INSO
22620-2
1st. Edition
2018

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

استاندارد ملی ایران
۲۲۶۲۰-۲
چاپ اول
۱۳۹۶

ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

Safety of machinery- Human physical performance- Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery

ICS: 13.110; 13.180

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۲۲۶۲۰(چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استانداردایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه۱۳۷۱تنها مرجع رسمی کشوراست که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشراستانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

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

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

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

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

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

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
ابراهیم‌زاده، رضا (دکتری مهندسی بیوسیستم)	مدرس- دانشگاه شهید باهنر کرمان
دبیر:	
یزدی میرمخلصونی، سید محمد (کارشناسی فیزیک)	رئیس- اداره استاندارد شهرستان سیرجان
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آرامون، نرگس (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس- سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
اکبرزاده، مهدی (دکتری مهندسی مواد)	مدرس- دانشگاه شهید باهنر کرمان
حافظی اردکانی، پرتو (کارشناسی شیمی کاربردی)	رئیس اداره تدوین استاندارد- اداره کل استاندارد استان کرمان
حسن زاده، ناهید (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	کارشناس بهداشت محیط مرکز سلامت و محیط کار- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
حیدری، مسعود (کارشناسی مهندسی برق)	کارشناس اجرایی- شرکت پایش کیفیت ماهان پیشگام
دهقانی، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	مدرس- دانشگاه شهید باهنر کرمان
رویین‌تن، آرزو (کارشناسی ارشد تربیت بدنی)	کارشناس کمیته آموزش- تربیت بدنی استان کرمان
سرو جهانی، فریبا (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس- سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
سعیدی، علی (کارشناسی ارشد HSE)	کارشناس مستقل

اعضا:	سمت و/یا محل اشتغال:
زکریایی کرمانی، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	سرپرست- اداره استاندارد شهرستان جیرفت
سلطانعلی، حسن (کارشناسی مهندسی عمران)	مشاور و مدرس HSE ساختمان
شرفی، عنایت اله (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- اداره استاندارد شهرستان بروجرد
عسکری، مجید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس اداره نظارت بر اجرای استاندارد- اداره کل استاندارد استان کرمان
کیانفر، مریم (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	معاونت تدوین- اداره کل استاندارد استان کرمان
محمدی، اکبر (دکتری مهندسی مکانیک)	مدرس- دانشگاه بیرجند
نیک‌آیین، زیبا (دکتری مهندسی بیومکانیک)	عضو هیئت علمی- سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
نیک‌آیین، زینت (دکتری مدیریت ورزشی)	عضو هیئت علمی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز
نیک بختان، لیدا (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	کارشناس بهداشت- مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار- وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

ویراستار:	
شرفی، عنایت اله (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- اداره استاندارد شهرستان بروجرد

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات و قطعات، در مواردی که اشیاء بلند شده، پایین آورده شده و حمل می‌شوند	۲
۴-۱ اصول عمومی	۲
۴-۲ توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات	۳
۴-۲-۱ سامانه‌هایی بدون نیاز به‌کار دستی	۳
۴-۲-۲ جابه‌جایی دستی با استفاده از وسایل کمکی فنی	۳
۴-۳ ارزیابی ریسک و توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات و قطعات نیازمند جابه‌جایی دستی	۳
۴-۳-۱ روش ارزیابی ریسک	۳
۴-۳-۲ شناسایی ریسک‌ها، برآورد ریسک، ارزیابی ریسک و توصیه‌هایی برای کاهش ریسک از طریق طراحی	۴
۴-۳-۳ مدل ارزیابی ریسک	۸
۴-۴ اطلاعات برای استفاده	۱۶
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مشخصات جمعیت و طراحی سامانه	۱۹
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) الزامات توصیه‌شده برای راحتی دمایی	۲۱
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) برگه‌های کاری ارزیابی ریسک	۲۲
کتاب‌نامه	۲۹

پیش‌گفتار

استاندارد «ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و هفدهمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

BS EN 1005-2: 2003+A1: 2008, Safety of machinery- Human physical performance- Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery

مقدمه

تولیدکننده بهتر است هنگام طراحی و ساخت ماشین‌آلات الزامات ضروری مربوط به ایمنی و سلامت ارائه شده در راهنمای انجام کار ماشین‌آلات را رعایت کند. تولیدکننده بهتر است ریسک‌های ماشین را ارزیابی کرده و ریسک‌های مرتبط با طول عمر ماشین را در نظر گیرد.

این استاندارد یکی از چندین استاندارد ارگونومی تدوین‌شده برای ایمنی ماشین‌آلات است. در استاندارد EN 614-1 اصول به‌کار رفته توسط طراحان برای تطبیق با عوامل ارگونومی توضیح داده می‌شود.

همان گونه که در استاندارد EN 1070 بیان شده ، این استاندارد یک استاندار نوع B است.

بندهای این استاندارد را می‌توان با یک استاندارد نوع C تکمیل و یا اصلاح کرد.

یادآوری- در مورد ماشین‌آلاتی که در زمینه کاربرد یک استاندارد نوع C قرار می‌گیرند و با توجه به بندهای آن استاندارد طراحی و ساخته شده‌اند، بندهای آن استاندارد نوع C بر بندهای این استاندارد نوع B اولویت دارند.

درصورتی‌که بارهایی که جابه‌جا می‌شوند خیلی سنگین بوده و یا به‌طور مکرر و به‌مدت طولانی جابه‌جا شوند و یا وضعیت اندام بدن هنگام جابه‌حایی بار غیرصحیح باشد، جابه‌جایی دستی بارها می‌تواند منجر به ریسک‌های زیادی از نظر آسیب‌دیدگی به سامانه اسکلتی عضلانی شود. اختلال در سامانه اسکلتی عضلانی یکی از رخدادهای رایج است. کاروَرها معمولاً برای انجام وظایف محوله خود بهتر است به‌صورت دستی با ماشین‌آلات کار کنند. درصورتی‌که ماشین‌آلات مطابق با اصول طراحی ارگونومی طراحی نشده باشند، احتمال بروز خطر وجود دارد. در صورت طراحی و ساخت ماشین‌آلاتی که نیاز به جابه‌جایی دستی آن‌ها وجود دارد، این استاندارد اطلاعات مربوط برای وضعیت کاری اندام، بار، تعداد دفعات و مدت زمان را فراهم می‌کند. طراحان می‌توانند از معیار طراحی ارائه شده در این استاندارد برای انجام ارزیابی‌های ریسک استفاده کنند.

در این استاندارد از طراحان ماشین‌آلات خواسته می‌شود که روش سه مرحله‌ای زیر را به‌کار ببرند:

الف- تا حد امکان از جابه‌جایی دستی جلوگیری شود؛

ب- از وسایل کمکی فنی استفاده شود؛

پ- ریسک‌های ذاتی با بهینه‌سازی فعالیت‌های دستی، بیش‌تر کاهش داده شود.

در مورد ماشین‌آلات و قطعات ماشین‌هایی که نمی‌توان آن‌ها را با دست حرکت داد یا حمل کرد، به زیربند 4.2 استاندارد EN 292-2: 1991 مراجعه شود.

این مجموعه استاندارد شامل موارد زیر است:

– قسمت ۱: اصطلاحات و تعاریف

– قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

– Part 3: Recommended force limits for machinery operation

- Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery
- Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency

– این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲-۲۲۶۲۰ است.

ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه توصیه‌های ارگونومی مربوط به طراحی و جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات آن‌ها از جمله ابزارهای متصل به ماشین در کاربردهای حرفه‌ای و معمول است.

این استاندارد برای جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات، قطعات آن‌ها و اشیائی با وزن kg ۳ یا بیش‌تر که در این ماشین‌ها تحت فرآیند قرار می‌گیرند (ورودی/خروجی) به طول کم‌تر از m ۲ به‌کار می‌رود. برای اشیاء با وزن کم‌تر از kg ۳، استاندارد prEN 1005-5 کاربرد دارد. در این استاندارد اطلاعات مورد نیاز برای طراحی ارگونومی و ارزیابی ریسک مرتبط با بلند کردن، پایین آوردن و حمل اشیاء مربوط به مونتاژ/نصب، حمل و نقل و عملیات (مونتاژ، نصب، تنظیم)، جابه‌جایی ماشین، عیب‌یابی، تعمیر و نگه‌داری، تنظیم کردن، آموزش و یا تبدیل فرآیند و از رده خارج کردن، انهدام و یا پیاده کردن ماشین‌آلات نیز ارائه می‌شود.

در این استاندارد آخرین اطلاعات مربوط به جمعیت‌های عمومی و خرده‌جمعیت‌های معین (در پیوست الف تشریح می‌شود) ارائه می‌شوند.

این استاندارد برای نگه‌داشتن اشیاء (بدون راه رفتن)، هل دادن و یا کشیدن اشیاء، ماشین‌آلات قابل نگه‌داری با دست یا جابه‌جا کردن در حالت نشسته کاربرد ندارد.

این استاندارد برای ماشین‌آلاتی که قبل از تاریخ انتشار این استاندارد ساخته شده‌اند کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN 292-2: 1991, Safety of machinery- Basic concepts, general principles for design- Part 2: Technical principles and specifications

2-2 EN 614-1, Safety of machinery- Ergonomic design principles- Part 1: Terminology and general principles

2-3 EN 1005-1: 2001, Safety of machinery- Human physical performance- Part 1: Terms and definitions

2-4 EN 1050, Safety of machinery- Principles for risk assessment

2-5 EN 1070: 1998, Safety of machinery- Terminology

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای EN 1005-1:2001 و EN 1070: 1998 به‌کار می‌رود:

۴ توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات و قطعات، در مواردی که اشیاء بلند شده، پایین آورده شده و حمل می‌شوند

۴-۱ اصول عمومی

برای به حداقل رساندن ریسک‌هایی که سلامتی و ایمنی کاروَر را هنگام بلند کردن، پایین آوردن و حمل ماشین‌آلات و قطعات آن‌ها تهدید می‌کنند، طراح و یا تولیدکننده ماشین باید:

الف- تصدیق کند که آیا هنگام انجام کارهای دستی خطری در رابطه با استفاده مد نظر از ماشین وجود دارد یا خیر. در صورت وجود خطر، بهتر است مـدل ارزیابی ریسک اعمال شود (به زیربندهای ۴-۳-۱، ۴-۳-۲ و ۴-۳-۳ مراجعه شود).

ب- با حذف نیاز به فعالیت‌های دستیِ (بلند کردن، پایین آوردن و حمل) ماشین‌آلات یا اشیاء مرتبط با ماشین‌آلات، مخاطره را رفع کند (به زیربند ۴-۲-۱ مراجعه شود). درصورتی‌که این کار عملی نباشد، وسایل کمکی فنی را علاوه بر سامانه تدارک نموده (به زیربند ۴-۲-۲ مراجعه شود) و یا ماشین و اشیاء مرتبط با ماشین‌آلات را مطابق با اصول ارگونومی، طراحی یا باز طراحی کند (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود).

پ- مشخصات و دستورالعمل‌های فنی را تامین کند، به‌طوری که ماشین موردنظر به‌صورت مناسب و تحت روش مورد نظر با ارزیابی ریسک، براساس ویژگی‌ها و دستورالعمل‌های فنی استفاده از ماشین، به‌طور مطلوب مورد استفاده قرار گیرد.

در تمام وضعیت‌ها، طراح باید دستورالعمل‌هایی را در مورد ساخت، حمل و نقل و عملیات، استفاده و از رده خارج کردن ماشین‌آلات ارائه کند (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) تا از ریسک‌های مربوط به ایمنی و سلامت کاروَر جلوگیری شود.

ترجیحاً بهتر است وسایل کمکی فنیِ جابه‌جایی دستی، در طراحی ماشین‌آلات و خود ماشین در نظر گرفته شوند.

درصورتی‌که در طراحی سامانه کاری، از روش ارگونومی به‌طور کامل استفاده شود، به احتمال زیاد جنبه‌های سلامتی، ایمنی و بهره‌وری ماشین نیز بهینه می‌شوند.

۴-۲ توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات

۴-۲-۱ سامانه‌های بدون نیاز به‌کارِ دستی

بهترین راه برای رفع ریسک‌های مربوط به جابه‌جایی دستی، حذف نیاز به جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات است. به‌طور کلی، در طراحی سامانه‌های کاری جدید یا نصب سامانه‌های جدید ماشین‌آلات، بهتر است یک سامانه جابه‌جایی یک‌پارچه در ماشین تعبیه شود که در آن به‌جای جابه‌جایی دستی با ماشین، به‌طور کامل از انرژی برق استفاده شود.

۴-۲-۲ جابه‌جایی دستی با استفاده از وسایل کمکی فنی

طراح‌ها بهتر است تعیین کنند که آیا می‌توان وسایل و تجهیزات کمکی مناسب را نصب کرد یا خیر؛ و به ویژه این‌که آیا فعالیت موجود نیازمند جابه‌جایی مکرر اشیاء به‌طور دستی است یا خیر؛ وزن اشیائی که با دست جابه‌جا می‌شوند بیش از وزن مرجع است (به جدول ۱ مراجعه شود) یا خیر؛ و آیا به حرکت دقیق اشیاء نیازی است یا خیر. وسایل کمکی فنی مناسب خطر آسیب‌های اسکلتی عضلانی را کاهش داده یا از بین می‌برند، اما ممکن است ریسک‌های دیگری به همراه داشته باشند (برای مثال به دلیل نیاز به تعمیر و نگهداری). این وسایل ممکن است مستلزم روش‌های جابه‌جایی خاصی در مراحل بعدی فرآیند جابه‌جایی باشند. بهتر است وسایل کمکی جابه‌جایی با بقیه سامانه کاری از قبیل جانمایی و نحوه دسترسی سازگار باشند. این وسایل بهتر است در تمام شرایط کاری که احتمال مواجهه با آن‌ها وجود دارد، سودمند باشند. ممکن است در صورت استفاده از وسایل کمکی فنی به فضای بیش‌تری برای دسترسی به این وسایل و ایجاد وضعیت اندام مناسب برای کار، نیاز باشد.

هنگام طراحی سامانه‌هایی که نیاز به جابه‌جایی دستی دارند، از توصیه‌های ارائه شده در زیربند ۴-۳-۲ پیروی شود.

درصورتی‌که محدودیت‌هایی برای هل دادن و کشیدن دستی وسایل کمکی فنی در نظر گرفته می‌شود بهتر است به استاندارد EN 1005-3 ارجاع داده شود. درصورتی‌که وضعیت کاری اندام در نظر گرفته می‌شود، بهتر است به استاندارد pr EN 1005-4 ارجاع داده شود.

۴-۳ ارزیابی ریسک و توصیه‌هایی برای طراحی ماشین‌آلات و قطعات نیازمند جابه‌جایی دستی

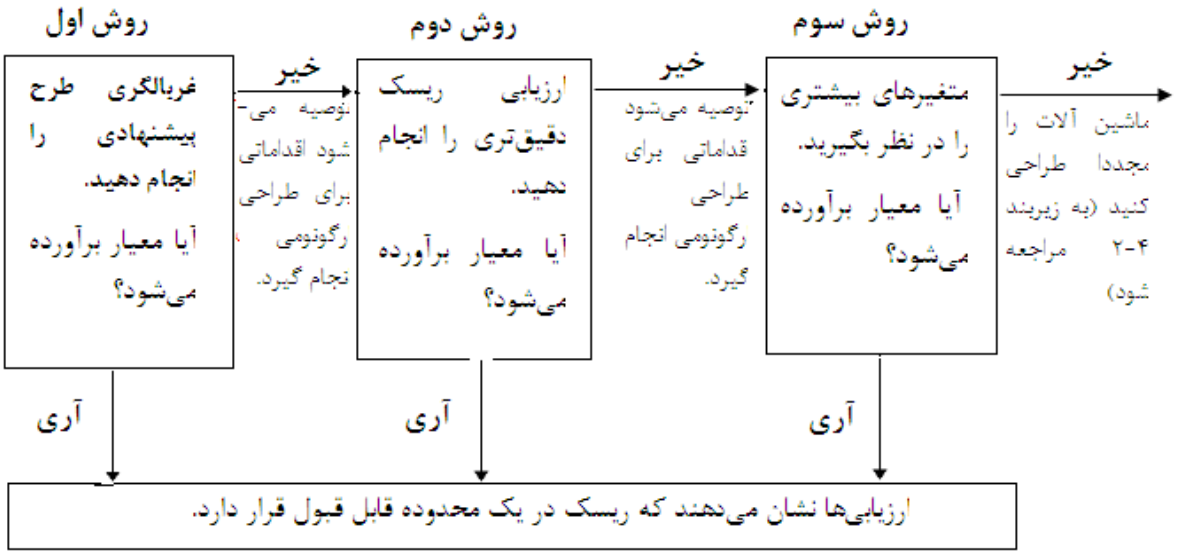
۴-۳-۱ استخراج ارزیابی ریسک

برای کنترل ریسک‌های تهدیدکننده سلامتی و ایمنی یک فرد ، ضروری است طراح ریسک‌های مربوط را شناسایی و ارزیابی مناسبی از ریسک را انجام دهد. برای آگاهی از الزامات کلی ارزیابی ریسک به استاندارد

EN 1050 مراجعه شود. ریسک‌های مربوط به جابه‌جایی دستی باید با به‌کارگیری اصول ارگونومی در مرحله طراحی ماشین‌آلات کاهش داده شوند. به استاندارد EN 614-1 مراجعه شود.

مدل ارزیابی ریسک ارائه شده در این استاندارد شامل سه روش می‌شود. اصول این روش‌ها یکسان است، اما از نظر پیچیدگی کاربرد با هم تفاوت دارند.

روش ۱، یک روش غربال‌گری سریع است. در روش ۲، درصورتی‌که روش غربال‌گری وجود ریسک‌ها را نشان بدهد، باید یک روش جابه‌جا کردن آسان به‌کار برده شود. در روش ۲ می‌توان عوامل ریسک اضافی را نیز در نظر گرفت. روش ۳ یک روش ارزیابی بسط‌یافته است که در آن ریسک‌ها به روش کامل‌تری ارزیابی شده و توسط عوامل خطر اضافی که در روش‌های ۱ و ۲ ارائه نشده‌اند، تکمیل می‌شود. هر سه روش از سطح پیچیدگی متفاوتی برخوردار هستند. موثرترین روش انجام ارزیابی ریسک با به‌کار بردن روش ۱ (ساده‌ترین روش) و درصورتی‌که فرضیات و یا موقعیت‌های عملیاتی شناسایی شده در روش ۱ احراز نشدند، استفاده از روش ۲ یا روش ۳ است.



یادآوری- توصیه می‌شود که برای کاهش عوامل ریسک تا پایین‌ترین سطح ممکن، مراحل بیش‌تری در نظر گرفته شود.

شکل ۱- نمودار شناسایی روش قدم به قدم ارزیابی

۴-۳-۲ شناسایی خطرات، برآورد ریسک، ارزیابی ریسک و توصیه‌هایی برای کاهش ریسک از طریق طراحی

در این بند توصیه‌هایی برای طراحی وضعیت جابه‌جایی دستی با سطح ریسک کم ارائه می‌شود. این اطلاعات بر اساس ارگونومی هستند. درصورتی‌که این معیارها برآورده نشوند، بهتر است ارزیابی ریسک انجام داد.

هنگام ارزیابی و کاهش ریسک‌ها باید جنبه‌های زیر (به زیربندهای ۴-۳-۲-۱ تا ۴-۳-۲-۳ مراجعه شود) در نظر گرفته شوند.

۴-۳-۲-۱ اشیاء

۴-۳-۲-۱-۱ جرم

جرم یک شئ (ماشین‌ها، قطعات ماشین‌آلات، ورودی/خروجی)، تمام چیزهایی که به آن‌ها متصل هستند مانند قسمت روکش‌ها، باتری‌ها، مخازن پر و غیره را دربرمی‌گیرد. بهتر است وسایل کمکی فنی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های جابه‌جایی دستی نیز در این وزن درنظر گرفته شوند.

هنگام طراحی ماشین‌آلات یا قطعات، درصورتی‌که یک شئ به‌صورت دستی جابه‌جا می‌شود، واحد و جرم می‌تواند یک مخاطره باشد. برای تعریف حداکثر حد جرم ایمن به زیربند ۴-۳-۳ مراجعه شود.

۴-۳-۲-۱-۲ توزیع/ثبات جرم

مرکز ثقل یک شئ براساس توزیع جرم تعیین می‌شود. مرکز ثقل شئ بهتر است تا حد امکان درون شئ قرار داشته باشد، به‌طور یکسان بین دو دست توزیع شده و تا حد امکان در نزدیکی بدن قرار گیرد. توصیه می‌شود هنگام جابه‌جا کردن یک شئ، مرکز ثقل آن تثبیت شود. درصورتی‌که امکان این کار وجود نداشته باشد (برای مثال در صورت مایع بودن)، بهتر است اطلاعات مناسب بر روی شئ نشانه‌گذاری شود.

۴-۳-۲-۱-۳ اندازه

بهتر است اشیاء به‌گونه‌ای طراحی شوند که تا حد امکان فشرده شده باشند. وقتی اشیاء توسط دو دست گرفته می‌شوند، بهتر است عرض شئ از عرض شانه (تقریباً ۶۰ cm) و عمق آن از ۵۰ cm (توصیه می‌شود ۳۵ cm یا کم‌تر) بیش‌تر نباشد تا بار، نزدیک به بدن نگه‌داشته شود. توصیه می‌شود ارتفاع شئ به اندازه‌ای باشد که مانع دید فرد نشود. درصورتی‌که برای جابه‌جایی شئ نیاز باشد که یک دست در زیر و دست دیگر روی آن قرار گیرد، بهتر است شئ مجدداً طراحی شود.

۴-۳-۲-۱-۴ جای گیره/ دستگیره‌ها

بهتر است ویژگی‌های سطحی اشیاء (شامل جنس بسته‌بندی قطعات جدید) برای جابه‌جایی مناسب باشد. بهتر است گرفتن و نگه‌داشتن یک شئ آسان باشد و بهتر است به‌صورت معمول با دستگیره یا برش‌هایی تجهیز شده باشد.

توصیه می‌شود موقعیت قرارگیری دستگیره‌ها با مرکز ثقل شئ و نوع فعالیتی که انجام می‌شود سازگار بوده و بهترین وضعیت اندام کاری و حرکتی را هنگام بلند کردن و حمل وسیله ایجاد کند. درصورتی‌که دستگیره افقی در نظر گرفته شده باشد، این کار بهتر است توسط ماشین انجام شود. توصیه می‌شود دستگیره‌ها لبه‌های تیز نداشته یا ریسک فشرده شدن انگشتان را به دنبال نداشته باشند. بهتر است شکل دستگیره به‌گونه‌ای باشد که بتوان آن را در وضعیت طبیعی دست– بازو به شکل قلاب یا با اعمال نیرو گرفت.

بهتر است قطر دستگیره بین ۲ cm تا ۴ cm باشد.

توصیه می‌شود عرض دستگیره/ برش حداقل ۱۲٫۵ cm باشد تا فضای لازم برای گرفتن با دستکش فراهم شود و ۷ cm در بالای انگشتان فضای خالی وجود داشته باشد. شکل بهینه دستگیره بهتر است استوانه‌ای یا بیضوی باشد. برای ارزیابی دستگیره (جفت شدن دست) به زیربندهای ۴-۳-۳-۲ یا ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود.

۴-۳-۲-۲ تعامل عملیات-ماشین

۴-۳-۲-۲-۱ موقعیت و فاصله افقی

وجود مانع بین بدن و شئ به‌طوری که نتوان شئ را نزدیک به بدن بلند کرد، پایین آورد یا حمل نمود، خطرناک است. بهتر است فاصله افقی بین نقطه میانی قوزک‌های پا و دست‌ها، کم‌تر از ۲۵ cm باشد. درصورتی‌که فاصله افقی بیش‌تر از این مقدار بود، بهتر است ارزیابی ریسک مطابق با زیربند ۴-۳-۳ انجام شود.

۴-۳-۲-۲-۲ موقعیت و جابه‌جایی عمودی

توصیه می‌شود موقعیت عمودی محل گرفتن (که از بند انگشت میانی تا زمین اندازه‌گیری می‌شود) بین ۶۰ cm تا ۹۰ cm قابل تنظیم باشد. بهتر است جابه‌جایی عمودی شئ بیش از ۲۵ cm نباشد. درصورتی‌که فاصله عمودی کم‌تر یا بیش‌تر بوده یا جابه‌جایی عمودی بیش‌تر از ۲۵ cm بود، بهتر است ارزیابی ریسک مطابق با زیربند ۴-۳-۳ انجام شود.

۴-۳-۲-۲-۳ تعداد دفعات عملیات

ماشین‌آلات بهتر است به‌گونه‌ای طراحی شوند که از دفعات زیاد جابه‌جایی دستی جلوگیری شود. توصیه می‌شود امکان تعدیل دفعات جابه‌جایی دستی ماشین وجود داشته باشد. بهتر است طراحی ماشین به‌گونه‌ای باشد که تا جایی که مکان دارد، ماشین تا حدودی خودگردان باشد. برای ارزیابی ریسک‌های ناشی از ترکیب تعداد دفعات عملیات و جرم، به زیربند ۴-۳-۳ مراجعه شود.

۴-۳-۲-۲-۴ وضعیت‌های کاری

بهتر است طراح در تمام مراحل عملیاتی ماشین‌آلات (شامل مونتاژ/نصب، حمل و نقل و انجام ماموریت، استفاده و از رده خارج کردن) از ایجاد وضعیت‌های غیرصحیح (برای مثال پیچش و خمش، بلند شدن از سطح زمین) و فعالیت‌هایی طولانی که باعث خستگی بدن هنگام جابه‌جایی دستی می‌شوند، جلوگیری کند. توصیه می‌شود از تغییرات اتفاقی در وضعیت اندام بدن نیز جلوگیری شود (به استاندارد pr EN 1005-4 مراجعه شود).

۴-۳-۲-۲-۵ حمل دستی بارها

به‌طور کلی، ماشین‌آلات بهتر است به‌گونه‌ای طراحی شوند که از حمل بار به‌صورت دستی جلوگیری شود. توصیه می‌شود در جایی که این امکان وجود ندارد، حداکثر فاصله حمل دستی بار تا حد امکان کم باشد (کم‌تر از ۲ m).

۴-۳-۲-۲-۶ جابه‌جا کردن با یک دست

جابه‌جایی شئ با یک دست، می‌تواند خطرناک باشد. درصورتی‌که امکان جلوگیری از این کار وجود نداشته باشد، بهتر است ارزیابی ریسک انجام شود (به زیربند ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود).

۴-۳-۲-۲-۷ جابه‌جایی توسط دو نفر

برای کاهش بار وارده بر کاروَر می‌توان جابه‌جایی را توسط دو نفر (یا بیش‌تر) انجام داد. اما این روش نیز به دلیل دشواری در هماهنگی مشترک حرکات و نیروهای اعمال شده بین دو نفر (یا بیش‌تر) که با هم بار را بلند می‌کنند، مخاطرات اضافی را به دنبال دارد. طراحی ارگونومی باید به‌گونه‌ای باشد که به استثنای حالت‌هایی که به‌صورت اتفاق رخ می‌دهند، نیاز به استفاده از دو نفر (یا بیش‌تر) برای بلند کردن شئ را رفع کند. توصیه می‌شود در این حالت‌های اتفاقی، ارزیابی ریسک انجام گیرد (به زیربند ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود).

۴-۳-۲-۲-۸ جابه‌جایی‌هایی که شامل چرخش شئ می‌شوند

بهتر است از جابه‌جایی دستی اشیاء از طریق چرخاندن آن‌ها حول محورشان جلوگیری شود. توصیه می‌شود طراحی مجدد انجام پذیرفته و از ماشین‌آلات یا وسایل کمکی فنی برای جابه‌جایی استفاده شود.

۴-۳-۲-۲-۹ نیازهای فیزیکی اضافی

نیاز به فعالیت فیزیکی اضافی برای جابه‌جایی دستی، ممکن است دلیل بر وجود مخاطرات جدید باشد. درصورتی‌که این موارد قابل اجتناب نباشند، بهتر است ارزیابی ریسک انجام شود (به زیربند ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود).

۴-۳-۲-۲-۱۰ جفت شدن

جفت شدن نامطلوب بین دست‌ها و اشیاء جابه‌جا شده و یا بین پاها و کف زمین می‌تواند منجر به موقعیت‌های خطرناک شود.

درصورتی‌که این حالت‌ها قابل اجتناب نباشند، بهتر است ارزیابی ریسک انجام شود (به زیربند ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود).

۴-۳-۲-۳ عوامل محیطی

عوامل محیطی نیز می‌توانند مخاطراتی را ایجاد کرده و ریسک‌های اضافی را تحمیل کنند.

درصورتی‌که نتوان از این عوامل جلوگیری کرد، بهتر است یکی از کارکنان ماهر ارزیابی ریسک را انجام دهد. عوامل محیطی عبارتند از ارتعاش، آب و هوا، شرایط حرارتی (به استاندارد EN ISO 7730 مراجعه شود)، روشنایی، زمین لغزنده، نوفه و مواد شیمیایی (به استاندارد ENV 26385 مراجعه شود).

۴-۳-۳ مدل ارزیابی ریسک

مدل ارزیابی ریسک از سه روش تشکیل شده است. روش ۱، یک روش غربال‌گری سریع است. درصورتی‌که روش غربال‌گری وجود ریسک‌ها را نشان دهد، باید روش ۲ را انجام داد. در روش دوم می‌توان عوامل ریسک اضافی را نیز در نظر گرفت. روش ۳ یک روش ارزیابی بسط‌یافته است که در آن ریسک‌ها به روش کامل‌تری ارزیابی شده و توسط عوامل ریسک اضافی که در روش‌های ۱ و ۲ ارائه نشده‌اند، تکمیل می‌شود. هر سه روش از سطح پیچیدگی متفاوتی برخوردار هستند. موثرترین روش انجام ارزیابی ریسک با به‌کار بردن روش ۱ (ساده‌ترین روش) و درصورتی‌که فرضیات و یا موقعیت‌های عملیاتی شناسایی شده در روش ۱ احراز نشدند، استفاده از روش ۲ و یا روش ۳ است. در هر یک از این روش‌ها بهتر است سه مرحله زیر را انجام داد:

- مرحله ۱: جرم مرجع مرتبط با جمعیت کاربر مورد نظر را لحاظ کنید (به جدول ۱ مراجعه شود)؛
- مرحله ۲: ارزیابی ریسک را مطابق برگه‌کاری[1] انجام دهید. به زیربندهای ۴-۳-۳-۱ تا ۴-۳-۳-۳ مراجعه شود؛
- مرحله ۳: فعالیت‌های مورد نیاز را تعیین کنید:
  - درصورتی‌که سطح ریسک قابل قبول است، هیچ اقدامی نیاز نیست؛
  - طراحی مجدد؛ یا
  - استفاده از روش ارزیابی پیچیده‌تر.

طراح آزاد است که درست پس از انجام روش ۱ به مرحله ۳ رفته و بدون انجام روش ۲، طراحی مجدد را انجام دهد. ارزیابی ریسک در روش‌های ۲ و ۳ که بر اساس اسلوب یکسانی انجام می‌شود، کامل‌تر نیست ولی دقیق‌تر است. برای آگاهی از کاربردهای عملی به پیوست **پ** مراجعه شود.

1- Worksheet

جدول ۱- جرم مرجع (M_{ref}) با در نظر گرفتن جمعیت کاربر مورد نظر

کاربرد	M_{ref} [kg]	درصد:			گروه جمعیتی	
		M و F	F_{emales}	M_{ales}		
استفاده خانگی[1](معمول)	۵	اطلاعات موجود نیست			کودکان و افراد سالخورده	کل جمعیت
	۱۰	۹۹	۹۹	۹۹	جمعیت عمومی	
استفاده حرفه‌ای (عمومی[2])	۱۵	۹۵	۹۰	۹۹	جمعیت کاری عمومی، شامل جوانان و افراد مسن	جمعیت کاری عمومی
	۲۵	۸۵	۷۰	۹۰	جمعیت کاری بزرگسال	
استفاده حرفه‌ای (استثنا[3])	۳۰ ۳۵ ۴۰	اطلاعات موجود نیست			جمعیت کاری خاص	جمعیت کاری خاص

[1] در صورت طراحی یک ماشین برای مصرف خانگی، بهتر است جرم مرجع عمومی در ارزیابی ریسک kg ۱۰ در نظر گرفته شود و درصورتی‌که افراد خردسال و سالخورده در جمعیت کاربر مورد نظر قرار داشته باشند، بهتر است جرم مرجع به kg ۵ کاهش داده شود.

[2] در صورت طراحی ماشین برای استفاده حرفه ای، به‌طور کلی بهتر است جرم مرجع از kg ۲۵ بیش‌تر نباشد.

[3] درحالی‌که بهتر است تا حد امکان اقداماتی برای اجتناب از فعالیت‌های جابه‌جایی دستی و یا کاهش ریسک‌ها به پایین‌ترین سطح ممکن انجام شود، شرایط استثنایی نیز وجود دارد که جرم مرجع می‌تواند بیش از kg ۲۵ باشد (برای مثال در مواقعی که پیشرفت‌ها و یا اقدامات فنی به اندازه کافی پیشرفته نباشند). در این شرایط خاص بهتر است برای کنترل ریسک سایر اقدامات پیشگیرانه مطابق با استاندارد EN 614-1 در نظر گرفته شوند (برای مثال وسایل کمکی فنی، دستورالعمل‌ها و یا آموزش خاصی برای گروه کاروَر مورد نظر).

۴-۳-۳-۱ روش ۱: غربال‌گری با استفاده از مقادیر بحرانی

در این روش طراح می‌تواند یکی از سه موقعیت عملیاتی را انتخاب کند که برای طراحی مناسب است. با استفاده از این روش می‌توان یک غربال‌گری سریع را انجام داد. شرایط محدودکننده در این روش فرضیاتی هستند که برای عمل جابه‌جا کردن احراز می‌شوند.

۴-۳-۳-۱-۱ در نظر گرفتن جرم مرجع (مرحله ۱)

جمعیت کاربر مورد نظر را تعیین کرده و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه به جمعیت کاربر مورد نظر انتخاب کنید (به جدول ۱ مراجعه شود).

۴-۳-۳-۱-۲ انجام ارزیابی ریسک (مرحله ۲)

بررسی کنید (با علامت زدن) که آیا عمل جابه‌جایی معیارهای زیر را احراز می‌کنند یا خیر:

- عملیات فقط با دو دست انجام می‌شود؛
- وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکت‌ها بدون محدودیت هستند؛
- جابه‌جایی فقط توسط یک نفر انجام می‌شود؛
- بلند کردن آرام انجام می‌شود؛

- جفت‌شدگی خوبی بین دست‌ها و اشیاء جابه‌جا شده وجود دارد؛
- جفت‌شدگی خوبی بین پاها و زمین برقرار است؛
- فعالیت‌های دستی جابه‌جایی، به‌غیر از بلند کردن، حداقل هستند؛
- اشیائی که بلند می‌شوند خیلی سرد[۱]، گرم و یا آلوده نیستند؛
- حرارت محیط پیرامونی معتدل است.

درصورتی‌که یک و یا چند معیار فوق احراز نشدند، روش ۲ به‌کار می‌رود. در صورت احراز تمام معیارها، یکی از متغیرهای بحرانی زیر را انتخاب کنید. این متغیرها برای یک نوبت کاری هشت ساعتی و یا کم‌تر به‌کار می‌روند.

۴-۳-۳-۱-۲-۱ متغیرهای بحرانی

الف- جرم بحرانی (حالت ۱)

- جرم بار جابه‌جا شده بیش از ٪ ۷۰ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول ۱ نیست؛
- میزان جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و جابه‌جایی عمودی زیر نشیمنگاه یا بالای ارتفاع شانه رخ نمی‌دهد؛
- تنه بدن قائم بوده و چرخشی ندارد؛
- بار نزدیک به بدن نگه داشته شده است؛
- بسامد بلند کردن بار مساوی یا کم‌تر از $۳٫۳۳ \times ۱۰^{-۳}$ Hz (یک بار بلند کردن در هر پنج دقیقه).

ب- جابه‌جایی عمودی جرم بحرانی (حالت ۲)

- جرم بار جابه‌جا شده از ٪ ۶۰ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول ۱ بیش‌تر نیست؛
- جابه‌جایی عمودی در بالای ارتفاع شانه و یا زیر ارتفاع زانو رخ نمی‌دهد؛
- تنه بدن در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد؛
- بار نزدیک به بدن نگه داشته می‌شود؛
- بسامد بلند کردن بار مساوی یا کم‌تر از $۳٫۳۳ \times ۱۰^{-۳}$ Hz (یک بار بلند کردن در هر پنج دقیقه).

پ- بسامد بحرانی (حالت ۳)

- جرم بار جابه‌جا شده از ٪ ۳۰ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول ۱ بیش‌تر نیست؛

۱- به استاندارد prEN ISO 13732-2 تحت عنوان «خصوصیات ارگونومی محیط حرارتی- تماس با سطوح سرد- قسمت ۳: اطلاعات ارگونومی و راهنمایی برای کاربرد» (ISO/DIS 13732-3:2002) مراجعه شود.

- میزان جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و زیر نشیمنگاه یا بالای ارتفاع شانه جابه‌جایی عمودی رخ نمی‌دهد؛
- بسامد بلند کردن بار مساوی یا کم‌تر از ۰٫۰۸ Hz است (پنج مرتبه بلند کردن در هر دقیقه)؛
- تنه بدن در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد؛
- بار نزدیک به بدن نگه داشته می‌شود.

یا

- جرم بار جابه‌جا شده بیش از ٪ ۵۰ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول ۱ بیش‌تر نیست؛
- میزان جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و زیر نشیمنگاه یا بالای ارتفاع شانه‌ها جابه‌جایی عمودی رخ نمی‌دهد؛
- بسامد بلند کردن بار مساوی یا کم‌تر از ۰٫۰۴ Hz است (۲٫۵ مرتبه بلند کردن در هر دقیقه)؛
- تنه بدن راستای قائم بوده و چرخشی ندارد؛
- بار نزدیک به بدن نگه داشته می‌شود.

۴-۳-۳-۱-۳ انتخاب فعالیت مورد نیاز (مرحله ۳)

درصورتی‌که طراحی با یکی از وضعیت‌های عملیاتی (حالت‌های ۱ تا ۳) توضیح داده شده بالا مطابقت داشته باشد، ارزیابی ریسک به صورت موفقیت‌آمیز انجام شده است.

درصورتی‌که هیچ یک از وضعیت‌های عملیاتی احراز نشدند، یا هیچ یک از معیارهای مشخص‌شده در مرحله ۲ برآورده نشدند، یکی از دو اقدام زیر را انجام دهید:

- بازطراحی و یا اصلاح ماشین‌آلات را مورد توجه قرار دهید؛
- برای شناسایی عوامل ریسک بحرانی از روش ارزیابی دقیق‌تری استفاده کنید (روش ۲).

۴-۳-۳-۲ روش ۲: برآورد براساس جدول‌ها

۴-۳-۳-۲-۱ در نظرگیری جرم مرجع (مرحله ۱)

جمعیت کاربر مورد نظر را شناسایی کرده و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه به این جمعیت، انتخاب کنید (جدول ۱).

۴-۳-۳-۲-۲ انجام ارزیابی ریسک (مرحله ۲)

بررسی کنید (با علامت زدن) که آیا عمل جابه‌جایی معیارهای زیر را احراز می‌کنند یا خیر:

– عملیات فقط با دو دست انجام می‌شود؛

– وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکت‌ها بدون محدودیت هستند؛

– جابه‌جایی فقط توسط یک نفر انجام می‌شود؛

– بالابری به آرامی انجام می‌شود؛

– جفت‌شدگی خوبی بین پاها و زمین برقرار است؛

– سایر فعالیت‌های دستی و جابه‌جایی‌ها به‌غیر از بالابری شئ، حداقل است؛

– اشیائی که بالابرده می‌شوند خیلی سرد، گرم و یا آلوده نیستند؛

– محیط اطراف، درجه حرارت معتدل دارد.

درصورتی‌که یک و یا چند معیار فوق برآورده نشدند، روش ۳ به‌کار می‌رود.

در صورت برآورده شدن تمام معیارها، سطح ریسک را از طریق محاسبه حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML2}) و با استفاده از ضرایب ارائه‌شده در جدول ۲ تعیین و سپس شاخص ریسک (R_1) را از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$R_1 = \frac{\text{جرم واقعی}}{R_{ML2}}$$

۴-۳-۳-۲-۳ انتخاب فعالیت مورد نیاز (مرحله ۳)

– درصورتی‌که $R_1 \leq ۰/۸۵$ باشد، ریسک را می‌توان قابل قبول در نظر گرفت (وضعیت سبز)؛

– درصورتی‌که $۰/۸۵ < R_1 < ۱/۰$ باشد، یعنی ریسک معنی‌داری وجود دارد (وضعیت زرد). توصیه می‌شود که:

– روش ۳ برای شناسایی نحوه کاهش دادن ریسک به‌کار رود؛ یا

– ماشین‌آلات از نو طراحی شده؛ یا

– اطمینان حاصل شود که ریسک قابل قبول است.

درصورتی‌که $R_1 \geq ۱/۰$ باشد، یعنی بازطراحی لازم است. می‌توان با تغییر وضعیت‌هایی که منجر به دستیابی به ضرایب پایین شده است، طراحی را بهبود داد (وضعیت قرمز).

حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML2}) را مطابق با رابطه زیر برای روش ۲ محاسبه کنید:

$$R_{ML2} = M_{ref} \times V_M \times D_M \times H_M \times A_M \times C_M \times F_M$$

که در این رابطه، جرم مرجع (M_{ref}) بر حسب کیلوگرم بیان می‌شود.

جدول ۲- ضرایب مورد استفاده برای محاسبه حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML2}).

ضریب عمودی (V_M)							
موقعیت عمودی[۱] (cm)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۳۰	۱۷۵ <
ضریب	۰٫۷۸	۰٫۸۵	۰٫۹۳	۱٫۰۰	۰٫۹۳	۰٫۸۴	۰٫۰۰
ضریب فاصله (D_M)							
جابه‌جایی عمودی[۱] (cm)	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۷۵ <
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۹۷	۰٫۹۳	۰٫۹۱	۰٫۸۸	۰٫۸۷	۰٫۰۰
ضریب افقی (H_M)							
موقعیت افقی[۱](cm)	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۵۶	۶۰	۶۳ <
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۸۳	۰٫۶۳	۰٫۵۰	۰٫۴۵	۰٫۴۲	۰٫۰۰
ضریب عدم تقارن (A_M)							
زاویه عدم تقارن[۱] (^{o})	۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۳۵ <
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۹۰	۰٫۸۱	۰٫۷۱	۰٫۶۲	۰٫۵۷	۰٫۰۰
ضریب جفت‌شدگی (C_M)							
کیفیتِ گرفتن	خوب		متوسط		ضعیف		
شرح	به پیوست پ مراجعه شود		به پیوست پ مراجعه شود		به پیوست پ مراجعه شود		
ضریب	۱٫۰۰		۰٫۹۵		۰٫۹۰		
ضریب بسامد[۲] (F_M)							
بسامد							
Hz	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۱۶۶	۰٫۰۶۶۶	۰٫۱۰۰۰	۰٫۱۵۰۰	۰٫۲۰۰۰	۰٫۲۵۰۰ <
تعداد دفعات بلند کردن بار در دقیقه	۰٫۲۰	۱	۴	۶	۹	۱۲	۱۵ <
مدت زمان (d) $d \leq 1h$	۱٫۰۰	۰٫۹۴	۰٫۸۴	۰٫۷۵	۰٫۵۲	۰٫۳۷	۰٫۰۰
$1h < d \leq 2h$	۰٫۹۵	۰٫۸۸	۰٫۷۲	۰٫۵۰	۰٫۳۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰
$2h < d \leq 8h$	۰٫۸۵	۰٫۷۵	۰٫۴۵	۰٫۲۷	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰

۴-۳-۳-۳ روش ۳: محاسبه به کمک معادله

۴-۳-۳-۳-۱ جرم مرجع را در نظر بگیرید (مرحله ۱)

جمعیت کاربر مورد نظر را شناسایی کنید و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه جمعیت کاربر، انتخاب کنید (جدول ۱).

۱- برای آگاهی از تعریف این عامل به استاندارد EN 1005-1 مراجعه کنید.

۲- برای بسامدهای بالا به استاندارد pr EN 1005-5 مراجعه کنید.

۴-۳-۳-۲-۳ ارزیابی ریسک را انجام دهید (مرحله ۲)

بررسی کنید (با علامت زدن) که آیا عمل جابه‌جایی، معیارهای زیر را برآورده می‌کند یا خیر:

– وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکت‌ها بدون محدودیت هستند؛

– بالابری به آرامی انجام می‌شود؛

– اشیائی که بالابرده می‌شوند، خیلی سرد، گرم و یا آلوده نیستند؛

– محیط اطراف، درجه حرارت معتدل دارد.

درصورتی‌که یک و یا چند معیار فوق برآورده نشدند، اطمینان حاصل کنید که ریسک در سطح قابل قبول باشد (به استاندارد EN 614-1 مراجعه شود). در صورت برآورده شدن تمام معیارها، ارزیابی ریسک را با محاسبه حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML}) انجام دهید.

۴-۳-۳-۲-۳-۱ برآورد ریسک با محاسبه حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML2})

الف- حالت ۱

از حد جرمی محاسبه شده در روش ۲ (R_{ML2}) استفاده کنید:

$$R_{ML} = R_{ML2} \times O_M \times P_M \times A_T$$

که در آن:

R_{ML2} حد جرمی توصیه‌شده است (روش ۲)؛

O_M ضریب عملیات با یک دست، اگر درست باشد $O_M = ۰/۶$، در غیر این صورت $O_M = ۱$ خواهد بود؛

P_M ضریب عملیات با دو دست، اگر درست باشد $P_M = ۰/۸۵$، در غیر این صورت $P_M = ۱$ خواهد بود؛

A_T ضریب فعالیت اضافی است، اگر درست باشد $A_T = ۰/۸$، در غیر این صورت $A_T = ۱$ خواهد بود.

ب- حالت ۲

درصورتی‌که در روش ۲ مقادیر مناسبی برای ضریب عمودی (V_M)، ضریب فاصله (D_M)، ضریب افقی (H_M)، ضریب عدم تقارن (A_M)، ضریب جفت‌شدگی (C_M) یا ضریب بسامد (F_M) وجود نداشته باشد، با مراجعه به جدول ۱ و استفاده از معادله زیر:

$$R_{ML2} = M_{ref} \times V_M \times D_M \times H_M \times A_M \times C_M \times F_M \times O_M \times P_M \times A_T$$

یک جرم مرجع (M_{ref}) را برای جمعیت کاربر مورد نظر انتخاب کنید:

که در آن:

$V_M = ۱ - ۰/۰۰۳ |V - ۷۵|$ اگر $V < ۰$ cm و $V_M = ۰/۷۸$ اگر $V > ۱۷۵$ cm و $V_M = ۰$

D_M=۰٫۸۲+۴٫۵/D اگر D < ۲۵ cm و D_M =۱ اگر D > ۱۷۵ cm و D_M =۰

H_M=۰٫۲۵/H اگر H < ۲۵ cm و H_M =۱ اگر H > ۶۳ cm و H_M =۰

A_M=۱-(۰٫۰۰۳۲A) اگر A> ۱۳۵ ° و A_M =۰

که در آن:

M_{ref} جرم مرجع برحسب کیلوگرم است که در جدول ۱ آمده است؛

V موقعیت عمودی برحسب cm؛

D فاصله عمودی برحسب cm؛

H موقعیت افقی برحسب cm؛

A زاویه تقارن برحسب درجه؛

$\mathbf{C}_M$ ضریب جفت شدگی است که در جدول ۲ آمده است؛

O_M ضریب عملیات با یک دست، اگر درست باشد O_M = ۰٫۶، در غیر این صورت O_M = ۱ خواهد بود؛

P_M ضریب عملیات با دو دست، اگر درست باشد P_M = ۰٫۸۵، در غیر این صورت P_M = ۱ خواهد بود؛

A_T ضریب فعالیت اضافی است، اگر درست باشد A_T = ۰٫۸، در غیر این صورت A_T = ۱ خواهد بود.

شاخص ریسک (R_1) را از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$R_1 = \frac{\text{جرم واقعی}}{R_{ML}}$$

۴-۳-۳-۳-۳ فعالیت موردنیاز را انتخاب کنید (مرحله ۳)

درصورتی‌که $R_1 \leq$ ۰٫۸۵ باشد، ریسک را می‌توان قابل قبول در نظر گرفت.

- درصورتی‌که ۰٫۸۵ < R_1 < ۱٫۰ باشد، یعنی ریسک معنی‌داری وجود دارد. توصیه می‌شود که:
  - ماشین‌آلات از نو طراحی شده؛ یا
  - اطمینان حاصل شود که ریسک قابل قبول است.
- درصورتی‌که $R_1 \geq$ ۱٫۰ باشد، یعنی بازطراحی لازم است. می‌توان با تغییر وضعیت‌هایی که منجر به دستیابی به ضرایب پایین شده است، طراحی را بهبود داد.

جدول ۳- ضریب بسامد (F_M)

بسامد		ضریب بسامد (F_M)					
		مدت زمان کار (d)					
		$d \leq 1h$		$1h < d \leq 2h$		$2h < d \leq 8h$	
Hz	دفعات بلند کردن بار در دقیقه	$V^a < 75$ cm	$V^a \geq 75$ cm	$V^a < 75$ cm	$V^a \geq 75$ cm	$V^a < 75$ cm	$V^a \geq 75$ cm
۰٫۰۰۳۳۳ ≥	۰٫۲ ≥	۰٫۸۵	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۰٫۹۵	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۰٫۰۰۸۳۳	۰٫۵	۰٫۸۱	۰٫۸۱	۰٫۹۲	۰٫۹۲	۰٫۹۷	۰٫۹۷
۰٫۰۱۶۶۶	۱	۰٫۷۵	۰٫۷۵	۰٫۸۸	۰٫۸۸	۰٫۹۴	۰٫۹۴
۰٫۰۳۳۳۳	۲	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۸۴	۰٫۸۴	۰٫۹۱	۰٫۹۱
۰٫۰۵۰۰۰	۳	۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۷۹	۰٫۷۹	۰٫۸۸	۰٫۸۸
۰٫۰۶۶۶۶	۴	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۷۲	۰٫۷۲	۰٫۸۴	۰٫۸۴
۰٫۰۸۳۳۳	۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰	۰٫۸۰	۰٫۸۰
۰٫۱۰۰۰۰	۶	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۷۵	۰٫۷۵
۰٫۱۱۶۶۶	۷	۰٫۲۲	۰٫۲۲	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۰٫۷۰	۰٫۷۰
۰٫۱۳۳۳۳	۸	۰٫۱۸	۰٫۱۸	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰
۰٫۱۵۰۰۰	۹	۰٫۰۰	۰٫۱۵	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۵۲	۰٫۵۲
۰٫۱۶۶۶۶	۱۰	۰٫۰۰	۰٫۱۳	۰٫۲۶	۰٫۲۶	۰٫۴۵	۰٫۴۵
۰٫۱۸۳۳۳	۱۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۳	۰٫۰۰	۰٫۴۱	۰٫۴۱
۰٫۲۰۰۰۰	۱۲	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۱	۰٫۰۰	۰٫۳۷	۰٫۳۷
۰٫۲۱۶۶۶	۱۳	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۳۴	۰٫۰۰
۰٫۲۳۳۳۳	۱۴	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۳۱	۰٫۰۰
۰٫۲۵۰۰۰	۱۵	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۸	۰٫۰۰
۰٫۲۵۰۰۰ <	۱۵ <	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰

V^a موقعیت عمودی است.

۴-۴ اطلاعات برای استفاده

توصیه می‌شود طراح دستورالعمل‌هایی کاری که تمام مراحل عمرکاری ماشین‌آلات (ساخت، حمل و نقل و راه اندازی، استفاده و از رده خارج کردن) را دربرداشته باشد، تامین کند. بهتر است در این دستورالعمل‌ها، سطح آموزش کاروَرها در نظر گرفته شده باشد.

برای آگاهی از جنبه‌های عمومی در دستورالعمل‌های عملیاتی به بند 5 و زیربند 1.7.4 پیوست A استاندارد EN 292-2: 1991 مراجعه شود.

بهتر است دستورالعمل‌ها (مربوط به جابه‌جایی دستی) شامل اطلاعات زیر باشند:

الف- اطلاعات کلی

- هدف از استفاده مورد نظر؛
- اطلاعاتی در مورد استفاده قابل پیش‌بینی؛
- ریسک‌های و ریسک‌های باقیمانده؛
- هشدارهای کافی در مورد ریسک‌های ذاتی؛
- اقدامات پیشگیرانه‌ای که کاربر باید انجام دهد.

ب- استفاده مورد نظر از ماشین‌آلات

- فضای مورد نیاز؛
- شرایط انبارداری و شرایط سطح زمین؛
- شرایط کاهش آرامش، خستگی و تنش‌ها؛
- مراقبت روزمره؛
- دفع پسماند.

پ- جرم شیء

- حداکثر جرم شیء؛
- پیامدهای جابه‌جایی جرم‌ها.

ت- تجهیزات فنی

- چه زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند؛
- الزاماتی که در طی استفاده از آن باید برآورده شوند (به همراه مثال)؛
- کاربرد آن.

ث- نشانه‌گذاری

- جرم، درصورتی‌که جرم شئ بیش‌تر از ۲۵ kg باشد، بهتر است روی ماشین یا شئ نشانه‌گذاری شود؛
- توزیع جرمی درصورتی‌که جرم به‌صورت یکنواخت توزیع نشده باشد؛
- قرارگیری نشانه (بر روی شئ یا بسته‌بندی)؛
- بهتر است علائمی در مورد کاربردهای ممنوع شده، تعبیه شوند؛
- بهتر است علائمی در مورد پیشگیری از جابه‌جا شدن مرکز ثقل در نظر گرفته شود؛
- مواد بسته‌بندی معیوب.

ج- دستورالعمل

- از چه تجهیزات فنی و چه زمانی از آنها استفاده شود؛
- توضیح در مورد روش‌های کاری مناسب و فعالیت‌های کاری مورد نظر؛
- شرایط ساخت، حمل و نقل و راه اندازی، استفاده، از رده خارج کردن، اسقاط و دِمونتاژ؛
- کاربردهای ممنوع شده.

توصیه می‌شود که دستورالعمل‌ها در دفترچه راهنما ارائه شوند.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مشخصات جمعیت و طراحی سامانه

الف-۱ مشخصات جمعیت

جدول ارائه‌شده در این پیوست برای جمعیت کاری عمومی کاربرد دارد. این اطلاعات مطابق با اندازه‌گیری حداکثر قابلیت‌های کاری، تخمین ذهنی حدود ظرفیت تحمل و اندازه‌گیری عینی قابلیت‌های فیزیکی[۱] هستند.

جدول الف-۱- درصدهای جمعیتی نسبت به معیار اندازه‌گیری و جرم شئ

گزینه‌ها	داده‌های روان-فیزیکی مربوط به ظرفیت تحمل	اندازه‌گیری حدود نیروها	اندازه‌گیری حدود حداکثر قابلیت سوخت و ساز بدن
۱۰ kg	۹۹ ٪ (F+M) ۹۹ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۹۹ ٪ (F+M) ۹۹ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۹۹ ٪ (F+M) ۹۹ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)
۲۰ kg	۹۵ ٪ (F+M) ۹۹ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۹۵ ٪ (F+M) ۹۹ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۹۵٪ (F+M) ۸۵ ٪ تا ۸۰ ٪(F) ۹۹٫۹ ٪ (M)
۲۵ kg	۸۵ ٪ (F+M) ۷۵ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۸۵ ٪ (F+M) ۷۵ ٪ تا ۷۲ ٪(F) ۹۹٫۹ ٪ (M)	۸۵ ٪ (F+M) ۷۰ ٪ (F) ۹۹٫۹ ٪ (M)
F زن M مرد			

علاوه بر این جدول، زیرجمعیت‌های زیر نیز به‌عنوان گروهی که ریسک قرار گرفتن در معرض آسیب‌دیدگی آن‌ها را تهدید می‌کند، شناخته می‌شوند: جوانان، افراد سالخورده، زنان باردار و افرادی که سابقه کمردرد دارند. در مورد زنان باردار، بالابری منظم بارهای بیش از ۵ kg مجاز نبوده و برای جوانان و افراد سالخورده بهتر است این مقدار از ۱۵ kg بیشتر نباشد.

الف-۲ طراحی سامانه

بهتر است مواردزیر که با یکدیگر مرتبط هستند، در نظر گرفته شوند:

۱- کاربرد این اطلاعات محدود بوده و در نظر گرفتن این داده‌ها به عنوان حدود ایمنی نامناسب است. در تحقیقات آتی باید حدود ایمنی برای داده‌های ارائه‌شده در این استاندارد تایید شوند.

الف-۲-۱ جلوگیری از وضعیت اندام اجباری

توصیه می‌شود در مرحله طراحی و یا طراحی مجددِ ماشین‌آلاتی که منجر به شکل‌گیری وضعیت‌های اجباری در اندام و کارهای خسته‌کننده می‌شوند، تمهیداتی اندیشیده شود. در این شرایط احساس ناراحتی و خستگی به سرعت افزایش یافته و راندمان ماهیچه‌ها افت می‌کند. بهتر است ماشین‌آلات به‌گونه‌ای طراحی شوند که وضعیت‌های ساکن و بی‌حرکت تا حد امکان به حداقل برسد.

الف-۲-۲ شتاب و درستی حرکت

شتاب باعث اعمال نیروها و کرنش‌های زیادی بر بدن می‌شود. درستی حرکت تعداد دفعات مورد نیاز برای جابه‌جایی دستی را افزایش داده و میزان تلاش ماهیچه را نیز افزایش می‌دهد. بهتر است درستی استقرار دقیق از طریق طراحی تامین شود.

الف-۲-۳ به حداقل رساندن احساس عدم آرامش، خستگی و تنش بر کاروَر

تحقیقات و تجربه‌های صنعتی نشان داده‌اند که هنگام انجام کارهای فیزیکی جلوگیری از احساس عدم آرامش، خستگی و تنش باعث کاهش ناخوشی و افزایش عملکرد می‌شود. بهتر است سه عامل مهم زیر در نظر گرفته شود:

الف- تلاش فیزیولوژیک مورد نیاز؛

ب- میزان کار در وضعیت‌های اجباری اندام بدن؛

پ- تغییرات زیاد در میزان مواجهه افراد با خستگی.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

الزامات توصیه‌شده برای آسایش حرارتی[1]

توصیه می‌شود برای الزامات آسایش حرارتی از استاندارد EN ISO 7730 استفاده شود.

حدود توصیه‌شده برای الزامات آسایش حرارتی هنگام جابه‌جایی دستی شامل دماهای ^{o}C ۱۹ تا ^{o}C ۲۶، رطوبت نسبی ٪ ۳۰ تا ٪ ۷۰ و سرعت هوای $\geq$ m/s ۰٫۲ است.

1- Thermal comfort

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

برگه‌های کاری ارزیابی ریسک

مدل ارزیابی ریسک شامل سه روش است که سطح پیچیدگی آن‌ها افزایش می‌یابد. روش ۱ یک روش اجرایی غربال‌گری سریع برای ارزیابی فعالیت است. روش ۲ بهتر است زمانی به‌کار برده شود که روش اجرایی غربال‌گری نشان‌دهنده ریسک‌ها باشد. در این روش عوامل ریسک تکمیلی در نظر گرفته می‌شود. توصیه می‌شود ارزیابی ریسک را با به‌کارگیری روش ۱ (ساده‌ترین روش) شروع کرده و از روش‌های ۲ و ۳ فقط زمانی استفاده شود که فرضیات یا وضعیت‌های عملیاتی مشخص شده در روش ۱ برآورده نشوند.

در هر یک از این روش‌ها سه مرحله زیر انجام شود:

مرحله ۱: جرم مرجع را در نظر بگیرید

در رابطه با جمعیت کاربر مورد نظر (به جدول پ-۱ مراجعه شود).

مرحله ۲: عوامل ریسک را ارزیابی کنید

مطابق با برگه کاری.

مرحله ۳: فعالیت‌های مورد نیاز را شناسایی کنید:

– درصورتی‌که سطح ریسک قابل قبول باشد، هیچ فعالیتی انجام نمی‌شود؛

– درصورتی‌که سطح ریسک قابل قبول نبوده و یا بر اساس بررسی، ریسک قابل قبول باشد، بازطراحی انجام گیرد؛

– از روش ارزیابی ریسک پیچیده‌تری استفاده کنید.

جدول پ-۱- جرم مرجع (M_{ref}) با در نظر گرفتن جمعیت استفاده کننده مورد نظر

کاربرد	M_{ref} [kg]	درصد: F و M	F_{emales}	M_{ales}	گروه جمعیتی	
استفاده خانگی[1] (معمول)	۵	اطلاعات موجود نیست			کودکان و افراد سالخورده	کل جمعیت
	۱۰	۹۹	۹۹	۹۹	جمعیت خانگی عمومی	-
استفاده حرفه‌ای (عمومی[2])	۱۵	۹۵	۹۰	۹۹	جمعیت کاری عمومی، شامل جوانان و افراد مسن	جمعیت کاری عمومی
	۲۵	۸۵	۷۰	۹۰	جمعیت کاری بزرگسال	-
استفاده حرفه‌ای (استثنا[3])	۳۰ ۳۵ ۴۰	اطلاعات موجود نیست			جمعیت کاری خاص	جمعیت کاری خاص

[1] در صورت طراحی یک ماشین برای مصرف خانگی، بهتر است جرم مرجع در ارزیابی ریسک ۱۰ kg در نظر گرفته شود و درصورتی‌که افراد خردسال و سالخورده در جمعیت کاربر مورد نظر قرار داشته باشند، جرم مرجع به ۵ kg کاهش داده شود.

[2] در صورت طراحی ماشین برای استفاده حرفه ای، به‌طور کلی بهتر است جرم مرجع از ۲۵ kg بیش‌تر نباشد.

[3] در حالی که بهتر است تا حد امکان اقداماتی برای جلوگیری از فعالیت‌های جابه‌جایی دستی و یا کاهش ریسک‌های احتمالی انجام شود، شرایط استثنایی نیز وجود دارد که جرم مرجع می‌تواند بیش از ۲۵ kg باشد (برای مثال در مواقعی که پیشرفت‌های و یا اقدامات فنی به اندازه کافی پیشرفته نباشند). در این شرایط خاص بهتر است سایر اقدامات پیشگیرانه مطابق با استاندارد EN 614-1 برای کنترل ریسک-های احتمالی در نظر گرفته شوند (برای مثال وسایل کمکی فنی، دستورالعمل‌ها و یا آموزش خاصی برای گروه کاروَر مورد نظر).

برگه کاری ۱

ارزیابی ریسک: روش ۱: غربال‌گری با استفاده از مقادیر بحرانی

استاندارد EN 1005: ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

در این روش، غربال‌گری سریعی برای تشخیص این‌که آیا عملیات جابه‌جایی دستی خطری را برای کاروَر به وجود می‌آورد یا خیر، انجام می‌شود. در مرحله ۲ بهتر است یکی از سه وضعیت عملیاتی بحرانی (حالت‌های ۱ تا ۳) انتخاب شود. شرایط محدودکنندهی شامل این مورد است که تمام فرضیات مربوط به عملیات جابه‌جایی دستی برآورده می‌شوند.

مرحله ۱: در نظر گرفتن جرم مرجع

جمعیت استفاده کننده مورد نظر را شناسایی کرده و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه به جمعیت استفاده کننده مودنظر انتخاب کنید (جدول پ-۱).

مرحله ۲: انجام ارزیابی ریسک

- □ لطفاً در صورت احراز معیارهای زیر، در خانه مربوطه علامت بزنید:
- □ عملیات فقط با دو دست انجام می‌شود.
- □ وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکات بدن، بدون محدودیت است.
- □ جابه‌جایی فقط توسط یک نفر انجام می‌شود.
- □ بالابری بار آرام انجام می‌شود.
- □ جفت‌شدگی خوبی بین دست‌ها و اشیاء جابه‌جاشده برقرار است.
- □ جفت‌شدگی خوبی بین پاها و سطح زمین برقرار است.
- □ سایر فعالیت‌های جابه‌جایی دستی (به‌غیر از بالابری) در حداقل سطح ممکن قرار دارند.
- □ اشیائی که بلند می‌شوند، سرد، گرم یا آلوده نیستند.
- □ درجه حرارت محیط اطراف معتدل است.

اگر یک و یا چند معیار فوق برآورده نشدند، به روش ۲ مراجعه شود. درصورتی‌که تمام معیارهای فوق برآورده شدند، یکی از متغیرهای بحرانی زیر را انتخاب کنید. این متغیرها برای یک نوبت کاری هشت ساعته و یا کم‌تر به‌کار می‌روند.

حالت ۱ *جرم بحرانی*

- □ جرم بار جابه‌جا شده بیش از ۷۰٪ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول پ-۱ نیست.
- □ جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و جابه‌جایی بین نشیمنگاه و ارتفاع شانه رخ می‌دهد.
- □ تنه در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد.
- □ بار نزدیک به بدن نگه داشته شده است.
- □ بسامد بلند کردن بار مساوی و یا کم‌تر از ۰٫۰۰۳۳۳ Hz (یک بار بلند کردن در هر پنج دقیقه) است.

حالت ۲ *جابه‌جایی عمودی جرم بحرانی*

- □ جرم بار جابه‌جا شده بیش از ۶۰٪ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول پ-۱ نیست.
- □ جابه‌جایی عمودی بار بالاتر از ارتفاع شانه و یا زیر ارتفاع زانو رخ نمی‌دهد.
- □ تنه در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد.
- □ بار نزدیک به بدن نگه داشته شده است.
- □ بسامد بلند کردن بار مساوی و یا کم‌تر از ۰٫۰۰۳۳۳ Hz (یک بار بلند کردن در هر پنج دقیقه) است.

حالت ۳ *بسامد بحرانی*

- □ جرم بار جابه‌جا شده بیش از ۳۰٪ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول پ-۱ نیست.
- □ جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و جابه‌جایی بین نشیمنگاه و ارتفاع شانه رخ می‌دهد.
- □ بسامد بلند کردن بار مساوی و یا کم‌تر از ۰٫۰۸ Hz (۵ بار بلند کردن در هر دقیقه) است.
- □ تنه در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد.
- □ بار نزدیک به بدن نگه داشته شده است؛

یا

- □ جرم بار جابه‌جا شده بیش از ۵۰٪ جرم مرجع انتخاب‌شده از جدول پ-۱ نیست.
- □ جابه‌جایی عمودی بار کم‌تر یا مساوی ۲۵ cm بوده و جابه‌جایی بین نشیمنگاه و ارتفاع شانه رخ می‌دهد.
- □ بسامد بلند کردن بار مساوی و یا کم‌تر از ۰٫۰۴ Hz (۲٫۵ بار بلند کردن در هر دقیقه) است.
- □ تنه در راستای قائم بوده و چرخشی ندارد.
- □ بار نزدیک به بدن نگه داشته شده است.

مرحله ۳: انتخاب فعالیت مورد نیاز

درصورتی‌که طراحی انجام شده با یکی از وضعیت‌های عملیاتی فوق مطابقت داشته باشد (حالت‌های ۱ تا ۳)، ارزیابی ریسک به‌صورت موفقیت‌آمیز انجام شده است.

درصورتی‌که هیچ یک از وضعیت‌های عملیاتی احراز نشدند، یا هیچ یک از معیارهای مرحله ۲ برآورده نشدند، یکی از دو کار زیر را انجام دهید:

- طراحی مجدد و یا اصلاح ماشین‌آلات را در نظر داشته باشید؛ یا
- برای شناسایی عوامل ریسک از روش پیچیده‌تری برای ارزیابی ریسک استفاده کنید (روش ۲).

برگه کاری ۲-الف

ارزیابی ریسک: روش ۲: تخمین از روی جدول‌ها

استاندارد EN 1005: ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان-

قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

مرحله ۱: در نظر گرفتن جرم مرجع

جمعیت استفاده کننده مورد نظر را شناسایی کرده و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه به جمعیت استفاده کننده مدنظر انتخاب کنید (جدول پ-۱).

مرحله ۲: انجام ارزیابی ریسک

□ لطفاً در صورت احراز معیارهای زیر، در خانه مربوطه علامت بزنید:

□ عملیات فقط با دو دست انجام می‌شود.

□ وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکات بدن بدون محدودیت است.

□ جابه‌جایی فقط توسط یک نفر انجام می‌شود.

□ بلند کردن بار آرام انجام می‌شود.

□ جفت‌شدگی خوبی بین دست‌ها و اشیاء جابه‌جاشده برقرار است.

□ جفت‌شدگی خوبی بین پاها و کف زمین برقرار است.

□ سایر فعالیت‌های جابه‌جایی دستی (به‌غیر از بلند کردن) در حداقل سطح ممکن قرار دارند.

□ اشیائی که بلند می‌شوند، سرد، گرم یا آلوده نیستند.

□ درجه حرارت محیط اطراف معتدل است.

اگر یک و یا چند معیار فوق برآورده نشدند، به روش ۳ مراجعه شود.

اگر تمام معیارهای فوق برآورده شدند، سطح ریسک را به طریق زیر تعیین کنید:

۱- محاسبه حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML2}) با استفاده از ضرایب ارائه شده در جدول پ-۱؛

۲- محاسبه شاخص ریسک (R_1) به‌صورت زیر:

$$\text{شاخص ریسک})R_1 = \frac{\text{جرم واقعی}}{R_{ML}} \quad \frac{[\text{kg}]}{[\text{kg}]}$$

مرحله ۳: انتخاب فعالیت مورد نیاز

- $R_1 \leq ۰/۸۵$: ریسک قابل قبول در نظر گرفته می‌شود.
- $۰/۸۵ < R_1 < ۱$: ریسک قابل توجهی وجود دارد. توصیه می‌شود که:

---> برای تعیین نحوه کاهش دادن ریسک روش ۳ را به‌کار ببرید؛

---> ماشین‌آلات مجدداً طراحی شوند؛ یا

---> اطمینان حاصل کنید که ریسک قابل قبول است.

- $R_1 \geq ۱$: طراحی مجدد لازم است. طراحی ماشین‌آلات را می‌توان با تغییر وضعیت‌هایی که ضرایب پایین را حاصل می‌کند، بهبود داد.

برگه کاری ۲-ب

ارزیابی ریسک: روش ۲: برآورد از روی جدول‌ها
استاندارد EN 1005: ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان-
قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

جدول پ-۲- محاسبه حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML2})

R_{ML2} =

جرم مرجع (M_{ref})

جرم مرجع (kg) (به جدول پ-۱ مراجعه شود)	M_{ref}

× ضریب عمودی (V_M)

موقعیت عمودی (cm)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۳۰	۱۷۵>	V_M
ضریب	۰٫۷۸	۰٫۸۵	۰٫۹۳	۱٫۰۰	۰٫۹۳	۰٫۸۴	۰٫۰۰	

× ضریب فاصله (D_M)

موقعیت عمودی (cm)	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۷۵>	D_M
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۹۷	۰٫۹۳	۰٫۹۱	۰٫۸۸	۰٫۸۷	۰٫۰۰	

× ضریب افقی (H_M)

موقعیت افقی (cm)	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۵۵	۶۰	۶۳>	H_M
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۸۳	۰٫۶۳	۰٫۵۰	۰٫۴۵	۰٫۴۲	۰٫۰۰	

× ضریب عدم تقارن (A_M)

زاویه عدم تقارن (°)	۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۳۵>	A_M
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۹۰	۰٫۸۱	۰٫۷۱	۰٫۶۲	۰٫۵۷	۰٫۰۰	

× ضریب جفت‌شدگی (C_M)

کیفیت گرفتن	خوب	متوسط	ضعیف	C_M
توضیحات	طول بار ≤ ۴۰cm ارتفاع بار ≥ ۳۰ cm دستگیره یا برش‌های خوب جابه‌جایی آسان قطعات و اشیاء شل با گرفتن دستگیره و بدون انحراف قابل توجه مچ دست	طول بار ≤ ۴۰cm ارتفاع بار ≥ ۳۰ cm دستگیره یا برش‌های ضعیف و یا خم شدن ۹۰ درجه‌ای انگشتان. جابه‌جایی آسان قطعات و اشیاء شل با خمش ۹۰ درجه‌ای انگشتان و بدون انحراف قابل توجه مچ دست	طول بار < ۴۰ cm یا ارتفاع بار < ۳۰ cm یا دشوار بودن جابه‌جایی اشیاء و یا اشیاء تاب‌دار یا مرکز جرم عدم تقارن یا محتویات ناپایدار یا دشوار بودن گرفتن شئ یا نیاز به استفاده از دستکش	
ضریب	۱٫۰۰	۰٫۹۵	۰٫۹۰	

× ضریب بسامد (F_M) وابسته به مدت زمان کار (d)

Hz		۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۱۶۶	۰٫۰۶۶۶	۰٫۱۰۰۰	۰٫۱۵۰۰	۰٫۲۰۰۰	۰٫۲۵۰۰ <	F_M
تعداد دقعات بلند کردن بار در دقیقه		۰٫۲	۱	۴	۶	۹	۱۲	> ۱۵	
مدت	d ≤ 1h	۱٫۰۰	۰٫۹۴	۰٫۸۴	۰٫۷۵	۰٫۵۲	۰٫۳۷	۰٫۰۰	
زمان کار	1h < d ≤ 2h	۰٫۹۵	۰٫۸۸	۰٫۷۲	۰٫۵۰	۰٫۳۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	
(d)	2h < d ≤ 8h	۰٫۸۵	۰٫۷۵	۰٫۴۵	۰٫۲۷	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	

=

$R_{ML2} = M_{ref} \times V_M \times D_M \times H_M \times A_M \times C_M \times F_M$	=	[kg]

برگه کاری ۳-الف

ارزیابی ریسک: روش ۳: محاسبه به کمک معادله

استاندارد EN 1005: ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان-
قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

در این روش، غربال‌گری سریعی برای تشخیص این‌که آیا عملیات جابه‌جایی دستی خطری را برای کارور به وجود می‌آورد یا خیر، انجام می‌شود. در مرحله ۲ بهتر است یکی از سه وضعیت عملیاتی بحرانی (حالت‌های ۱ تا ۳) انتخاب شود. شرایط محدودکننده شامل برآورده شدن تمام فرضیات مربوط به عملیات جابه‌جایی دستی است.

مرحله ۱: در نظر گرفتن جرم مرجع

جمعیت کاربر مورد نظر را شناسایی کرده و جرم مرجع (M_{ref}) را با توجه به جمعیت کاربرد مدنظر انتخاب کنید (جدول پ-۱).

مرحله ۲: انجام ارزیابی ریسک

لطفاً در صورت احراز معیارهای زیر، در خانه مربوطه علامت بزنید:

- □ وضعیت اندام در حالت ایستاده و حرکات بدن بدون محدودیت است.
- □ بالابری بار آرام انجام می‌شود.
- □ جفت‌شدگی خوبی بین پاها و سطح زمین برقرار است.
- □ اشیائی که بلند می‌شوند، سرد، گرم یا آلوده نیستند.
- □ درجه حرارت محیط اطراف معتدل است.

اگر یک و یا چند معیار فوق برآورده نشدند، روش‌های برآورده شدن هر یک از این معیارها را در نظر بگیرید. به بند ۴ این استاندارد مراجعه شود.

اگر تمام معیارهای فوق برآورده شدند، حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML}) را محاسبه کنید.

حالت ۱

درصورتی‌که حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML2}) از قبل معلوم باشد (در روش ۲ محاسبه شده باشد):

حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML}) را به‌صورت زیر محاسبه کنید: $R_{ML} = R_{ML2} \times O_M \times P_M \times A_T$ [kg]

که در آن:

O_M ضریب انجام عملیات با یک دست است، اگر درست باشد O_M=۰٫۶ و در غیر این صورت O_M = ۱٫۰

P_M ضریب انجام عملیات توسط دو نفر است، اگر درست باشد P_M=۰٫۸۵ و در غیر این صورت P_M = ۱٫۰

A_T ضریب وظایف فیزیکی اضافی است، اگر درست باشد A_T=۰٫۸ و در غیر این صورت A_T = ۱٫۰

حالت ۲

درصورتی‌که حدود جرمی توصیه‌شده (R_{ML}) محاسبه نشده باشد: حد جرمی توصیه‌شده (R_{ML}) را به‌صورت زیر محاسبه کنید:

$$R_{ML} = M_{ref} \times V_M \times D_M \times H_M \times A_M \times C_M \times F_M \times O_M \times P_M \times A_T \text{ [kg]}$$

که در آن:

V_M = ۰٫۷۸ اگر، V < ۰ cm و V_M = ۰ اگر V > ۱۷۵ cm

V_M=۱-۰٫۰۰۳ | V-۷۵ |

D_M = ۱ اگر، D < ۲۵ cm و D_M = ۰ اگر D > ۱۷۵ cm

D_M=۰٫۸۲+۴٫۵D

A_M =۱- (۰٫۰۰۳۲ A)

H_M = ۱ اگر، H < ۲۵ cm و H_M = ۰ اگر H > ۶۳ cm

H_M =۲۵/H

Mref جرم مرجع از روی جدول پ-۱ بر حسب kg؛

V موقعیت عمودی بار، بر حسب cm؛

D جابه‌جایی عمودی بار، بر حسب cm؛

H موقعیت افقی بار، بر حسب cm؛

A زاویه عدم تقارن، بر حسب درجه؛

CM ضریب جفت‌شدگی، از روی جدول پ-۱؛

FM ضریب بسامد، از روی جدول پ-۲؛

OM ضریب انجام عملیات با یک دست است، اگر درست باشد OM =۰٫۶ و در غیر این صورت OM = ۱٫۰؛

PM ضریب انجام عملیات توسط دو نفر است، اگر درست باشد PM =۰٫۸۵ و در غیر این صورت PM = ۱٫۰؛

AT ضریب وظایف فیزیکی اضافی است، اگر درست باشد AT =۰٫۸ و در غیر این صورت AT = ۱٫۰.

حدود جرمی توصیه‌شده (R_1) را به‌صورت زیر محاسبه کنید: $\frac{\text{[kg]}}{\text{[kg]}}$ R_1 (شاخص ریسک) = $\frac{\text{جرم واقعی}}{R_{ML2}}$

مرحله ۳: انتخاب فعالیت مورد نیاز

- $R_1 \leq$ ۰٫۸۵: ریسک قابل قبول در نظر گرفته می‌شود.
- ۰٫۸۵< $R_1 \leq$ ۱: ریسک قابل توجهی وجود دارد. توصیه می‌شود که:
  - ماشین‌آلات مجدداً طراحی شوند؛ یا
  - اطمینان حاصل شود که ریسک قابل قبول است.
- $R_1 \geq$ ۱: طراحی مجدد لازم است. طراحی ماشین‌آلات را می‌توان با تغییر وضعیت‌هایی که ضرایب پایین را حاصل می‌دهند، بهبود داد.

برگه کاری ۳-ب

ارزیابی ریسک: روش ۳: محاسبه با معادله
استاندارد EN 1005: ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان-
قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات

جدول پ-۳- محاسبه حدود جرمی توصیه‌شده (CM)

ضعیف	متوسط	خوب	کیفیت گرفتن
طول بار ≥۴۰ cm یا ارتفاع بار ≥ ۳۰ cm یا دشوار بودن جابه‌جایی اشیاء و یا اشیاء تاب‌دار یا مرکز جرم عدم تقارن یا محتویات ناپایدار یا دشوار بودن گرفتن شئ یا نیاز به استفاده از دستکش	طول بار ≥ ۴۰cm ارتفاع بار ≥ ۳۰ cm دستگیره یا برش‌های ضعیف و یا خم شدن ۹۰° انگشتان. جابه‌جایی آسان قطعات و اشیاء شل با خمش ۹۰° انگشتان و بدون انحراف قابل توجه مچ دست	طول بار ≥ ۴۰cm ارتفاع بار ≥ ۳۰ cm دستگیره یا برش‌های خوب جابه‌جایی آسان قطعات و اشیاء شل با گرفتن دستگیره و بدون انحراف قابل توجه مچ دست	توضیحات
۰٫۹۰	۰٫۹۵	۱٫۰۰	ضریب

جدول پ-۴- ضریب بسامد (F_M)

بسامد	**مدت زمان کار (d)**					
	d ≤ ۱h		**۱h < d ≤ ۲h**		**۲h < d ≤ ۸h**	
Hz	تعداد دفعات بالابری بار در دقیقه	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm
≥ ۰٫۰۰۳۳۳	≥ ۰٫۲	۰٫۸۵	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۰٫۹۵	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۰٫۰۰۸۳۳	۰٫۵	۰٫۸۱	۰٫۸۱	۰٫۹۲	۰٫۹۲	۰٫۹۷	۰٫۹۷
۰٫۰۱۶۶۶	۱	۰٫۷۵	۰٫۷۵	۰٫۸۸	۰٫۸۸	۰٫۹۴	۰٫۹۴
۰٫۰۳۳۳۳	۲	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۸۴	۰٫۸۴	۰٫۹۱	۰٫۹۱
۰٫۰۵۰۰۰	۳	۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۷۹	۰٫۷۹	۰٫۸۸	۰٫۸۸
۰٫۰۶۶۶۶	۴	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۷۲	۰٫۷۲	۰٫۸۴	۰٫۸۴
۰٫۰۸۳۳۳	۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰	۰٫۸۰	۰٫۸۰
۰٫۱۰۰۰۰	۶	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۷۵	۰٫۷۵
۰٫۱۱۶۶۶	۷	۰٫۲۲	۰٫۲۲	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۰٫۷۰	۰٫۷۰
۰٫۱۳۳۳۳	۸	۰٫۱۸	۰٫۱۸	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰
۰٫۱۵۰۰۰	۹	۰٫۰۰	۰٫۱۵	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۵۲	۰٫۵۲
۰٫۱۶۶۶۶	۱۰	۰٫۰۰	۰٫۱۳	۰٫۲۶	۰٫۲۶	۰٫۴۵	۰٫۴۵
۰٫۱۸۳۳۳	۱۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۳	۰٫۰۰	۰٫۴۱	۰٫۴۱
۰٫۲۰۰۰۰	۱۲	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۱	۰٫۰۰	۰٫۳۷	۰٫۳۷
۰٫۲۱۶۶۶	۱۳	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۳۴	۰٫۰۰
۰٫۲۳۳۳۳	۱۴	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۳۱	۰٫۰۰
۰٫۲۵۰۰۰	۱۵	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۸	۰٫۰۰
< ۰٫۲۵۰۰۰	< ۱۵	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰

V موقعیت عمودی است.

کتاب‌نامه

[1] EN 292-1, Safety of machinery- Basic concepts, general principles for design- Part 1: Basic terminology, methodology

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۹۷: سال ۱۳۹۶، ایمنی ماشین‌آلات- عملکرد فیزیکی انسان- قسمت ۲: جابه‌جایی دستی ماشین‌آلات و قطعات تشکیل‌دهنده ماشین‌آلات، با استفاده از استاندارد EN 292-1: 1991 تدوین شده است.

[2] EN 547-1, Safety of machinery- Human body measurements- Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery

[3] EN 547-2, Safety of machinery- Human body measurements- Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings

[4] EN 547-3, Safety of machinery- Human body measurements- Part 3: Anthropometric data

[5] EN 614-2, Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks

[6] EN 1005-3, Safety of machinery- Human physical performance- Part 3: Recommended force limits for machinery operation

[7] EN 1005-4, Safety of machinery- Human physical performance- Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery

[8] EN ISO 7730, Moderate thermal environments- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort (ISO 7730:1994)

[9] ENV 26385, Ergonomic principles of the design of work systems (ISO 6385:1981)

[10] NF X 35-106-3, Safety of machinery - Human physical performance - Part 3: Recommended force limits for machinery operation (French Version of EN 1005-3:2002)

[11] 90/269/EEC, Council Directive of 29 May 1990 on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers (fourth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC)

[12] 89/391/EEC, Council Directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work

[13] Monroe Keyserling W.: Analysis of Manual Lifting Tasks: A Qualitative Alternative to the NIOSH Work Practices Guide, Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 50(3):165-173 (1989)

[14] Andersson, Gunnar B.J. MD, PhD: Point of View: Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation, A Cross-Sectional Epidemiologic Study, Spine 1999 February; 24(4):395

[15] Garg, Arun: An Evaluation of the NIOSH Guidelines for Manual Lifting, with Special Reference to Horizontal Distance, Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 50(3):157-164 (1989)

[16] Waters, Thomas R. PhD; Baron, Sherry L. MD, MPH; Piacitelli, Laurie A. MS; Andersen, Vern P. PhD; Skov, Torsten PhD; Haring-Sweeney, Marie PhD; Wall, David

K. MAS; Fine, Lawrence J. MD, DrPH: Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation, Spine 1999 February; 24(4):386-394

[17] Guideline on Safety and Health Protection during manual handling. Special edition 9 and 43 of the Series of the Federal Institute of Occupational Medicine. Berlin 1994 and 1997

[18] Scientific support documentation for the revised 1991 Lifting Equation: Technical contract reports. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH; May 1991; U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, VA 22161

[19] Applications manual for the revised NIOSH Lifting Equation. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centres for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH 45226, January 1994

[20] Directorate of the Danish National Labour Inspection Service for machinery, Heavy lifts "backaches" compendium7) , Copenhagen, 1986