظت شده - ورود یک انسان به فضای کار مشترک، هنگامی که ربات عملیاتش را با سرعت کاهش یافته و مسیر کاهش یافته ادامه می دهد	- حفاظت های ثابت یا حساس اطراف فضای حفاظت شده - دستگاه فعال ساز یا سامانه تشخیص حضور فرد - سرعت کاهش یافته یا فضای کار کوچک شده پس از ورود به فضای کار -اقداماتی در برابر استفاده نادرست	بازرسی و تنظیم فرآیندها به عنوان مثال، کاربردهای جوشکاری
	ربات هدایت شده با دست	- فضای کار برای کاربرد خاص - حرکت از طریق هدایت دستی - حرکت در یک مسیر از طریق هدایت دستی	- سرعت کاهش یافته - کنترل به صورت نگهداشتن و حرکت دادن - فضای کار مشترک بسته به خطرات کاربرد	رنگ کاری، مونتاژ هدایت شده دستی

پیوست ج
(اطلاعاتی)
مشاهده فرایند

ج-۱ کلیات

مشاهده فرایند به عنوان ترکیبی از اقدامات ایمنی فنی و الزامات رفتار ایمن که حداکثر حفاظت عملی را به اپراتور ارائه می‌دهد، شناخته می‌شود که این حفاظت از طریق محدود کردن سرعت‌ها، و مسیرهای عرضی و قطع حرکات غیرضروری انجام می‌شود.

توصیه می‌شود مشاهده موقت فرایندهای خودکار، درحالی‌که اقدامات حفاظتی به حد لازم است، با اعمال اقدامات حفاظتی جایگزین، انجام شوند. توصیه می‌شود اقدامات فنی ایمنی طوری انجام شوند که از استفاده نادرست قابل پیش‌بینی به طور منطقی، جلوگیری کنند.

توصیه می‌شود این نوع عملکرد، موضوع ارتباط ضروری بین یکپارچه‌ساز و مصرف کننده بعدی ربات، به منظور توانایی تحلیل الزامات رفتار اپراتور و ترجمه آنها به عمل، باشد.

در صورت باقی ماندن ریسک، مثل پاشش ذرات فلز گداخته شده، توصیه می‌شود ایده‌ای مطابق شکل ج-۱، اعمال شود.

برای اطلاعات بیشتر در مورد مشاهده فرایند، به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ مراجعه شود.

یادآوری- این پیوست، از استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳، پیوست ت برگرفته شده است.

ج-۲ نکاتی در مورد مشاهده فرایند

به شکل ج-۱ مراجعه شود.

الف- آیا نیاز به نظارت دقیق‌تر فرایند کار می‌باشد؟ آیا می‌توان فرایند کار را از طریق وضعیت‌های مرتبط با عملیات که در استانداردهای مناسب از نوع C تنظیم شده‌اند، کنترل کرد؟ آیا سامانه‌های بیشتر مثل دوربین‌های ویدیویی یا دستگاه‌های نوفه ساختاری مفید می‌باشند؟

آیا مشاوره بیشتر با مصرف‌کننده بعدی انجام شده است؟ آیا به مصرف‌کننده توضیحات کافی داده شده که یک وضعیت اضافه عملیات برای تولید مورد نظر، کاملاً ضروری است؟

ب- آیا نتایج مشاوره و به خصوص دلایل وضعیت اضافه عملیات، ثبت شده‌اند؟ آیا کاربرد این وضعیت اضافه عملیات، در مقایسه با عملیات عادی، به محتوای لازم در دامنه استفاده مورد نظر، محدود باقی می‌ماند؟

پ- توصیه می‌شود استفاده مورد انتظار سامانه ربات با کاربرد وضعیت اضافه عملیات، دقیقاً مشخص شود و بهتر است در اسناد فنی گنجانده شود. برای تحلیل خطر و ارزیابی ریسک، توصیه می‌شود استراتژی ایمنی (به بند ۴ مراجعه شود) شامل استفاده مورد نظر باشد. توصیه می‌شود شرایط خاص (فرد نزدیک به فرایند) مورد توجه قرار گیرد؛

ت- اجتناب از خطرات به وسیله اقدامات طراحی، بالاترین اولویت را برای کاهش ریسک دارد. به دلیل این که مدیریت خطر دشوار می‌باشد، توصیه می‌شود اقدامات ایمنی فنی برای کاهش ریسک، به ویژه در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود اقدامات فنی از یک طرف، کاهش ریسک، و از طرف دیگر محدود کردن وضعیت عملیات به بیشترین میزان به حداقل مورد نیاز، برای ممانعت از استفاده نادرست، را هدف قرار دهد و این می‌تواند به عنوان مثال، توسط:

- ۱- محدود کردن ایمن سرعت و مسیرهای عرضی، فقط به سطح مورد نیاز؛
 - ۲- راهاندازی مجدد دستی بخش‌های متحرک پس از توقف کامل؛
 - ۳- قطع ایمن چنین حرکات/ محورهای خطرناکی که برای آن وضعیت عملیاتی مورد نیاز نمی‌باشند؛
 - ۴- جلوگیری از تعویض خودکار ابزار؛
 - ۵- جلوگیری از تعویض تابلو؛
 - ۶- جلوگیری از قرار دادن روان‌کننده خنک‌کننده در فشار بالا؛
 - ۷- تأیید دستی انتشار ماده خنک‌کننده (آسیب چشمی)؛
 - ۸- دسترسی آسان به دستگاه‌ها برای توقف در حالت اضطراری (توقف اضطراری)؛
 - ۹- فقط دسترسی مجاز به عنوان مثال از طریق سوئیچ کلیدی یا رمز.
- ث- اگر کاهش ریسک مناسبی از روش‌های فنی حاصل شود، وضعیت عملیاتی بیشتری ممکن است ایجاد شود؛

ج- توصیه می‌شود فرایند تکرار تا وقتی که اقدامات فنی تمام شوند، ادامه پیدا کند؛

چ- اگر ارزیابی ریسک نشان دهد که ریسک باقی‌مانده قابل قبول نمی‌باشد، توصیه می‌شود یکپارچه‌ساز بررسی کند آیا مصرف‌کننده می‌تواند در کاهش ریسک به وسیله روش‌های تکمیلی از قبیل موارد زیر کمک کند:

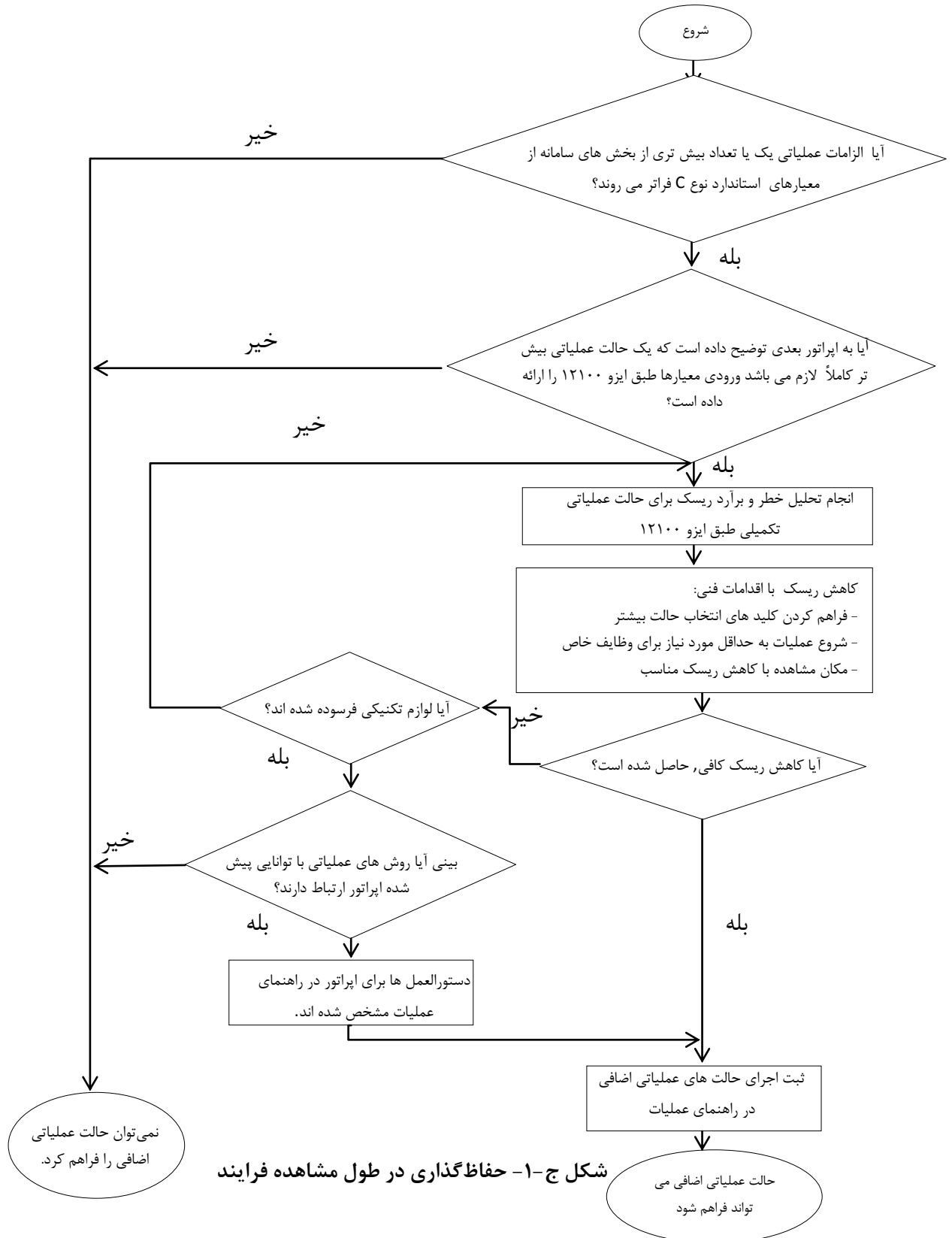
- ۱- صلاحیت خاص کارمندان؛
 - ۲- پیروی از دستورالعمل‌های منظم (مدرک نوشته شده)؛
 - ۳- تجهیزات حفاظت شخصی (به عنوان مثال عینک‌های حفاظتی، کفش‌های حفاظتی، پوشیدن لباس‌های مناسب)؛
 - ۴- الصاق دستورالعمل‌های عملیاتی با در نظر گرفتن وضعیت‌های عملکردی تکمیلی.
- ح- اگر یکپارچه‌ساز اطلاعاتی کسب کند مبنی بر این که مصرف‌کننده قادر به ایجاد مشارکت ذکر شده در بالا نمی‌باشد، توصیه می‌شود هیچ وضعیت عملیاتی اضافی در سامانه ربات تهیه نشود؛
- خ- اگر یکپارچه‌ساز اطلاعاتی کسب کند مبنی بر این که مصرف‌کننده قادر به ایجاد مشارکت مناسب توسط اقدامات بیشتر می‌باشد، توصیه می‌شود چنین اقداماتی تحت موافقت بین یکپارچه‌ساز و مصرف‌کننده، ثبت شود و توصیه می‌شود به عنوان یک الزام در راهنمای عملیات و به صورت علامت‌گذاری یا علامت‌های هشدار دهنده، بر روی سامانه ربات گنجانده شود؛
- د- همه اطلاعات مرتبط با وضعیت عملیاتی تکمیلی، باید در راهنمای عملیات ثبت شوند:
- ۱- استفاده مورد نظر؛

۲-پیشگیری‌ها در مقابل استفاده نادرست قابل پیش‌بینی؛

۳-توضیح در مورد عملیات و کارکردها؛

۴-اقداماتی که باید طبق بندهای ۳ و ۴ توسط مصرف کننده انجام شوند؛

۵-سایر الزامات مرتبط با تعمیر و نگهداری و کنترل.



شکل ج-۱- حفاظ گذاری در طول مشاهده فرایند

پیوست چ

(الزامی)

روش‌های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

جدول چ-۱ الزامات کارایی مخصوص را که برای ایمنی ربات به قدری ضروری شناخته شده‌اند که باید تصدیق یا صحه‌گذاری شوند یا هم تصدیق و هم صحه‌گذاری شوند، را فهرست می‌کند.
به بند ۳-۶ برای نکته‌هایی در مورد استفاده از این جدول، مراجعه شود.

جدول چ-۱- روش‌های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش‌های تصدیق و/یا صحه‌گذاری (به بند ۲-۶ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
										کارایی سامانه کنترل مرتبط با ایمنی (نرم افزار / سخت افزار)	۲-۵
×								×		شرح قابلیت‌های کارایی و اطلاعات و معیارها برای تعیین کارایی در دستورالعمل استفاده.	۱-۲-۵
×			×	×						کارایی $PL=d$ می‌باشد، ساختار رده ۳.	۲-۲-۵
×			×	×						کارایی SIL2، رواداری خرابی سخت‌افزاری ۱ و فاصله آزمایش نباید کمتر از ۲۰ سال باشد.	۲-۲-۵
×		×								نتایج ارزیابی ریسک برای تعیین کارایی.	۳-۲-۵
										طراحی و نصب	۳-۵
×					×			×		سامانه براساس شرایط، طراحی و انتخاب شده است.	۱-۳-۵
				×			×	×		انتخاب وضعیت خودکار باید در بیرون از منطقه حفاظت شده باشد.	۲-۳-۵
								×		کنترل‌های کارانداز باید مطابق استاندارد IEC 60204-1 باشند.	۳-۳-۵
					×		×			سامانه ربات نباید به هیچ فرمان کنترل خارجی یا شرایطی که وضعیت‌های خطرناک ایجاد می‌کنند واکنش نشان دهد.	۳-۳-۵
×				×		×		×		همه منابع تغذیه باید الزامات سازنده را برآورده کنند.	۴-۳-۵
					×	×	×	×		درهای محفظه الکتریکی باید طوری نصب شوند که کاملاً باز شوند و مسیرهای فرار همیشه در دسترس باشند.	۴-۳-۵
						×		×		اتصالات حفاظتی باید استاندارد IEC 60204-1 را برآورده کنند.	۵-۳-۵
				×			×	×		امکانات جداسازی انرژی خطرناک تهیه شوند.	۶-۳-۵
								×		وسایل جداسازی انرژی خطرناک باید به وضوح علامت‌گذاری شوند.	۶-۳-۵
				×			×	×		وسایل آزاد سازی کنترل شده انرژی خطرناک باید تهیه شوند.	۷-۳-۵
								×		وسایل آزادسازی کنترل‌شده انرژی خطرناک باید به وضوح علامت‌گذاری شوند.	۷-۳-۵

ادامه جدول چ ۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										الزامات و/یا اقدامات ایمنی	زیر بندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
				x			x			سامانه ربات با یک توقف حفاظتی تجهیز شده باشد.	۱-۸-۳-۵
				x			x			سامانه ربات با یک توقف اضطراری مستقل، تجهیز شده باشد.	۱-۸-۳-۵
				x				x		توقف های اضطراری و حفاظتی باید امکاناتی برای اتصال دستگاه های حفاظتی خارجی داشته باشند.	۱-۸-۳-۵
				x			x	x		هر ایستگاه کنترل که قادر به شروع حرکت ربات یا سایر کاربردهای خطرناک می باشد، یک توقف اضطراری داشته باشد.	۲-۸-۳-۵
				x			x			کاراندازی، همه حرکات ربات و دیگر کارکردهای خطرناک در سلول ربات را، متوقف کند.	۲-۸-۳-۵
				x			x			دارای یک توقف اضطراری مجزا برای سامانه، یا محدوده کنترل برای کارکردهای چندگانه باشد.	۲-۸-۳-۵
				x			x			همه دستگاه های توقف اضطراری در یک فضای کار، همان محدوده کنترل را داشته باشند.	۲-۸-۳-۵
x								x		اطلاعات محدوده کنترل در دستورالعمل استفاده آمده است.	۲-۸-۳-۵
				x		x	x			کارکرد توقف اضطراری باید مطابق بند ۲-۸-۳-۵ باشد	۲-۸-۳-۵
x				x			x			کارکرد توقف اضطراری باید از رده توقف ۰ یا ۱ باشد.	۲-۸-۳-۵
x										کارکرد توقف اضطراری باید مطابق $PL=d$ ، رده ۳، باشد مگر این که ارزیابی ریسک معیارهای عملکرد دیگری را تعیین کند.	۲-۸-۳-۵
x							x	x		در صورت امکان سیگنال خروجی توقف اضطراری باید هنگامی که منبع تغذیه سامانه ربات جدا می شود، به کار خود ادامه دهد در غیر این صورت، باید یک سیگنال توقف اضطراری تولید کند.	۲-۸-۳-۵
x										رویه های بهبود اضطراری در دستورالعمل استفاده آمده اند.	۱۱-۳-۵
x								x		علائم یا برچسب های رویه های بهبود اضطراری، به سامانه ربات الصاق شده اند یا دستورالعمل هایی جهت الصاق ارائه شده اند.	۱۱-۳-۵
x								x		علائم هشدار نامشخص و مبهم، با همان نوع وسایل هشداری مؤثر جایگزین شده اند.	۱۲-۳-۵
x					x	x		x		سطح روشنایی کار، مشخص شده و در دستورالعمل استفاده تعیین شده اند.	۱۳-۳-۵
		x			x	x	x	x		روشنایی یکپارچه مناسب عملیات، فراهم شده است.	۱۳-۳-۵
x		x			x			x		در یکپارچه سازی سامانه ربات، خطرات کاربرد مد نظر قرار گیرند.	۱۴-۳-۵
x	x			x	x					الزامات ارتباط با سایر ماشین ها، راهنمایی های سازنده را همانطور که در دستورالعمل استفاده آمده اند، دنبال کنند.	۱۴-۳-۵
x	x			x				x		سایر دستگاه های فعال ساز و یکپارچه سازی آنها باید با قسمت اول این استاندارد، مطابقت داشته باشند.	۱۵-۳-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

زیر بندها	الزامات و/یا اقدامات ایمنی	روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
۱۵-۳-۵	دستگاه های فعال ساز تکمیلی کافی برای تعداد پرسنل مورد انتظار درون فضای حفاظت شده، فراهم شده اند.	×			×	×		×	×	×
۱۵-۳-۵	دستگاه های فعال ساز متعدد مرتبط با کنترل یک ربات، کارکرد همسان دارند.		×		×		×			×
۱۵-۳-۵	دستگاه های فعال ساز در مناطقی از سلول که پرسنل در معرض خطر از سمت ربات اضافی یا سایر تجهیزات می باشند، قفل شوند.		×		×	×	×	×	×	×
۱۵-۳-۵	تجهیزات قفل شده اضافی نیازمند یک راه اندازی مجدد جداگانه می باشند.		×		×	×				×
۴-۵	محدود کردن حرکت ربات									
۲-۴-۵	فضای حفاظت شده، به وسیله حفاظ گذاری محیطی با توجه به مکان ملاحظات قرارگیری و جانمایی و خطرات درون آن، ایجاد شده است.	×	×		×			×	×	×
۲-۴-۵	فضای محدود شده ربات با وسایلی که حرکت ربات، مجری نهایی، قید و بست ها و قطعه کار را محدود می کنند، ایجاد شده است.		×	×				×	×	
۲-۴-۵	فضای محدود شده، درون فضای حفاظت شده قرار دارد.	×	×						×	×
۲-۴-۵	حفاظ های محیطی، از فضای محدود شده نزدیکتر به خطر قرار ندارند یا حفاظ محیطی برای این طراحی شده است که مطابق بند ۳-۴-۵، محدود کننده باشد.	×	×			×				
۳-۴-۵	وسایل محدود کننده مکانیکی ربات مطابق با قسمت اول این استاندارد باشند.	×	×	×					×	×
۳-۴-۵	وسایل محدود کننده غیرمکانیکی ربات مطابق با قسمت اول این استاندارد باشند.	×	×			×				
۳-۴-۵	سامانه های کنترل استفاده شده برای وسایل غیرمکانیکی محدود کننده ربات، مطابق قسمت اول این استاندارد باشند، مگر اینکه ارزیابی ریسک، کارایی دیگری را تعیین کند.	×	×	×	×					
۳-۴-۵	فاصله توقف مرتبط با وسایل محدود کننده، در هر محاسباتی از فضای محدود شده، گنجانده شود.	×	×		×	×			×	×
۳-۴-۵	دستگاه های محدود کننده به درستی تنظیم، و ایمن شده اند.	×	×	×			×			
۳-۴-۵	هنگامی که دستگاه های محدود کننده غیرمکانیکی به کار می روند، شامل محور نرم افزاری ایمنی مجاز و محدود کننده فضا (قسمت اول این استاندارد)، فضای محدود شده بر اساس ربات با بار واقعی مشخص می شود.	×	×		×		×			

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

زیربندها	اقدامات و/یا الزامات ایمنی	روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
۳-۴-۵	اگر سرعت ربات به وسیله یک سامانه نظارتی مطابق بند ۵-۲-۲، محدود شده است، فضای محدود شده می تواند بر اساس سرعت واقعی باشد. در غیر اینصورت، فضای محدود شده بر اساس حداکثر سرعت ربات می باشد.		×				×		×	×
۳-۴-۵	اطلاعات در مورد ایمنی مجاز برنامه ریزی شده و محدودیت های فضا، در دستورالعمل استفاده گنجانده شده است.								×	×
۳-۴-۵	در مواردی که حفاظ محیطی به عنوان دستگاه محدود کننده طراحی شده است، نتایج ارزیابی ریسک استفاده می شوند تا الزامات طراحی، قدرت و تغییر شکل حفاظ را تعیین کنند.							×	×	×
۴-۴-۵	دستگاه های محدود کننده مکانیکی دینامیک، قادر به توقف ربات تحت بار و سرعت مجاز باشند.		×	×	×				×	×
۴-۴-۵	کنترل های ایمنی مرتبط ب محدود کننده دینامیک، مطابق الزامات کارایی بند ۵-۲ باشند.					×	×			×
۴-۴-۵	مکان قرارگیری مناطق محدود کننده دینامیکی در دستورالعمل استفاده تعیین شده اند.						×		×	×
۵-۵	جانمایی									
۱-۵-۵	حفاظ گذاری محیطی مطابق بند ۵-۱۰، اجرا شده است.	×	×	×		×	×		×	×
۱-۵-۵	در انتخاب دستگاه حفاظتی، موارد زیر لحاظ شود: فشارهای عملیاتی مورد انتظار، اثر مواد فراوری شده و سایر تأثیرات خارجی مربوطه.	×	×		×				×	×
۱-۵-۵	فواصل ایمنی تا حفاظ های مکانیکی و آن سوی آن، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ باشند.		×		×				×	
۱-۵-۵	حداقل فواصل ایمنی از حفاظ های قفل کننده مطابق استاندارد ISO 13855 باشند.		×		×				×	
۱-۵-۵	حداقل فاصله برای جلوگیری از برخورد، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۰۳ باشد.		×		×				×	
۲-۵-۵	حداقل فضای دسترسی به اندازه ۵۰۰mm در مناطق کاری که نیازمند استفاده از سرعت بالای دستی باشند، باقی مانده است.		×		×	×		×	×	
۲-۵-۵	در صورت امکان، طراحی جانمایی اجازه دهد که وظایف در بیرون از فضای حفاظت شده، انجام شوند.		×						×	×
۲-۵-۵	دسترسی ایمن و کافی به محل های انجام وظایف در فضای حفاظت شده فراهم شده است.		×		×			×	×	×
۲-۵-۵	مسیرها و وسایل دسترسی بدون خطر باشند.		×		×			×	×	×

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×	×	×			×			×		وسایل دسترسی دائمی برای وظایفی با تکرار بالا تهیه شده اند.	۲-۵-۵
	×					×		×		وسایل دسترسی به تجهیزات الکتریکی که بالاتر از سطح دسترسی معمولی قرار گرفته اند، فراهم شده اند.	۲-۵-۵
	×	×				×		×		وسایل دسترسی به دستگاه های قرار گرفته در سطح دسترسی بین ۴۰۰mm و ۲۰۰۰mm، تدارک دیده شده اند.	۲-۵-۵
×	×					×		×		سکوها، مسیر های عبور، پله ها، نردبان های متحرک و ثابت، مطابق استاندارد ISO 14122 طراحی/انتخاب شده اند.	۲-۵-۵
	×	×			×	×	×	×		حفاظ گذاری بین سلول های مجاور، فراهم شود.	۲-۵-۵
	×	×			×	×	×	×		حفاظ گذاری سلول های مجاور، حین انتقال مواد، فراهم شود.	۲-۵-۵
	×				×		×	×		افراد وارد شده به فضای حفاظت شده ای که در آن فضا، مواد وارد و خارج می شوند، ردیابی شوند.	۳-۵-۵
	×				×		×	×		اقدامات حفاظتی از ارتباط با خطر جلوگیری کنند، یا خطرات را به حالت ایمن در آورند.	۳-۵-۵
×		×	×	×				×		وضعیت های عملیاتی مطابق بندهای ۲-۴-۵ و ۳-۴-۵ یا یک وضعیت کنترل مجزا برای مشاهده فرایند درون فضای حفاظت شده فراهم شده اند.	۴-۵-۵
کاربرد وضعیت عملیاتی سامانه ربات											۶-۵
	×	×		×	×			×		سامانه های رباتیکی که برای عملیات انتخاب نشده اند، در وضعیتی ایمن در سلول چندگانه ربات بمانند.	۱-۶-۵
	×	×		×	×			×		سایر ربات های در سلول که به طور دستی عمل نمی کنند، خطر ایجاد نکنند.	۱-۶-۵
			×	×			×	×		انتخاب وضعیت غیر مجاز و/یا غیر آگاهانه ممنوع باشد.	۲-۶-۵
			×	×	×		×	×		وسایل انتخاب، فقط وضعیت انتخاب شده را فعال کند نه عملیات را.	۲-۶-۵
			×	×	×		×	×		کاراندازی جداگانه برای شروع عملیات ربات، مورد نیاز است.	۲-۶-۵
					×		×	×		علامت واضحی از وضعیت عملیاتی، تهیه شود.	۲-۶-۵
			×	×	×		×			تغییر حالت عملکردی خطر ایجاد نمی کند.	۲-۶-۵
			×	×	×		×			ورود به فضای حفاظت شده حین وضعیت خودکار، سبب یک توقف حفاظتی شود.	۱-۳-۶-۵
			×	×	×		×			انتخاب وضعیت خودکار، شرایط توقف اضطراری یا توقف حفاظتی را لغو نمی کند.	۲-۳-۶-۵
×	×		×	×	×		×			انتخاب وضعیت خودکار، بیرون از فضای حفاظت شده قرار دارد.	۲-۳-۶-۵
				×	×		×			تغییر از وضعیت خودکار، باعث ایجاد توقف شود.	۲-۳-۶-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
	×		×	×	×		×			عملیات خودکار از بیرون فضای حفاظت شده شروع شده است.	۳-۳-۶-۵
	×		×	×	×		×			شروع حالت خودکار فقط هنگامی که همه حفاظها فعال می باشند انجام می شود.	۳-۳-۶-۵
×					×		×	×		شروع و راه اندازی مجدد، عملیاتی ساده می باشد.	۴-۳-۶-۵
×			×	×			×	×		اقدامات حفاظتی بر شروع به کار و راه اندازی مجدد، مقدم می باشند.	۴-۳-۶-۵
×		×	×	×						کارکرد کنترل مرتبط با ایمنی مطابق بند ۲-۲-۵ می باشد.	۴-۳-۶-۵
			×	×			×			قفل های کاراندازی دستی جهت شروع به کار و راه اندازی مجدد، فراهم شده اند.	۴-۳-۶-۵
×	×		×	×	×		×	×		هنگامی که پرسنل درون فضای حفاظت شده می باشند، از شروع به کار و راه اندازی مجدد، در امان هستند.	۴-۳-۶-۵
×	×			×	×		×	×		کنترل های شروع به کار و راه اندازی مجدد، از درون فضای حفاظت شده نمی توانند فعال شوند.	۴-۳-۶-۵
×			×	×	×		×			اقدامات حفاظتی و ایمنی کارکردی فراهم شده اند تا تضمین کنند پیش از شروع به کار و راه اندازی مجدد، کسی درون فضای حفاظت شده نیست.	۴-۳-۶-۵
		×	×	×	×		×			در صورت لزوم، تشخیص حضور یا هشدار پیش از شروع قابل شنیدن و دیدن، فراهم شود.	۱-۴-۶-۵
×	×							×		دستگاه های توقف اضطراری قابل دسترسی، درون فضای حفاظت شده فراهم شده اند.	۱-۴-۶-۵
×	×		×	×				×		کنترل داخلی هنگام دخالت دستی، از واحد کنترل دستی استفاده کند.	۱-۴-۶-۵
	×				×			×		مکان قرارگیری دستگاه های کنترل، مشاهده فضای کار را ممکن سازد.	۱-۴-۶-۵
×	×			×	×			×		دستگاه کنترل توقف، نزدیک هر دستگاه کنترل شروع به کار، قرار گیرد.	۱-۴-۶-۵
×			×	×			×			حین کنترل محلی، کنترل از منابع دیگر غیرممکن شود.	۱-۴-۶-۵
×	×		×			×	×			تنظیم TCP با استفاده از ویژگی جابجایی انجام شود.	۲-۴-۶-۵
×			×		×	×	×			حداکثر سرعت TCP، کم تر از ۲۵۰ mm/s باشد.	۲-۴-۶-۵
		×								تعیین اینکه آیا سرعت پایین تر مورد نیاز است.	۲-۴-۶-۵
×			×	×	×		×			دستگاه فعال ساز کارکردی، برای حرکت لازم می باشد.	۲-۴-۶-۵
×							×	×		الزامات قسمت اول این استاندارد و واحدهای کنترل دستی برآورده شده اند.	۳-۴-۶-۵
×										دستورالعمل استفاده، شامل آزمون کارکردی دستگاه فعال ساز باشد.	۳-۴-۶-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×		×	×		×		×			کنترل از راه دور فقط هنگامی که دستگاه در وضعیت دستی باشد، امکان پذیر باشد.	۵-۶-۵
×			×		×		×			فقط یک منبع کنترل واحد هنگام کنترل از راه دور، در یک زمان فعال می باشد.	۵-۶-۵
×			×		×		×			کنترل از راه دور، انتخاب موضعی را لغو نمی کند و شرایط خطرناک ایجاد نمی کند.	۵-۶-۵
×			×		×		×			فعالسازی کارکرد از راه دور، فقط از کنترل موضعی عملیات، امکان پذیر باشد.	۵-۶-۵
×			×				×			محدودیت هایی برای محور نرم افزاری ایمنی مجاز که از راه دور تغییر می کند و پارامترهای محدودکننده فضا وجود دارند.	۵-۶-۵
×				×			×	×		علامتی که نشان دهنده فعال بودن کنترل از راه دور می باشد، وجود دارد.	۵-۶-۵
×					×		×			هنگامی که در سرعت بالای دستی می باشد، از کنترل از راه دور جلوگیری شود.	۵-۶-۵
×		×								دستورالعمل استفاده، الزامات دخالت از راه دور را فراهم کند.	۵-۶-۵
واحدهای کنترل دستی											۷-۵
×			×	×			×	×		واحدهای کنترل دستی که درون فضای حفاظت شده استفاده می - شوند، مطابق قسمت اول این استاندارد باشند.	۱-۷-۵
×	×			×		×	×	×		توقف اضطراری واحد کنترل دستی مطابق بند ۵-۳-۸-۲ باشد.	۱-۷-۵
×	×						×	×	×	واحدهای کنترل دستی با سیم باید طول و دوام کابل مناسب و کافی داشته باشد.	۱-۷-۵
×	×	×		×	×			×		ذخیره سازی واحد کنترل دستی برای جلوگیری از آسیب، تهیه شده است.	۱-۷-۵
×				×	×		×	×		واحدهای کنترل دستی بدون سیم یا قابل جدا شدن، الزامات قسمت اول این استاندارد را برآورده کند.	۲-۷-۵
×				×	×		×	×		توقف اضطراری و دستگاه فعال ساز مطابق قسمت اول این استاندارد باشند.	۲-۷-۵
×			×	×	×		×	×		از کنترل غیرآگاهانه اجتناب شود.	۲-۷-۵
×			×	×	×		×	×		واحد کنترل دستی بی سیم به طور همزمان به بیش از یک سامانه ربات متصل نباشد.	۲-۷-۵
×				×	×		×			قطع سیگنال سبب ایجاد توقف و عملی آگاهانه برای شروع مجدد باشد.	۲-۷-۵
×	×			×	×		×	×		قطع ارتباط و ذخیره سازی، الزامات را برآورده کند.	۲-۷-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×			×		×		×			نقطه کنترل واحد، فراهم شده است.	۲-۷-۵
	×						×	×		کنترل واحد کنترل دستی چند رباته، علامتی داشته باشد که نشان دهد کدام رباتها کنترل می شوند.	۳-۷-۵
×			×	×			×	×		همه چند- ربات های انتخاب شده در همان وضعیت عملیاتی باشند.	۳-۷-۵
×	×			×	×		×			ربات هایی که انتخاب نشده اند، خطر ساز نشوند.	۳-۷-۵
×		×	×	×			×	×		کنترل های هدایت دستی الزامات قسمت اول این استاندارد را برآورده کنند.	۴-۷-۵
تعمیر و نگهداری											۸-۵
×	×	×			×			×		رویه هایی جهت بازرسی و تعمیر فراهم شده اند و توصیه های سازنده مد نظر قرار گرفته است و عملیات ایمن پیوسته ممکن می باشد.	۱-۸-۵
×	×							×		دستورالعمل استفاده شامل الزاماتی برای آزمون کارکردی دوره ای اجزاء مرتبط با ایمنی تجهیزات باشد.	۱-۸-۵
×	×	×					×	×		سامانه برای دسترسی ایمن جهت تعمیر و نگهداری طراحی شده است.	۲-۸-۵
×	×			×	×		×	×		سامانه دارای وسایلی برای کنترل انرژی خطرناک با جزئیاتی که در دستورالعمل استفاده قید شده است، باشد.	۲-۸-۵
×	×	×		×	×		×	×		سامانه دارای حفاظ های جایگزین کافی، جهت اجرای وظایفی که بدون جدا کردن انرژی انجام می شوند، باشد.	۲-۸-۵
×	×					×	×	×		حفاظ ها با اندازه مناسب باشند تا دسترسی آسان را ممکن سازند.	۳-۸-۵
×							×	×		حفاظ های ثابتی که برای وظایف تعمیر و نگهداری غیر معمول فراهم شده اند، فقط با استفاده از ابزار قابل جدا شدن باشند.	۳-۸-۵
×	×	×		×			×	×		نقاط دسترسی متعدد به وسیله دستگاه های حفاظتی، ترجیحاً حفاظ های قابل جابه جایی، حفاظت شوند. حفاظ های قابل جابه جایی با رسیدن به موقعیت حفاظت، فرمان شروع به کار را آغاز نکنند.	۳-۸-۵
×	×	×	×	×			×	×		زمانی که امکان باقی ماندن در ناحیه حفاظت شده هنگام بسته بودن حفاظ قابل جابجایی وجود دارد، اقدامات حفاظتی بیشتر فراهم شده اند.	۳-۸-۵
×		×	×	×			×	×		یک دستگاه تشخیص حضور که در ارتباط با قفل شروع به کار مجدد استفاده شده است، حداقل الزامات نوع ۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۴۹۶ را برآورده کند.	۳-۸-۵
رابط سامانه تولید یکپارچه (IMS)											۹-۵
×	×	×						×		ارزیابی ریسک و یکپارچه سازی سامانه، خطراتی را که به وسیله سایر تجهیزات در فضای حفاظت شده ایجاد شده اند را مد نظر قرار دهند.	۱-۹-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×	×			×	×		×	×		IMS کارکرد توقف اضطراری تکی دارد که بر همه بخش های مرتبط به هم در یک ماشین، تأثیر می گذارد.	۲-۹-۵
×	×			×			×	×		توقف اضطراری مطابق بند ۳-۵-۸-۲ باشد.	۲-۹-۵
×										دستورالعمل استفاده اطلاعاتی در مورد محدوده کنترل هر دستگاه توقف اضطراری باشد.	۲-۹-۵
×	×		×	×						کنترل های مرتبط با ایمنی بین IMS و ربات، مطابق بند ۲-۲-۵ باشند.	۳-۹-۵
×	×		×	×	×		×	×		مدارهای ایمنی، بر حرکات خطرناک درون منطقه و در رابط های مناطق همجوار، تأثیرگذار باشند.	۳-۹-۵
×				×			×			سامانه کنترل IMS از انتخاب کنترل موضعی، آگاه باشد.	۴-۹-۵
			×	×			×			IMS نمی تواند کنترل موضعی را لغو کند.	۴-۹-۵
			×	×	×		×			کارکردهای توقف حفاظتی و اضطراری در طی کنترل موضعی، عملیاتی باقی بمانند.	۴-۹-۵
×	×				×			×		وسایل انتخاب کنترل موضعی در نزدیکی مواردی که کنترل می شوند، قرار دارند.	۴-۹-۵
×	×			×	×		×	×		لغو انتخاب کنترل موضعی، شرایط خطرناک را درون فضای حفاظت شده، ایجاد نمی کند.	۴-۹-۵
×	×			×	×		×			اگر لغو انتخاب می تواند درون فضای حفاظت شده اتفاق بیافتد، آنگاه تأیید جداگانه ای از بیرون سلول مورد نیاز می باشد.	۴-۹-۵
×			×	×			×			دستگاه های فعال ساز بیشتر مطابق بند ۳-۵-۱۵ باشند.	۴-۹-۵
×	×		×	×	×		×			دستگاه فعال ساز موافق با محدوده های IMS، قفل شده است.	۵-۹-۵
×			×	×			×			انتخاب وضعیت مطابق قسمت اول این استاندارد باشد.	۶-۹-۵
×	×	×		×	×		×	×		IMS برای مداخلت دستی ایمن شامل منطقه بندی، در هنگام لزوم، طراحی شده است.	۷-۹-۵
										یکپارچه سازی سامانه ربات درون یک منطقه وظیفه، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۵۳ باشد.	۷-۹-۵
حفاظ گذاری											۱۰-۵
×										حفاظ ها و دستگاه های حفاظتی الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ را برآورده کنند.	۱-۱۰-۵
	×	×			×			×		انتخاب حفاظ های محیطی با در نظر گرفتن همه وظایف و خطرات انجام شود.	۲-۱۰-۵
	×				×	×		×		حفاظ ها به طور ایمن نصب و به طور دقیق در جای خود قرار داده شده اند.	۱-۳-۱۰-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
	x			x		x				حفاظت های ثابت و متحرک الزامات استاندارد ISO 14120 را برآورده کنند.	۲-۳-۱۰-۵
	x			x		x				حداقل فاصله هر خطری تا حفاظ های ثابت و متحرک مطابق الزامات مربوطه استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰، تعیین می شود.	۲-۳-۱۰-۵
	x			x		x				هنگام ممانعت از دسترسی به حفاظ ها، استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۰۰ برای تعیین حداقل فاصله ایمن، به کار می رود.	۲-۳-۱۰-۵
x	x				x		x	x		دستگاه های حفاظتی تشخیص حضور که از شروع به کار یا راه اندازی مجدد جلوگیری می کنند، مطابق بند ۵-۱۰-۳-۳ باشند.	۳-۳-۱۰-۵
x	x				x		x	x		دستگاه های حفاظتی تشخیص حضور جهت فراهم کردن فضای باز، مطابق بند ۵-۱۰-۳-۳ باشند.	۴-۳-۱۰-۵
x								x		همه حفاظ ها الزامات عملی استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۰ و ISO 14120 را برآورده کنند.	۱-۴-۱۰-۵
x				x			x	x		دستگاه های قفل کننده مرتبط با حفاظ ها، الزامات عملی را برآورده کنند.	۱-۴-۱۰-۵
							x	x		برای جدا کردن حفاظ های ثابت، ابزار مورد نیاز باشد.	۱-۴-۱۰-۵
							x	x		سامانه های ثابت، در صورت لزوم، به حفاظ ها و ماشین آلات متصل باشند، زمانی که که جدا می شوند.	۱-۴-۱۰-۵
x	x	x				x		x		حفاظ گذاری محیطی نزدیکتر از فضای حفاظت شده به خطر نصب نشده است (برای استثنائات به بند ۵-۱۰-۴ مراجعه شود).	۱-۴-۱۰-۵
	x				x	x				فاصله بین زیر حفاظ تا کف زمین یا سایر فواصل خالی در حفاظ، امکان دسترسی به سمت دیگر، بالا، اطراف یا میان حفاظ و رسیدن به خطر را برای فرد ایجاد نمی کند.	۲-۴-۱۰-۵
						x				ارتفاع حفاظ حداقل ۱۴۰۰ mm می باشد.	۲-۴-۱۰-۵
x				x			x			دستگاه های قفل کننده مرتبط با حفاظ های متحرک، الزامات عملی را برآورده می کنند.	۳-۴-۱۰-۵
	x				x			x		حفاظ های متحرک در موقعیت بسته خود، از رسیدن کاربرها به مناطق خطرناک جلوگیری می کنند.	۳-۴-۱۰-۵
	x						x	x		حفاظ های متحرک به صورت عرضی یا دور از خطر، و به بیرون فضای حفاظت شده باز می شوند.	۳-۴-۱۰-۵
					x		x			وسایل قفل کننده فراهم شود تا همه خطرات را پیش از این که اپراتور بتواند به آنها دسترسی پیدا کند، به حالت ایمن در آورد.	۳-۴-۱۰-۵
x	x					x				حفاظ های متحرک با دقت در جای خود قرار گرفته اند (به بند ۵-۱۰-۳-۲ مراجعه شود).	۳-۴-۱۰-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										زیربندها	اقدامات و/یا الزامات ایمنی
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×				×			×			۳-۴-۱۰-۵	حفاظت های متحرک استفاده شده جهت شروع بسته شدن (حفاظت های کنترل) الزامات عملی را برآورده کنند.
×				×						۳-۴-۱۰-۵	کارکرد قفل کردن حفاظ متحرک حداقل الزامات بند ۵-۲-۲ را دارا باشد.
×				×			×			۳-۴-۱۰-۵	کاراندازهای بازنشانی حفاظ متحرک مطابق بند ۵-۳-۶-۴ می باشند.
×				×			×			۴-۴-۱۰-۵	در صورت لزوم، علاوه بر قفل کنترل، قفل حفاظ نیز فراهم شده است.
×					×		×			۴-۴-۱۰-۵	قفل کردن حفاظها مطابق بندهای ۵-۴-۱۰-۴ الف و ب می باشد
×		×	×	×			×			۴-۴-۱۰-۵	پارامترهای فرایند که به عنوان شرایطی برای قفل کردن یا باز کردن استفاده شده اند، همان الزامات ایمنی کارکردی کارکرد قفل کردن را برآورده می کنند.
×	×						×			۵-۴-۱۰-۵	فضای حفاظت شده وسایلی جهت جلوگیری از گیر افتادن یک فرد درون این فضا، دارد.
×										۱-۵-۱۰-۵	تجهیزات حفاظتی حساس به فشار و حساس الکتریکی، الزامات عملی را برآورده می کنند.
×	×					×				۲-۵-۱۰-۵	تجهیزات حفاظتی حساس استفاده شده جهت شروع یک توقف حفاظتی، به درستی در جای خود قرار گرفته اند.
	×					×	×	×		۲-۵-۱۰-۵	تجهیزات حفاظتی حساس به صورت ایمن نصب شده و در جای خود قرار گرفته اند به طوریکه اپراتور نمی تواند منطقه تشخیص را دور بزند.
×			×	×			×			۲-۵-۱۰-۵	چنان چه زمانیکه شرایط خطرناک می باشد، تجهیزات حفاظتی حساس فعال شوند، یک توقف حفاظتی آغاز می شود.
			×	×			×			۲-۵-۱۰-۵	پس از کاراندازی، شرایط خطرناکی که توسط تجهیزات حفاظتی حساس، حفاظت شده اند، از هرگونه حرکت یا موقعیت خطرناک جلوگیری می شوند تا زمانی که تجهیزات حفاظتی حساس بازنشانی شوند.
					×		×			۲-۵-۱۰-۵	بازنشانی تجهیزات حفاظتی حساس به خودی خود وضعیت های خطرناک ایجاد نمی کند.
×						×				۲-۵-۱۰-۵	فرمول حداقل فاصله ایمن مورد استفاده جهت تعیین حداقل فاصله تجهیزات حفاظتی حساس برای دسترسی از همه جهات، با استفاده از حداکثر گسترش اجزاء متحرک تا جهت دسترسی، به کار می رود.
	×		×	×			×			۲-۵-۱۰-۵	هنگامی که بخشی از اپراتور امکان دارد که در فضای حفاظت شده باقی بماند، اقدامات بیشتر فراهم می شوند تا از وضعیت های خطرناک جلوگیری کنند.

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										زیربندها	اقدامات و/یا الزامات ایمنی
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
	×		×	×			×			۲-۵-۱۰-۵	اگر امکان مخفی ماندن اپراتور از مکان کنترل بازنشانی وجود داشته باشد، اقدامات حفاظتی تکمیلی برای جلوگیری از بازنشانی قفل راه اندازی مجدد فراهم می باشد.
							×			۲-۵-۱۰-۵	بازنشانی قفل راه اندازی مجدد نیازمند عمل انسانی آگاهانه می باشد.
	×		×	×			×			۳-۵-۱۰-۵	تجهیزات حفاظتی حساس تشخیص حضور که برای ممانعت از شروع به کار مورد استفاده قرار گرفته اند، در ارتباط با سایر اقدامات ایمنی استفاده شده اند.
	×						×	×		۳-۵-۱۰-۵	دستگاه های تشخیص حضور طوری در موقعیت خود قرار گرفته و تنظیم شده اند که یک فرد یا جزئی از یک فرد که در منطقه شناسایی حضور دارد، تشخیص داده خواهد شد.
	×				×		×	×		۳-۵-۱۰-۵	در صورت لزوم، اقدامات تکمیلی فراهم شده اند تا تضمین کنند که امکان دور زدن منطقه تشخیص وجود ندارد.
					×			×		۱-۶-۱۰-۵	اقداماتی برای تضمین این که کاربرها در معرض خطرات بیشتر ناشی از عملیات ایستگاه حمل دستی مواد نباشند، فراهم شده اند.
×	×			×	×		×	×		۱-۶-۱۰-۵	اقداماتی انجام شده اند تا از قرارگیری اپراتور در معرض خطرات مرتبط با کاربرد جلوگیری کنند.
×	×				×		×	×		۲-۶-۱۰-۵	اقداماتی فراهم شده اند که از دسترسی اپراتور با خطراتی که از حرکات ایستگاه های دستی ناشی می شوند، جلوگیری کنند.
	×					×				۲-۶-۱۰-۵	فاصله خالی بین یک ایستگاه متحرک و اجزاء ثابت فراتر از ۱۲۰mm نمی رود.
	×			×		×	×			۳-۶-۱۰-۵	هنگامی که تشخیص حضور برای تشخیص اپراتور در فضای کار مشترک استفاده می شود، منطقه تشخیص دستگاه، کل ناحیه فضای کار مشترک را پوشش می دهد.
				×			×	×		۳-۶-۱۰-۵	هنگامی که قفل راه اندازی مجدد در یک فضای کار مشترک تدارک دیده شود، اقداماتی برای ممانعت از بازنشانی ناخواسته قفل راه اندازی مجدد، تهیه شده اند.
×	×			×			×	×		۳-۶-۱۰-۵	هنگامی که قفل راه اندازی مجدد دستی در یک فضای کار مشترک تدارک دیده شده است، کل فضای کار مشترک از دستگاه بازنشانی یا اقدامات بیشتری که اعمال شده اند، قابل دیدن می باشد.
	×					×	×	×		۷-۱۰-۵	فضاهای باز ورود و خروج مواد کمترین ابعاد ضروری را دارند.
	×						×	×		۷-۱۰-۵	از خطرات شکستن/بریدن بین مواد و لبه های فضای باز ممانعت می شود.
	×	×		×			×	×		۷-۱۰-۵	از دسترسی به خطر ممانعت شود یا این دسترسی تشخیص داده شود.

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

زیربندها	اقدامات و/یا الزامات ایمنی	روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
۷-۱۰-۵	تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی، عبور مواد را یا از طریق کارکرد غیرفعال سازی یا با یک تغییر در منطقه حفاظت، ممکن می کند.	×	×	×	×	×			×	×
۷-۱۰-۵	کارکرد غیر فعال سازی، الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۶۸-۱ را برآورده می کند.				×					×
۷-۱۰-۵	سطح ایمنی کارکردی برای غیرفعال سازی و تغییر در ناحیه حفاظت (به عنوان مثال، خالی کردن) حداقل همان سطح ایمنی کارکردی تعیین شده توسط ارزیابی ریسک برای تجهیزات حفاظتی حساس الکتریکی، می باشد.					×		×		×
۸-۱۰-۵	اقداماتی برای جلوگیری از دسترسی اپراتور با خطرات یا دفع خطرات بین سلولهای مجاور، فراهم شده اند.	×	×		×			×	×	
۸-۱۰-۵	حفاظت های ثابت مورد استفاده جهت جلوگیری از دسترسی به خطرات در سلول های مجاور، حداقل ارتفاع ۱۴۰۰mm داشته باشند.			×					×	
۸-۱۰-۵	انتخاب امکاناتی غیر از حفاظ های ثابت، مطابق بند ۴-۵ می باشد.							×	×	×
۸-۱۰-۵	اقدامات غیرفعال شده جهت عملیات تولید، سطح ایمنی کارکردی تعیین شده توسط ارزیابی ریسک را برآورده می کنند.		×			×	×	×		×
۹-۱۰-۵	عملگرهای نهایی و سامانه های تغییر ابزار طوری طراحی و ساخته شده اند که اتلاف یا تجدید منبع انرژی، منجر به خطر نمی شود.	×	×			×		×		×
۹-۱۰-۵	طراحی سامانه تغییر ابزار طوری است که تضمین می کند استفاده نادرست، منجر به وضعیت خطرناک نمی شود.	×	×			×		×		×
۹-۱۰-۵	تغییر ابزار فقط در موقعیت تغییر ابزار ممکن می باشد.		×			×	×		×	
۹-۱۰-۵	سامانه تغییر ابزار، الزامات دینامیکی و استاتیکی مورد انتظار را متحمل می شود.		×	×				×		×
۱۰-۱۰-۵	غیرفعال سازی فقط محدود به فرایندهای ضروری می باشد.	×				×	×	×	×	×
۱۰-۱۰-۵	هنگامی که غیرفعال سازی پایان می یابد، فرد نمی تواند در منطقه خطرناک، شناسایی نشده باقی بماند.		×					×	×	
۱۰-۱۰-۵	کارکرد غیرفعال سازی ها زمانیکه شرایط غیرفعال سازی درست باشند، به صورت خودکار شروع می شود و پایان می یابد.		×		×	×	×			
۱۰-۱۰-۵	کارکرد غیرفعال سازی به سطح برابری از کارکرد ایمنی می رسد، همین که کارکرد حفاظتی غیرفعال می شود.	×				×	×	×		×
۱۰-۱۰-۵	سطح کارایی عملیات غیرفعال سازی بر سطح کارایی کارکرد حفاظتی، تأثیر نامطلوب نمی گذارد.	×				×	×	×		×
۱۰-۱۰-۵	در صورت بروز نقص در کارکرد غیرفعال سازی، از غیرفعال سازی بعدی تا هنگام اصلاح نقص، ممانعت می شود.					×	×			

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×	×									توضیحی از وسایل غیرفعال سازی، مکان، مناطق و کارکرد در دستورالعمل استفاده آمده است.	۱۰-۱۰-۵
×		×	×	×			×	×		وظایفی که نیازمند تعلیق حفاظها می باشند، وضعیت عملیاتی اختصاصی دارند.	۱۱-۱۰-۵
×			×	×			×	×		انتخاب وضعیت عملیات، با وسایل ایمن انجام می شود.	۱۱-۱۰-۵
×				×	×		×	×		هنگامی که حفاظها به طور خودکار تعلیق می شوند الزامات بندهای ۱۱-۱۰-۵ (الف) تا ۱۱-۱۰-۵ (ج) برآورده شده اند.	۱۱-۱۰-۵
	×	×			×					هنگامی که حفاظها به طور خودکار تعلیق می شوند، تجهیزات غیرضروری جهت انجام وظایف، در شرایط توقف حفاظتی یا تحت کنترل مستقیم اپراتور می باشند.	۱۱-۱۰-۵
×										دستورالعمل استفاده در ارتباط با وضعیت های بحرانی، هنگامی که لازم است تعلیق حفاظها به طور دستی انجام شود، تهیه شده اند.	۱۱-۱۰-۵
ربات های مشترک با انسان											۱۱-۵
×										دستورالعمل استفاده شامل توضیحی از حفاظهای موردنیاز و انتخاب وضعیت می باشد.	۱-۱۱-۵
×	×	×								یکپارچه ساز ارزیابی ریسکی را انجام داده است که همه فضای کار مشترک را لحاظ قرار داده است (به ۱۱-۵-۲ الف مراجعه شود).	۲-۱۱-۵
×	×		×	×						ربات های در فضای کار مشترک، الزامات قسمت اول این استاندارد را برآورده کنند.	۲-۱۱-۵
×			×	×						دستگاه (های) حفاظتی برای تشخیص حضور، الزامات قید شده در بند ۲-۵-۲ را برآورده کنند.	۲-۱۱-۵
×			×	×						دستگاه (های) حفاظتی بیشتر در فضای کار مشترک، الزامات بند ۵-۲ را برآورده کنند.	۲-۱۱-۵
	×	×			×		×	×		حفاظ گذاری طوری طراحی و نصب شده است که جلوتر رفتن افراد در سلول را (خارج از فضای کار مشترک) تشخیص دهد یا از آن ممانعت کند.	۲-۱۱-۵
	×				×		×			اگر نفوذ به فضای حفاظتی خارج از فضای کار مشترک، اتفاق بیافتد، ربات متوقف و خطرات قطع می شوند.	۲-۱۱-۵
	×				×		×	×		حفاظت محیطی، از ورود افراد به فضای حفاظت شده غیر مشترک، ممانعت می کند و یا این ورود را تشخیص می دهد.	۲-۱۱-۵
×		×	×	×						سایر ماشین های متصل در فضای کار مشترک که کارکردهای مرتبط با ایمنی دارند، مطابق ۲-۵-۲ می باشند مگر اینکه ارزیابی ریسک تشخیص دیگری دهد.	۲-۱۱-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
	×				×			×		فضای کار مشترک که در آن تعامل مستقیم انسان با ربات صورت می پذیرد، به وضوح مشخص شده است (به عنوان مثال، به وسیله علامت گذاری روی کف زمین).	۳-۱۱-۵
×			×	×			×			ویژگی های کارایی ربات در ارتباط با دستگاه های حفاظتی، مطابق بند ۲-۲-۵ می باشند.	۳-۱۱-۵
		×	×	×			×	×		اگر بیش از یک فرد، درگیر عملیات مشترک باشد، هر فرد با کنترل هایی که مطابق بند ۲-۲-۵ می باشند، حفاظت می شود.	۳-۱۱-۵
×		×			×		×	×		فضای کار مشترک، انجام آسان وظایف را ممکن می سازد.	۳-۱۱-۵
	×	×			×			×		مکان قرارگیری تجهیزات، خطرات بیشتر ایجاد نمی کند.	۳-۱۱-۵
×	×	×				×	×	×		اقدامات حفاظتی بیشتر برای جلوگیری از قرار گرفتن در معرض خطرات گیر افتادن یا در تنگنا قرار گرفتن، در مناطقی که فضای بازشان کم تر از ۵۰۰mm می باشد، وجود دارند.	۳-۱۱-۵
×	×	×	×	×	×		×	×		تغییر از عملیات مستقل به عملیات مشترک و بر عکس، پرسنل را در معرض خطر قرار نمی دهد.	۴-۱۱-۵
×		×								قابلیت (های) ایمنی مناسب برای عملیات ربات مشترک، انتخاب شده اند.	۱-۵-۱۱-۵
×		×	×	×			×			نقص تشخیص داده شده در قابلیت های ایمنی انتخاب شده، باعث یک توقف حفاظتی مطابق بند ۳-۵-۳-۸ می شود.	۱-۵-۱۱-۵
	×		×	×	×		×			اگر نقصی تشخیص داده شود، عملیات مستقل فقط پس از یک راه اندازی مجدد آگاهانه از بیرون فضای مشترک، ادامه پیدا می کند.	۱-۵-۱۱-۵
	×	×		×	×		×			اگر از فناوری توقف نظارت شده ایمنی مجاز استفاده می شود، هنگامی که یک فرد وارد فضای کار مشترک می شود، حرکات ربات متوقف و توقف نظارت شده ایمنی مجاز، باقی می ماند.	۲-۵-۱۱-۵
×			×	×	×		×			در حالت هدایت دستی ربات، هنگامی که ربات به موقعیت انتقال دستی می رسد، ک توقف نظارت شده ایمنی مجاز، مطابق با قسمت اول این استاندارد انجام شود.	۳-۵-۱۱-۵
×			×	×			×			دستگاه هدایت دستی، الزامات این استاندارد و قسمت اول این استاندارد را برآورده کند.	۳-۵-۱۱-۵
	×				×			×		در حالت هدایت دستی ربات، دید واضحی از کل فضای کار مشترک وجود دارد.	۳-۵-۱۱-۵
×			×	×	×		×			هنگامی که اپراتور، دستگاه هدایت دستی را آزاد می کند، یک توقف نظارت شده ایمنی مجاز مطابق قسمت اول این استاندارد انجام شود.	۳-۵-۱۱-۵

ادامه جدول چ-۱- روش های تصدیق اقدامات و الزامات ایمنی

روش های تصدیق و/یا صحه گذاری (به بند ۶-۲ مراجعه شود)										اقدامات و/یا الزامات ایمنی	زیربندها
I	H	G	F	E	D	C	B	A			
×	×		×	×						اگر از فناوری نظارت موقعیت و سرعت استفاده می شود، ربات ها در فضای کار مشترک با انسان، مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشند.	۴-۵-۱۱-۵
×	×	×								پارامترها براساس ارزیابی ریسک تعیین شده و راهنمایی به وسیله ISO/TS 15066 انجام شده اند.	۴-۵-۱۱-۵
×	×		×	×						اگر از فناوری محدود کننده نیرو و توان استفاده می شود، ربات ها در فضای کار مشترک با انسان مطابق الزامات قسمت اول این استاندارد باشند.	۵-۵-۱۱-۵
×	×	×								پارامترها توسط ارزیابی ریسک، تعیین شده و راهنمایی به وسیله ISO/TS 15066 فراهم شده است.	۵-۵-۱۱-۵
ماموریت دادن به سامانه ربات											۱۲-۵
×	×	×							×	طرح فرمان دادن شامل اطلاعاتی برای اقدامات حفاظتی (حفاظت های داخلی) مورد نیاز در طی فرمان دادن، می باشد.	۱-۱۲-۵
×	×	×							×	حفاظت های داخلی در مقابل خطرات تعیین شده توسط ارزیابی ریسک، حفاظت می کنند.	۲-۱۲-۵
	×								×	حداقل، موانع هشدار برای تعریف فضای محدود شده، نصب شده اند.	۲-۱۲-۵
×										حفاظت های داخلی در دستورالعمل استفاده تعیین شده اند.	۲-۱۲-۵
×										طرح رویه راه اندازی اولیه شامل موارد فهرست شده در بند ۵-۱۲-۳ به عنوان حداقل موارد	۳-۱۲-۵

پیوست ح
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۹۲۲، ایمنی ماشین آلات - کاهش ریسک ناشی از مواد خطرناک منتشر شده به وسیله ماشین آلات بر روی سلامتی قسمت اول : اصول و خصوصیات برای سازندگان ماشین آلات

[۲] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۹۲۲، ایمنی ماشین آلات - کاهش احتمال خطر ناشی از مواد خطرناک منتشر شده به وسیله ماشین آلات بر روی سلامتی - قسمت دوم : اصول لازم برای تأیید روش های اجرایی

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۹-۷-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشارضعیف-قسمت ۷-۷۲۹ : الزامات مکان ها یا تأسیسات خاص-گذرگاه های عملیاتی یا تعمیر و نگهداری

[۴] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۱۴۹۶، ایمنی ماشین آلات-تجهیزات حفاظتی حساس الکترونیکی-قسمت دوم: الزامات ویژه برای تجهیزات استفاده کننده از افزارهای حفاظتی الکترونیکی نوری (AOPDs)

[۵] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶۱۴۹۶، ایمنی ماشین آلات-تجهیزات حفاظتی حساس الکترونیکی-قسمت سوم: الزامات ویژه برای افزارهای حفاظتی الکترونیک نوری فعال دارای عکس العمل نسبت به بازتاب منتشرشده (AOPDDR)

[۶] استاندارد ملی ایران شماره ۴-۶۱۴۹۶، ایمنی ماشین آلات-تجهیزات حفاظتی حساس الکترونیکی-قسمت چهارم: الزامات ویژه برای تجهیزات استفاده کننده از افزارهای حفاظتی مبتنی بر بینایی (VBPD)

[7] ISO 8373:1994, Manipulating industrial robots — Vocabulary

[8] ISO 13849-2, Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation

[9] ISO 13851, Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects and design principles

[10] ISO 1415, Safety of machinery — Hygiene requirements for the design of machinery

[11] ISO 14738, Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery

[12] ISO/TS 15066¹⁾, Robots and robotic devices — Safety requirements — Industrial collaborative workspace

[13] ISO 19353, Safety of machinery — Fire prevention and protection

[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 60204 (all parts), Safety of machinery — Electrical equipment of machines

- [16]** IEC 62079, Preparation of instructions — Structuring, content and presentation
- [17]** EN 563, Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces
- [18]** EN 1093 (all parts), Safety of machinery — Evaluation of the emission of airborne hazardous substances
- [19]** EN 1127-1, Explosive atmospheres — Explosion prevention and protection — Part 1: Basic concepts and methodology
- [20]** EN 1127-2, Explosive atmospheres — Explosion prevention and protection — Part 2: Basic concepts and methodology for mining
- [21]** EN 1837, Safety of machinery — Integral lighting of machines
- [22]** EN 12198 (all parts), Safety of machinery — Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery
- [23]** CEN/TR 14715, Safety of machinery — Ionizing radiation emitted by machinery — Guidance for the application of technical standards in the design of machinery in order to comply with legislative requirements
- [24]** BGIA/DGUV study — Procedural Guideline for the Arrangement of Workplaces with Collaborative Robots

پیوست خ
(اطلاعاتی)

فهرست واژگان مورد استفاده در این استاندارد و معادل لاتین آنها

ردیف	واژه فارسی	معادل لاتین
۱	اپراتور	Operator
۲	ارزیابی	assessment
۳	از کار اندازی	decommissioning
۴	افزوده	integrated
۵	ایمنی	safety
۶	بازنشانی	reset
۷	بازوی رباتیک	manipulator
۸	تکینگی	singularity
۹	جانمایی	layout
۱۰	چرخ لنگر	flywheel
۱۱	حد ایمنی	safety-rated
۱۲	حفاظ	safeguard
۱۳	حفاظ‌گذاری	safeguarding
۱۴	خالی کردن فضا	blanking
۱۵	خطر	hazard
۱۶	دریچه	opening
۱۷	دستگاه	device
۱۸	راه‌اندازی مجدد	restart
۱۹	رده	category
۲۰	ریسک	risk
۲۱	سازنده	manufacturer
۲۲	شروع به کار	initiation
۲۳	قابل مشاهده	visible
۲۴	قوای محرکه	power
۲۵	قید و بست نگهدارنده	fixture
۲۶	کارکرد	function
۲۷	ماموریت دادن	commissioning
۲۸	مخاطره	danger
۲۹	مرتبط با ایمنی	safety-related
۳۰	مشترک	collaborative
۳۱	موقت	interim
۳۲	نظارت کردن	monitoring

TCP	نقطه مرکزی ابزار	۳۳
drive power	نیروی محرکه	۳۴
pendant	واحد کنترل دستی	۳۵
task	وظیفه	۳۶