INSO
14956-2
1st.Edition

2014

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

استاندارد ملی ایران

۱۴۹۵۶-۲

چاپ اول
۱۳۹۳

ارگونومی- حمل دستی بار- قسمت ۲ : کشیدن و هل‌دادن

Ergonomics — Manual handling — Part 2: Pushing and pulling

ICS:13.180

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی 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 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 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ،ازآخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران بررسی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«ارگونومی- حمل دستی بار- قسمت ۲ : کشیدن و هل‌دادن»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
طهماسبی، مرضیه (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
دبیر:	
پولادزاده، آذردخت (لیسانس فیزیک)	کارشناس شرکت زرگستر روبینا
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابراهیمی‌زاده، وحید (فوق لیسانس مکانیک)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان
ابراهیم‌زاده، مینا (لیسانس فیزیک)	کارشناس
آهویی، نورالله (لیسانس بهداشت حرفه‌ای)	کارشناس بهداشت حرفه‌ای و عضو HSE پتروشیمی فن آوران
پولادزاده، اعظم (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس شرکت زرگستر روبینا
پولادزاده، ماندانا (پزشک دستیار طب اورژانس)	دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
حقیقت، علی (پزشک متخصص و جراح استخوان و مفاصل)	عضو انجمن جراحان ارتوپدی ایران
خدابخش‌نژاد، فرزانه (فوق لیسانس محیط زیست)	کارشناس گروه ملی صنعتی فولاد ایران و عضو HSE
رضوی‌زاده، فرید (فوق لیسانس میکروبیولوژی)	سرپرست بهداشت صنعتی و واحد HSE پتروشیمی فن‌آوران
سپهرجولا، منصوره (لیسانس برق و الکترونیک)	کارشناس

سعادتمند، سارا (فوق لیسانس فیزیک)	کارشناس شرکت دانش پیشرو اکسین
شریعتی مجد، وحید (لیسانس مهندسی پزشکی)	کارشناس مهندسی پزشکی اداره کل استاندارد خوزستان
طیب‌زاده، سید مجتبی (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	کارشناس مسئول گروه پژوهشی مهندسی پزشکی پژوهشگاه استاندارد
مختاری‌نیا، حمید رضا (دکتری فیزیوتراپی)	عضو هیات علمی گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
نیری، نسیم (لیسانس بهداشت حرفه‌ای)	کارشناس بهداشت حرفه‌ای واحد HSE پتروشیمی فن‌آوران
ولایتی، حمید (لیسانس بهداشت محیط زیست)	کارشناس بهداشت محیط زیست پتروشیمی فن‌آوران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار ه
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ اصطلاحات و تعاریف ۱
۳ پیشنهادات ۲
۵ پیوست الف (اطلاعاتی) روش۱- هل‌دادن و کشیدن: چک لیست بررسی کلی ۱۲
۶ پیوست ب(اطلاعاتی)روش ۲- برآورد خطر تخصصی و برآورد خطر ۲۰
۷ پیوست پ(اطلاعاتی)روش‌های کاهش خطر ۴۰
۸ پیوست ت(اطلاعاتی)رویکردهای پیشنهادی جهت اندازه‌گیری نیروهای هل‌دادن و/یا کشیدن ۴۵
۹ پیوست ث(اطلاعاتی)مثال‌های کاربردی برای روش‌های ۱و۲ ۴۷
۱۰ پیوست ج(اطلاعاتی)روش تعیین توزیع قدرت ترکیبی برای یک گروه مرجع مشخص ۵۷
۱۱ پیوست چ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه ۶۶

پیش گفتار

استاندارد " ارگونومی- حمل دستی بار- قسمت ۲ : کشیدن و هل‌دادن" که پیش نویس آن درکمیسیون‌های مربوط توسط شرکت زرگستر روبینا تهیه و تدوین شده و در چهار صد و پنجاه و هفتمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۳/۰۳/۲۵ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینهٔ 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 11228-2:2007, Ergonomics – Manual handling – part 2: pushing and pulling

ارگونومی- حمل دستی بار- قسمت ۲ : کشیدن و هل دادن

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حدود توصیه شده‌ای برای کشیدن و هل‌دادن توسط کل بدن و بررسی عوامل خطری که برای کشیدن و هل‌دادن مهم در نظر گرفته می‌شوند، می‌باشد و همچنین ارزیابی عوامل تهدیدکننده سلامت جمعیت کاری را ممکن می‌سازد.

این استاندارد برای جمعیت کاری بالغ و سالم کاربرد دارد و محافظت منطقی را برای اکثر جمعیت کاری فراهم می‌کند. راهنمایی‌های آمده در این استاندارد بر اساس مطالعات تجربی کارهای هل‌دادن و/ یا کشیدن و سطوح بارهای عضلانی- اسکلتی، ناراحتی و/یا درد و تحمل و/یا خستگی مرتبط بنا شده است.

این قسمت از استاندارد، هل‌دادن وکشیدن، برای موارد زیر کاربرد دارد:

- اعمال نیرو به کل بدن (هنگام ایستادن و/یا راه رفتن)؛

- اقدامات انجام شده توسط یک شخص (این بررسی شامل جابجایی توسط دو نفر یا بیشتر نمی‌باشد، اما توصیه‌هایی در پیوست پ آمده است)؛

- نیروهای اعمال شده با دو دست؛

- نیروهای مورد استفاده برای حرکت دادن یا مهارکردن یک جسم؛

- نیروهای اعمال شده به طرق آرام و کنترل شده؛

- نیروهای اعمال شده بدون استفاده از حمایت‌کننده(های) خارجی؛

- نیروهای اعمال شده به اجسامی که در برابر کاربر قرار دارند؛

- نیروهای اعمال شده در حالت ایستاده (غیر نشسته).

این استاندارد اطلاعاتی برای طراحان، کارکنان، کارفرمایان و سایر افراد مشغول در طراحی و بازطراحی کار، کارها، محصولات، و سازمان‌های کاری فراهم می‌کند.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۲-۱

نیروی اولیه

نیرویی که برای به حرکت در آوردن جسم اعمال می‌شود (برای مثال نیروی مورد نیاز برای شتاب دادن به جسم)

۲-۲

کشیدن

تلاش فیزیکی انسان به طوری که نیروی حرکت‌دهنده در جلوی بدن بوده و در حالی که بدن ایستاده یا به عقب حرکت می‌کند، به سمت بدن جهت دارد.

۳-۲

هل‌دادن

تلاش فیزیکی انسان به طوری که نیروی حرکت‌دهنده به سمت جلو، و دور از، بدن کاربر باشد در حالی که کاربر ایستاده یا به جلو حرکت می‌کند.

۴-۲

نیروی پایدار

نیروی اعمال شده برای حفظ حرکت یک جسم(برای مثال نیروی مورد نیاز برای نگه‌داشتن جسم در سرعت تقریبا ثابت) می‌باشد.

۵-۲

نیروی متوقف کننده

نیروی اعمال شده برای متوقف کردن اجسام است.

۶-۲

شرایط محیطی نامطلوب

شرایطی که خطر آسیب را افزایش می‌دهند.

مثال- محیط‌های سرد یا گرم، سطوح لغزنده.

۳ پیشنهادات

۳-۱ اجتناب از حمل دستی بار خطرناک

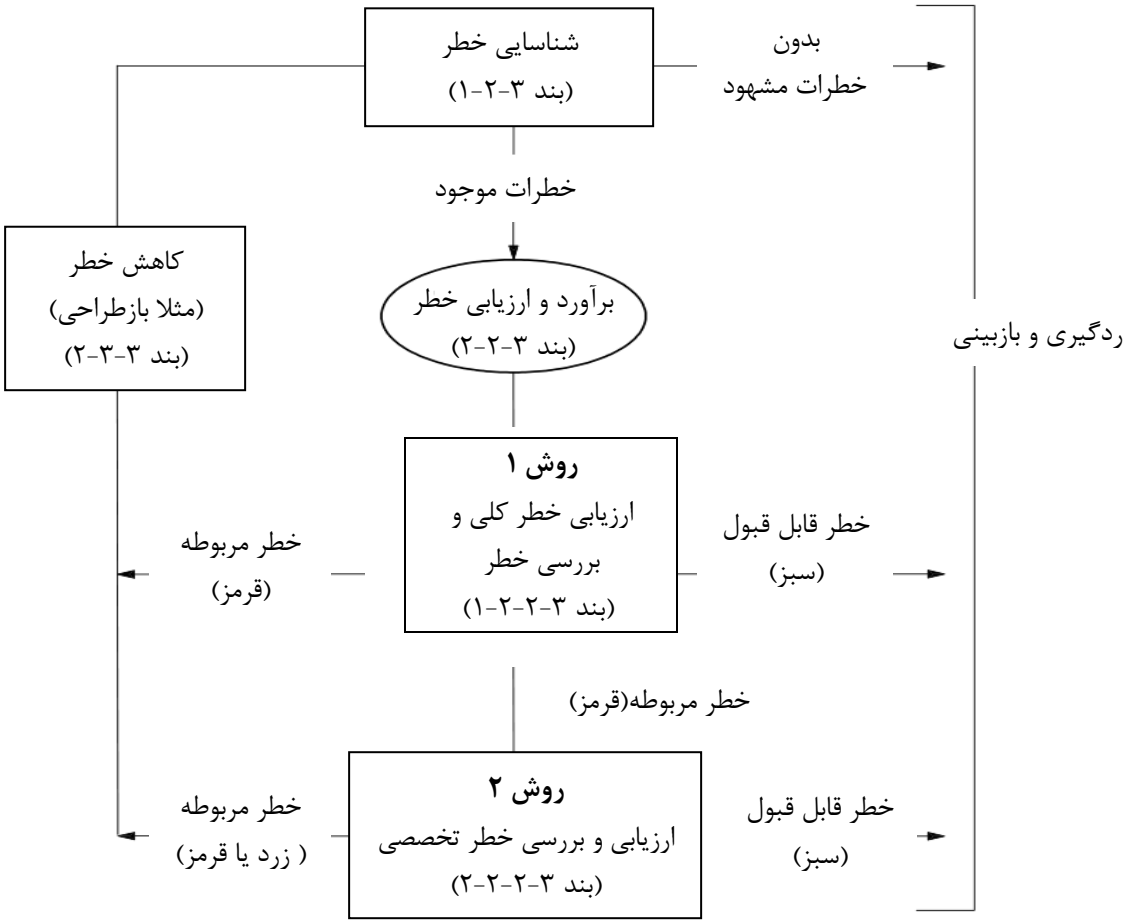
توصیه می‌شود از حمل دستی بار خطرناک تا حد امکان اجتناب شود. این امر می‌تواند با طراحی مناسب شغل یا محل کار و همچنین مکانیزه یا خودکارسازی فرآیند، قابل حصول باشد. برای مثال، با استفاده از یک تسمه نقاله شده یا یک تراک[1] غلطکی شیب‌دار-گرانشی می‌توان از کشیدن و هل‌دادن دستی اجسام سنگین روی سطح کاری اجتناب کرد.

۳-۲ بررسی خطر

بررسی خطر شامل این مراحل است: شناسایی خطر، برآورد خطر، ارزیابی خطر (استاندارد ISO/IEC Guide 51 را ببینید).

1- Track

در این استاندارد، مدل بررسی خطر نشان داده شده در شکل ۱ استفاده شده است.



شکل ۱- مدل بررسی خطر

۳-۲-۱ شناسایی خطر

۳-۲-۱-۱ نیرو

نیروهای اولیه برای غلبه بر اینرسی اجسام به کار می‌روند تا آن‌ها را به حرکت در آورده یا جهت حرکت آن‌ها را تغیر دهند. نیروهای پایدار آن‌هایی هستند که برای حفظ حرکت جسم استفاده می‌شوند. نیروهای اولیه، معمولا بیشتر از نیروهای پایدار هستند و لذا بهتر است در کمینه نگه‌داشته شوند. توصیه می‌شود از شروع حرکت[1]، توقف و مانور زیاد جسم اجتناب شود. بهتر است اعمال نیرو به جسم پیوسته و آرام بوده و از حرکات تشنجی و با زمان طولانی خودداری شود. از نیروهای پایدار پرهیز کنید زیرا خطر خستگی عضله یا کل بدن را افزایش می‌دهند.

1 - Starting

۳-۲-۱-۲ وضعیت بدنی[1]

توانایی اعمال نیرو توسط فرد عمدتا با وضعیتی که اتخاذ می‌کند، تعیین می‌شود. وضعیت‌های نامناسب اغلب منجر به ضعیف شدن نیروی اعمالی از سوی فرد می‌شود و خطر آسیب دیدن قسمت‌ها یا مفاصل بدن ناشی از بارهای بالاتر از حد مجاز را افزایش می‌دهد. بهتر است کاربر در هنگام اعمال نیروهای کشیدن-هل‌دادن اولیه و پایدار، وضعیتی راحت و طبیعی اتخاذ کند. توصیه می‌شود کاربر در وضعیتی پایدار و متعادل نیرو اعمال کند که اجازه دهد وزن بدنش روی بار اعمال شده و نیروهای اثرگذار روی پشت بدن(مانند نیروهای فشارنده، افقی و برشی جانبی) و کتف‌ها به کمینه برسند. باید از خم شدن‌های کناری و پیچشی و وضعیت‌های تنه‌ی خم شده پرهیز شود چرا که باعث افزایش خطر آسیب می‌شوند. بارهای روی بازوها و کتف‌ها نسبت به نیروی اعمالی، تحت تاثیر وضعیت فرد هستند، که آن نیز از وضعیت دستگیرها اثر می‌پذیرد. به همین دلیل، توصیه می‌شود وضعیت دست بالاتر یا پایین‌تر از حد مجاز نباشد و دست‌ها زیاد به هم نزدیک نباشند. همچنین بهتر است آرنج‌ها پایین نگه‌داشته شوند.

درحالی که حمل کردن، نگه‌داشتن و بلند کردن بار فشار زیادی را به ستون فقرات کمری کاربر وارد می‌کند، نیروهای فشاری ناشی از کشیدن و هل‌دادن به مراتب کمتر هستند. از طرف دیگر، نیروهای برشی بیشتر هستند. در حال حاضر، دانش اندکی درباره اثرات احتمالی نیروهای برشی روی خطر آسیب‌های پشت بدن وجود دارد و تنها تعداد معدودی تمهیدات راهنما در مورد "حدود ایمن" نیروهای برشی موجود است. به این دلایل، این استاندارد روی نیروهای فشاری، تنها هنگامی که حدود ایمنی برای هل‌دادن و کشیدن پیشنهاد می‌شود، تمرکز دارد.

۳-۲-۱-۳ تکرار[2] و مدت زمان

توصیه می‌شود هنگام کشیدن و هل‌دادن، هم تکرار و هم مدت زمان نیروی اعمالی در نظر گرفته شود. بهتر است از اعمال طولانی مدت نیرو پرهیز شود(برای مثال به وسیله کمک‌های مکانیکی) تا از اثرات خستگی عضله اجتناب شده یا محدود شود. اعمال نیروهای تکراری زیاد، احتمال ایجاد نیروهای اولیه را افزایش می‌دهد و بهتر است از آن اجتناب شود.

۳-۲-۱-۴ مسافت

مسافتی که کاربران اجسام را حرکت می‌دهند، می‌تواند از چند قدم (۱ یا ۲ متر) تا چندین متر باشد. فواصل طولانی به همراه نیروهای بالا و حرکات تکراری می‌توانند برای کاربر خستگی به همراه آورند. هر چه مسافت بیشتر باشد، برای یک سطح نیروی اعمالی مشخص، حرکت خسته‌کننده‌تر خواهد بود. مسافت‌های طولانی ممکن است شامل چندین حرکت صحیح روی کاربر باشند، که مسیر جسم را تغییر داده و لذا نیاز به نیرو افزایش می-یابد و کاربر بیشتر در معرض خطرات وارده از محل کار قرار می‌گیرد.

1- Posture
2- Frequency

۳-۲-۱-۵ ویژگی‌های جسم

بهتر است قابلیت مانورپذیری جسم بهینه شود. اگر جسم روی چرخ‌ها و/یا چرخک‌ها[1] باشد، بهتر است این وسایل برای جسم مناسب باشند(برای مثال مواد و قطر مناسب) و به خوبی تعمیر ونگه‌داری شده باشند. برای اجسام بدون چرخ یا چرخک، بهتر است اصطحکاک کاهش یابد(برای مثال، بهتر است سطوحی با خاصیت اصطکاک کم و یا دارای غلتک در نظر گرفته شود). بهتر است نیرو در برابر جسم به گونه‌ای مناسب و ایمن به کار برده شود (برای مثال، توصیه می‌شود دستگیره جای مناسب تعبیه شود). در هنگام هل‌دادن جسمی که دید کاربر را محدود می‌کند خطرات خاصی را به کاربر وارد می‌کند. در این موقعیت، ممکن است کشیدن جسم ترجیح داده شود. بهتر است برای استفاده از دستگیره‌های عمودی دراز، جایی که ممکن است، به کاربران فرصت درک ارتفاع مورد نظر داده شود.

۳-۲-۱-۶ شرایط محیطی

توصیه می‌شود سطحی که جسم روی آن حرکت داده می‌شود برای انتقال جسم مناسب بوده و به خوبی نگه‌داری شده باشد. شیب‌ها، سربالایی‌ها و پله‌ها تلاش فیزیکی مورد نیاز برای هل‌دادن یا کشیدن جسم را افزایش داده و لذا فشار کاری را بر سیستم اسکلتی-عضلانی و به دنبال آن احتمال آسیب بیشتر می‌شود. سطوح خیس یا آلوده می‌توانند خطرات خاصی را هنگام اعمال نیرو به کاربر وارد کنند. لرزش، نور نامناسب و محیط‌های گرم و سرد نیز می‌توانند خطرات دیگری بر کاربر وارد سازند.

۳-۲-۱-۷ ویژگی‌های فردی

مهارت‌ها و توانایی‌های فردی، سطح آموزش، سن، جنسیت و وضعیت سلامت ویژگی‌های مهمی هستند که باید هنگام بررسی خطر در نظر گرفته شوند(بند ۳-۲-۲-۲ را ببینید). مهارت و تجربه در هنگام انجام کارها و کاهش خطر جراحت به احتمال زیاد به نفع کاربران است. آموزش می‌تواند سطح مهارت و توانایی انجام کارها را بالا ببرد. توصیه می‌شود کفش‌های پوشیده شده توسط کاربر، محافظت و انعطاف‌پذیری کافی برای محیط انجام کار را تامین کنند.

۳-۲-۱-۸ ساماندهی کاری

ساماندهی کلی کار انجام شده توسط یک کاربر، می‌تواند خطر آسیب‌دیدگی را تغییر دهد. کارهای فیزیکی انجام شده غیر از کشیدن و هل‌دادن، می‌تواند به خستگی کاربر و افزایش فشار زیست‌مکانیکی در طی یک روزکاری بیانجامد. همه کارها مستلزم بررسی و ارزیابی خطر مربوط به خود می‌باشند. باید دانست خطرات ناشی از کشیدن و هل‌دادن اجسام، اغلب از ترکیب یا برهم‌کنش عوامل خطر متفاوت مانند نیروهای پایدار در مسافت‌های طولانی ناشی می‌شوند. به علاوه، بهتر است کاربران در مورد چگونگی انجام ایمن هر کار و تشخیص خطرات محل کارها و شرایط تجهیزات و کارها آموزش ببینند. همچنین توصیه می‌شود کاربران در مورد روش‌های کاری و کانال‌های ارتباطی ضروری که از طریق آن‌ها می‌توانند چنین خطراتی را گزارش کرده و اصلاح کنند، مطلع

1- Castors

باشند. تجهیزات و امکانات باید به منظور کاربرد ایمن، به طور منظم و به نحو مناسب تعمیر شده و تجهیزات نقص‌دار یا خراب باید سریعا از کار خارج شوند. بهتر است همه طرف‌های ذی‌ربط از کارکرد ایمن و روش‌های کاری تعمیرات آگاه باشند. فرآیند خریداری تجهیزات بهتر است مطابق الزامات کاری روشن انجام شده و بنابراین به انتخاب وسیله مناسب برای محل کار و شرایط کاری ویژه منجر شود.

۳-۲-۲ برآورد خطر و بررسی آن

رویکرد برآورد خطر، رویکردی چند موضوعی است که تمهیدات مناسبی را برای توانایی‌های بیومکانیکی، فیزیولوژیکی و روان‌تنی به دست می‌دهد. رویکرد زیست‌مکانیکی، اعمال نیرو را در ارتباط با هر دو عامل قدرت فردی و خطر آسیب‌دیدگی، در نظر می‌گیرد. برای مثال فشردگی ستون فقرات کمری به صورت مرتبط با قدرت ستون فقرات کمری برای افراد در سنین مختلف در نظر گرفته می‌شود. رویکرد فیزیولوژیکی، هزینه‌های انرژی و حدود خستگی را در نظر می‌گیرد. رویکرد روان‌تنی برداشت کارگران را از تلاش، فشارها و ناراحتی‌های قابل قبول به حساب می‌آورد.

روش کاری بررسی خطر، دو روش را برای بررسی و برآورد خطر ناشی از کشیدن و هل‌دادن معرفی می‌کند. روش ۱، فهرستی ساده از ارزش‌گذاری خطر و جداول روان‌تنی فراهم کرده که می‌توان با آن به سرعت یک کار را بررسی کرد. این فهرست نه تنها خطر را بررسی کرده و مقادیر آستانه را پیشنهاد می‌دهد، بلکه مراحل کاهش سطح خطر را تعریف می‌کند. جداول روان‌تنی ابزاری برای تعیین نیروهای پایدار و اولیه قابل قبول را با لحاظ-کردن ارتفاع دستگیره، مسافت جابجایی و تکرار هل‌دادن و/یا کشیدن برای زنان و مردان فراهم می‌کند. انجام روش۱، انجام اقدام مناسب ممکن است کافی باشد یا راه‌حل‌هایی عملی را می‌توان لحاظ کرد که اطمینان حاصل شود خطر کلی آسیب‌دیدگی پایین است. اگر فهرست، کافی نباشد و موقعیت یا جمعیت را نتوان در جداول روان تنی روش ۱پیدا کرد، بهتر است از روش ۲ استفاده شود.

روش ۲ یک رویکرد سه ناحیه‌ای را برای تعیین سطح خطر(سبز، زرد و قرمز) ارائه می‌کند. بررسی کلی ناشی از روش ۱ مستلزم یک رتبه‌بندی خطر بر اساس دو سطح، قابل قبول(سبز) یا غیر قابل قبول(قرمز) می‌باشد. سه ناحیه خطر به صورت زیر تعریف می‌شوند:

الف) ناحیه سبز (خطر قابل قبول)

خطر بیماری یا آسیب‌دیدگی قابل صرف‌نظر بوده یا در سطح پایین قابل قبولی برای کل افراد کاربر قرار دارد. اقدامی لازم نمی‌باشد.

ب) ناحیه زرد (خطر قابل قبول مشروط)

احتمال بیماری یا آسیب‌دیدگی وجود دارد که نمی‌توان آن را برای تمامی جمعیت کاربر یا بخشی از آن‌ها نادیده گرفت. باید خطر برآورد شود و با در نظر گرفتن عوامل خطر تحلیل شده و سپس در کوتاهترین زمان ممکن بازطراحی شود. اگر بازطراحی ممکن نباشد، باید سایر تمهیدات برای کنترل خطر اتخاذ شوند.

پ)ناحیه قرمز (غیر قابل قبول)
خطر بیماری یا آسیب‌دیدگی قابل توجهی وجود دارد که نمی‌توان آن را برای جمعیت کاربر نادیده گرفت. اقدامات فوری به منظور کاهش خطر(مانند بازطراحی، سازماندهی‌کاری، آموزش و دستورالعمل‌های کاری) ضروری می‌باشد.

۳-۲-۲-۱ روش ۱، رویکرد عمومی برآورد و بررسی خطر

روش ۱ (شکل ۲ و پیوست الف را ببینید) رویکرد فهرست‌وار را برای تعریف و تعیین سطح مناسب خطر برای کشیدن و هل‌دادن ارائه می‌دهد.

بخش الف-۱ این فهرست برای ثبت اطلاعات درباره شغل استفاده می‌شود. بخش الف-۲ راهنمایی را برای نیروهای قابل قبول بر اساس داده‌های روان‌تنی به همراه برداشتی از شش مقوله خطر (بند الف-۲-۱): کار؛ ویژگی‌های بار؛ محیط کار؛ توانایی‌های فردی؛ سازماندهی کاری؛ و سایر عوامل ارائه می‌دهد. بر اساس بررسی کلی انجام شده در بند الف-۲، بند الف-۳ برای ثبت یک بررسی جامع از سطح خطر (برای مثل سبز و/یا قرمز) برآمده از کار استفاده می‌شود. هنگام قضاوت درباره سطح کلی خطر، بهتر است ابتدا نیروهای قابل قبول مدنظر قرار گیرند. و سپس چنان‌چه نیروهای اولیه و پایدار برای ٪ ۹۰ جمعیت کاربر بیش از اندازه باشند، بهتر است کار با خطر بالا (یعنی قرمز) قلمداد شود. اگر نیروهای اولیه و پایدار بیش از اندازه نبوده، اما چندین عامل خطر توسط فهرست شناسایی شده باشد (بند الف-۲-۲)، آنگاه توصیه می‌شود سطح خطر مجددا به صورت قرمز مشخص شود. هنگامی‌که نیروهای اولیه و نیروهای پایدار کمتر از آنچه مشخص شده است، باشد و تنها عوامل خطر اندکی موجود باشد، می‌توان کار را به صورت کم خطر (یعنی سبز) در نظر گرفت. با این حال توصیه می‌شود برای کاهش سطح خطر عوامل باقی‌مانده هرگونه تلاشی انجام شود. اگر در مورد اهمیت نسبی عوامل خطر در بند الف-۲-۲ یا تعداد عوامل خطر موجود تردید وجود داشته باشد، همواره باید کار را قرمز برآورد کرده یا روش ۲ به کار رود.

امکان دارد تمام سوالات در یک مقوله به کار مرتبط نباشند و مهم است که به خاطر داشته باشیم عوامل خطر هر یک از مقوله‌های مختلف ممکن است به یکدیگر مرتبط بوده و هنگامی که با هم ترکیب شوند اثر بزرگی داشته باشند. از این رو، اهمیت دارد که هنگامی که قضاوتی کلی درباره سطح خطر انجام می‌شود، هرکدام از عوامل خطر به صورت مجزا در نظر گرفته نشود.

هنگامی که سطح خطر بالا باشد، باید برای شناخت علل آن گام برداشت و دریافت برای کاهش سطح خطر چه اقدامی باید انجام داد. بند الف-۴ امکان اولویت‌گذاری تمهیدات کاهنده خطر را فراهم می‌کند. به دنبال اجرای اقدامات کاهش خطر، کار بهتر است مورد پایش باشد و در صورت تغییر شغل، مجددا برآورد شود. اگر کار و/یا جمعیت کارگر با مفروضات جداول روان‌تنی تطابق نداشته باشند، بهتر است روش ۲ اجرا شود.

روش ۱، پیوست الف را ببینید

گام ۱: جدول الف-۱ را کامل کنید.

گام ۲: فهرست ارایه شده در جدول الف-۳ را کامل کنید و نیروهای اولیه و پایدار را مطابق بند الف-۲-۲ تعیین کنید:

الف ارتفاع دستگیره را مشخص کنید؛

ب مسافتی که جسم کشیده شده یا هل‌داده شده را مشخص کنید؛

پ تکرار هل دادن و/یاکشیدن‌ها، هم اولیه و هم پایدار، را مشخص کنید؛

ت جمعیت کارگر را مشخص کنید، آیا همه مرد (حدود مردان را به کار ببرید)، همه زن یا ترکیبی از مردان و زنان (حدود زنان را به کار ببرید) هستند؛

ث از جداول الف-۵ تا الف-۸ استفاده کرده و نیروهای اولیه و پایدار قابل قبول را که ٪ ۹۰ جمعیت کاربر مفروض را شامل می‌شود، به دست آورید.

ج نیروهای اولیه و پایدار واقعی را تعیین و/یا اندازه‌گیری کنید(پیوست ت را ببینید).

گام ۳: نیروهای قابل قبول(جداول الف-۵ تا الف-۸ را ببینید) و نیروهای اندازه گرفته شده را مقایسه کنید و عوامل خطر موجود را از فهرست مشخص کنید. سطح خطر کلی(بند الف-۳ را ببینید) را به صورت زیر تعیین کنید:

- اگر نیروهای واقعی(اولیه یا پایدار) بیشتر از نیروهای توصیه شده باشد، خطر را قرمز رتبه‌بندی کنید.
- اگر نیروهای واقعی(اولیه یا پایدار)کمتر از نیروهای توصیه شده باشد، اما هنوز تعداد قابل توجهی از عوامل خطر موجود باشد، خطر را قرمز رتبه‌بندی کنید.
- غیر از موارد بالا، خطر را سبز رتبه‌بندی کنید.

گام۴: اولویت‌گذاری کنید و برای کاهش خطرات (بند الف-۴) اقدام کنید، یا روش ۲ را به کار ببرید.

شکل ۲- برآورد کلی و روش کاری خطر – روش ۱

۳-۲-۲-۲ روش ۲- رویکرد تخصصی برآورد و بررسی خطر

روش ۲ (پیوست ب را ببینید) روش کاری را برای تعیین حدود نیروهای هل‌دادن و کشیدن کل بدن، مطابق مشخصات تخصصی جمعیت و کار ارائه می‌دهد. روش ۲ به چهار بخش تقسیم شده و بهتر است مطابق شکل ۳ به کار برده شود.

الف بخش الف- حدود نیروی عضلانی؛

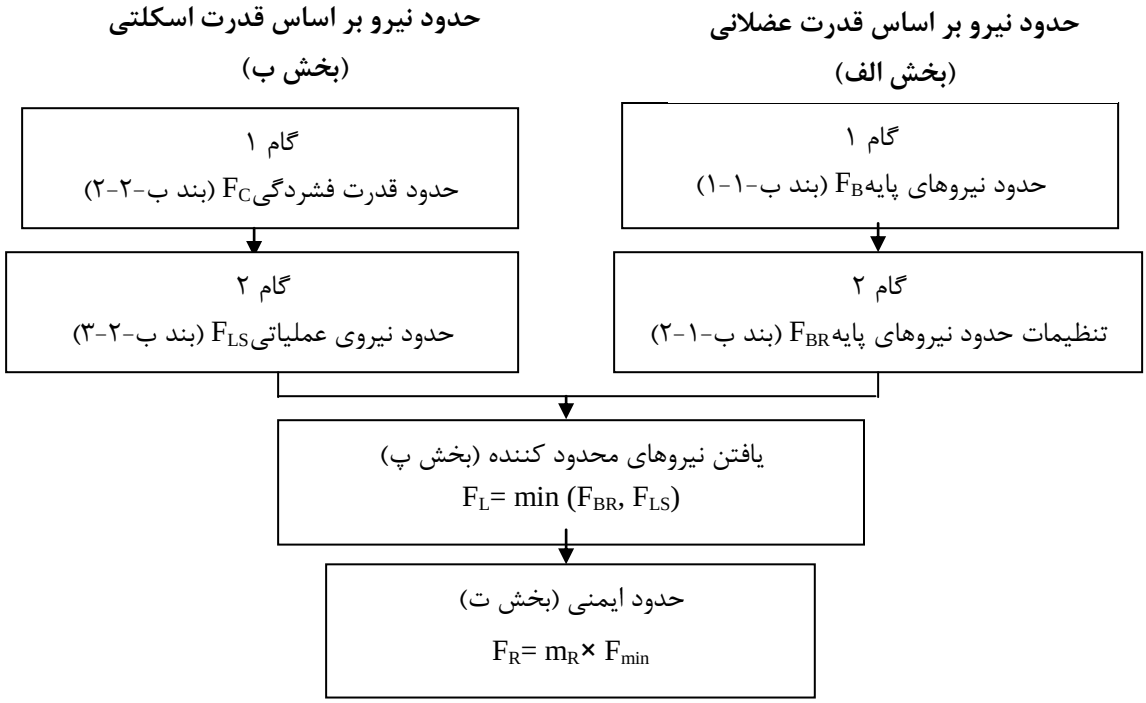
ب بخش ب- حدود نیروهای اسکلتی؛

پ بخش پ- بیشینه نیروهای مجاز؛

ت بخش ت- حدود ایمنی.

بخش الف، حدود نیرها را بر اساس اندازه‌گیری‌های قدرت ایستا بیان کرده و آن نیروها را مطابق ویژگی‌های جمعیت(برای مثال سن، جنسیت و قد) و الزامات کار(برای مثال تکرار، مدت، مسافت هل‌دادن و کشیدن) تنظیم می‌کند. روش کاری آمده در بخش ب کارهای هل‌دادن و کشیدنی را که به نیروهای فشردگی شدید ستون

فقرات کمری منجر شده به حساب آورده و نیروهای هل‌دادن و/یا کشیدن را مطابق حدود فشردگی ستون فقراتی بر حسب سن و جنسیت تنظیم می‌کند.



شکل ۳- برآورد و بررسی تخصصی خطر- روش ۲

۳-۲-۲-۲-۱ بخش الف، حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی، F_{BR}

بخش الف روش کاری دو مرحله‌ای را برای تعیین حدود نیروی تنظیم شده برای جمعیت(گام ۱) و مشخصات کار(گام ۲) ارائه می‌دهد.

گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B، بیشینه قدرت ایستای اعمالی برای هل‌دادن و/یا کشیدن جمعیت کاربر مورد نظر را با به حساب آوردن سن، جنسیت و قد تعیین کنید(بند ب-۱-۱ و ب-۱-۲ را ببینید).

گام ۲- F_{BR} را با تنظیم حدود نیروی پایه، F_B، بر اساس مسافت، d، و تکرار، f، هل‌دادن و/یا کشیدن را با استفاده از رابطه ۱ تعیین کنید(بند ب-۱-۳ را ببینید).

$$F_{BR} = F_B [\ 1-m_d(d)-m_f (f)\ ] \qquad (۱)$$

که در آن:

F_B حد نیروی پایه؛

m_d ضریب مسافت طی شده(جدول ب-۱۱ یا ب-۱۲ را ببینید)؛

d مسافت طی شده در ضمن هل‌دادن و/یا کشیدن، بر حسب متر؛

m_f ضریب تکرار کار(جدول ب-۱۱ یا ب-۱۲ را ببینید)؛

f تکرار بر حسب تعداد بر دقیقه، تکرار کار در طی مدت زمان یک روز کاری است.

۳-۲-۲-۲-۲ بخش ب، حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی

بخش ب حدود نیرو را بر اساس ویژگی‌های قدرت فشردگی ستون فقرات کمری ارائه می‌کند. روش کاری در پیوست ب توصیف شده و رویکردی دو مرحله‌ای را شامل می‌شود: اول برآورد حدود قدرت فشردگی، F_C با احتساب سن و جنسیت جمعیت کاربر و دوم بررسی حد نیروی کار، F_{LS}، که با حد قدرت فشردگی، F_C، یک فعالیت تخصصی هل‌دادن و/یا کشیدن در محل کار متناظر است. بهتر است F_{LS} از نیروی واقعی اندازه‌گیری شده در محل کار بیشتر نبوده تا اطمینان حاصل شود که از حدود قدرت فشردگی ستون فقرات کمری فراتر نرود.

گام ۱- F_C را با احتساب سن و جنسیت جمعیت کاربر مورد نظر تعیین کنید.

گام ۲- F_{LS} متناظر با حد قدرت فشردگی، F_C، را برای یک فعالیت تخصصی هل‌دادن و/یا کشیدن (با استفاده از بند ب-۲ و شکل ب-۳) تعیین کنید. رابطه بین F_{LS} و نیروهای انجام فعالیت مشاهده شده در محل کار را مشخص کنید.

نیروهای کاری اندازه‌گیری شده در محل کار نباید از حد نیروی کار (F_{LS}) فراتر روند.

۳-۲-۲-۲-۳ بخش پ، نیروی محدود کننده، F_L

بخش پ شامل انتخاب کمینه نیرو از یکی از راه‌های زیر می‌باشد:

- حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی، F_{BR}، یا
- حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی، F_{LS}

$$F_L = \min (F_{BR}, F_{LS}) \quad (۲)$$

۳-۲-۲-۲-۴ بخش ت، حد ایمنی، F_R

برای برآورد خطر، نیروی برآیند واقعی با یک حد ایمنی، F_R، که از کمینه نیروی محدودکننده، F_{min}، و یک ضریب خطر، m_r، به صورت زیر در رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$F_R=m_r \times F_{min} \quad (۳)$$

که در آن:

m_r= ۰٫۸۵ نشان‌دهنده حدبالایی ناحیه "سبز" و؛

m_r= ۱٫۰ نشان‌دهنده حدبالایی ناحیه "زرد" است.

سپس برای برآورد نهایی، نیروی واقعی را با F_R مقایسه کنید. اگر مسافت هل‌دادن یا کشیدن کمتر یا مساوی پنج متر باشد از نیروی اولیه واقعی استفاده کنید و اگر مسافت بیش از پنج متر باشد از نیروی پایدار واقعی استفاده کنید.

توجه کنید که فعالیت‌های هل‌دادن و کشیدن می‌توانند نیروهای برشی بالایی روی ستون فقرات کمری ایجاد کنند. در مقایسه با نیروهای فشردگی ستون فقراتی، درباره "حدود ایمن" نیروهای برشی ستون فقراتی دانش اندکی وجود دارد. بنابراین، این استاندارد تنها در هنگام برآورد حدود هل‌دادن وکشیدن، به نیروهای فشردگی ستون فقراتی و قدرت عضلانی اشاره می‌کند.

۳-۲-۳ کاهش خطر

کاهش خطر می‌تواند به وسیله به کمینه رساندن یا حذف خطرات ناشی از کار، جسم(اجسام) حمل شده، محل کار، سازمان کاری یا شرایط محیطی انجام شود. مثال‌هایی از هر کدام در پیوست پ آمده است.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

روش ۱- هل‌دادن و کشیدن: چک لیست بررسی کلی

الف-۱ مرحله ۱

جدول الف-۱ را کامل کنید و سپس، اگر پاسخ " آری" بود جدول الف-۲ را کامل کنید.

جدول الف-۱- چک لیست توصیف شغل

توصیف شغل:	آیا بررسی مورد نیاز است؟ (برای مثال- آیا خطر بالقوه آسیب‌دیدگی وجود دارد، و آیا عواملی، فراتر از محدودیت‌های دستورکار وجود دارد؟) بله و/یا خیر[a]
[a] دور لغت مناسب خط بکشید.	

جدول الف-۲- چک لیست اقدامات

اقدامات پوشش داده شده این بررسی (شرح مفصل): مکان‌ها: کارکنان مشمول: تاریخ بررسی:	نمودارها(اطلاعات دیگر):

الف-۲ مرحله۲- بررسی عوامل خطر بالقوه آسیب‌دیدگی

الف-۲-۱ چک لیست

چک لیست جدول الف-۳ را کامل کنید.

جدول الف-۳- چک لیست

سوالات مورد نظر	بله (=خطر)	خیر	خطرات و مشکلات بالقوه (در این ستون جهت آمادگی برای امکان اقدام درمانی یادداشت‌های ناهموار انجام شود)	پیشنهادات / امکان اقدام درمانی (تغییرات احتمالی به سیستم/ کار، بار، محل کار/ فضا، محیط زیست، ارتباطات مورد نیاز ساخته شده است)
ارزیابی کار - آیا وجود دارد... حرکات با شتاب بالا برای شروع حرکت، توقف و یا مانور بار؟ دستگیره/ اتصالات خارج از لگن به آرنج، گستره ارتفاع عمودی جمعیت کاربر؟ حرکات با سرعت بالا بیش از ۱٫۲ m/s می‌باشد؟ دستگیره‌های مورد استفاده جهت نگه‌داشتن بار کم پشت بدن خارج از محدوده این قسمت از استاندارد ملی می‌باشد و باید از آن اجتناب شود.				
بار یا جسم جهت جابجایی... آیا فاقد جادست خوب/ اتصال است؟ آیا بار ناپایدار است؟ آیا چشم‌انداز بر/ اطراف بار محدود شده است؟ **اگر روی چرخک‌ها / چرخ ها...** آیا بار بیش از نسبت چرخک‌ها / چرخ‌ها است؟ آیا سطوح کف در شرایط نامناسب است یا در غیر این صورت آیا کف مشکلاتی را برای عملیات چرخک/ چرخ ایجاد می‌کند؟ آیا چرخک مفصل گرداننده نامناسب برای مانوردادن مناسب است؟ آیا ترمز جهت ایمنی توقف حرکات بار لازم است؟ (اگر ترمز باشد خطر نیست) اگر ترمز استفاده شود، آیا موثر است؟				
محیط کار-آیا وجود دارد؟ فضاهای محدود شده / راهرو باریک؟ فضای ناکافی که جهت چرخش /مانوردادن فراهم شده؟ باقی ماندن در یک یا چند موقعیت / حالت بدن؟ سطوح کف لغزنده/ خراب/ شیاردار؟ سطوح ناهموار/ دامنه / سطح شیب‌دار؟ هشدارهای سرخوردگی؟ شرایط روشنایی ضعیف؟ شرایط مرطوب /سرد / گرم؟ حرکات هوایی شدید؟				
توانایی فردی- ایا شغل...؟ به توانایی‌های غیرعادی نیازمند است؟ هشدار جهت مشکل سلامت؟ هشدار جهت زنان حامله؟ تماس برای آموزش / اطلاعات خاص می‌باشد؟				
فاکتورهای دیگر آیا موقعیت یا حرکات توسط پوشش یا تجهیزات حفاظتی فردی پنهان شده است؟				

جدول الف-۳ -ادامه

سازمان‌دهی کار	بله (=**خطر**)	خیر	ریشه مشکلات کجا ست؟ (در این ستون جهت آمادگی برای امکان اقدام درمانی یادداشت‌های ناهموار انجام شود)	امکان اقدام درمانی تغییرات احتمالی جهت اهمیت سازمان‌دهی و مدیریت و ارتباطات مورد نیار انجام شده است.
اهمیت مدیریت و سازمان‌دهی –آیا وجود دارد؟ نظافت / تعمیرونگه‌داری ضعیف گاری‌ها / ارابه‌ها /سطوح کف؟ اطلاع‌رسانی ضعیف عمومی روش‌کاری تعمیرونگه‌داری / عملیاتی؟ ارتباط ضعیف بین کاربران تجهیزات و خریداران؟				

الف-۲-۲ تعیین نیروهای اولیه و پایدار

موارد زیر را تعیین کنید:

- ارتفاع دستگیره؛
- مسافت هل دادن یا کشیدن؛
- تکرار هل دادن و/یا کشیدن، هم اولیه و هم پایدار؛
- جمعیت کارگر، آیا همه مرد (حدود مردان را به کار ببرید)، همه زن یا ترکیب مردان و زنان (حدود زنان را به کار ببرید) هستند؛
- از جداول الف-۵ تا الف-۸ استفاده کرده و نیروهای اولیه و پایدار قابل قبول را که ٪ ۹۰ جمعیت کاربر مفروض را شامل می شود، به دست آورید.
- نیروهای اولیه و پایدار واقعی را تعیین و/یا اندازه‌گیری کنید (پیوست ت را ببینید).

الف-۳ گام ۳

خطر کلی آسیب‌دیدگی را به صورت قرمز و/یا سبز (شکل ۲، گام ۳ را ببینید) رتبه‌بندی کنید. به عنوان یک راهنمایی برای رتبه‌بندی خطر کلی آسیب‌دیدگی، نیروهای قابل قبول (جداول الف-۵ تا الف-۸ را ببینید) با نیروهای اندازه‌گیری شده مقایسه کنید:

الف اگر نیروهای واقعی بیشتر از نیروهای توصیه شده باشند؛ خطر را به صورت قرمز در نظر بگیرید؛

ب اگر نیروهای واقعی از نیروهای توصیه شده کمتر بوده اما تعداد قابل توجهی از عوامل خطر موجود باشد، خطر را به صورت قرمز در نظر بگیرید؛

پ غیر از دو حالت بالا، خطر را به صورت سبز در نظر بگیرید.

اگر، به دنبال اقدامات درمانی، بررسی کلی به صورت قرمز بوده یا تعیین سطح خطر دشوار بود، برای کاهش خطر تمهیداتی را به کار ببرید یا روش ۲ را اجرا کنید.

الف-۴ گام ۴

تمهیدات لازم برای کاهش خطر را با استفاده از جدول الف-۴ تعیین کنید.

جدول الف-۴- تمهیدات کاهش خطر

تمهیدات لازم برای کاهش خطر، به ترتیب اولویت:	تاریخی که بهتر است اقدام انجام شود:
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	
تاریخ بررسی مجدد:	
اسم ارزیاب:	امضا:

اقدام را به عمل آورده و بررسی کنید که آیا اثر دلخواه را داشته است یا خیر.

الف-۵ بیشینه نیروهای قابل قبول

جدول‌های الف-۵ تا الف-۸ را ببینید.

جدول الف-۵ - بیشینه نیروی اولیه قابل قبول-با دو دست هل دادن

ارتفاع دستگیره (cm)		با دو دست هل دادن- بیشینه نیروی اولیه قابل قبول- ٪ ۹۰ از جمعیت (N)															
		تکرار کشیدن															
		۱۰/min ۰٫۱۶۶۷ Hz		۵/min ۰٫۰۸۳۳ Hz		۴/min ۰٫۰۶۶۷ Hz		۲/۵min ۰٫۰۴۲ Hz		۱/min ۰٫۰۱۶۷ Hz		۱/۲min ۰٫۰۰۸۳ Hz		۱/۵min ۰٫۰۰۳۳ Hz		۱/۸h ۳٫۵×۱۰$^{-۵}$ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
		۲m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵	۲۰۰	۱۴۰	۲۲۰	۱۵۰					۲۵۰	۱۷۰			۲۶۰	۲۰۰	۳۱۰	۲۲۰
۹۵	۸۹	۲۱۰	۱۴۰	۲۴۰	۱۵۰					۲۶۰	۱۷۰			۲۸۰	۲۰۰	۳۴۰	۲۲۰
۶۴	۵۷	۱۹۰	۱۱۰	۲۲۰	۱۲۰					۲۴۰	۱۴۰			۲۵۰	۱۶۰	۳۱۰	۱۸۰
		۸ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵					۱۴۰	۱۵۰			۲۱۰	۱۶۰			۲۲۰	۱۸۰	۲۶۰	۲۰۰
۹۵	۸۹					۱۶۰	۱۴۰			۲۳۰	۱۶۰			۲۵۰	۱۹۰	۳۰۰	۲۱۰
۶۴	۵۷					۱۳۰	۱۱۰			۲۰۰	۱۴۰			۲۱۰	۱۶۰	۲۶۰	۱۷۰
		۱۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵							۱۶۰	۱۲۰	۱۹۰	۱۴۰			۲۰۰	۱۵۰	۲۵۰	۱۷۰
۹۵	۸۹							۱۸۰	۱۱۰	۲۲۰	۱۴۰			۲۳۰	۱۶۰	۲۸۰	۱۷۰
۶۴	۵۷							۱۵۰	۹۰	۱۹۰	۱۲۰			۲۰۰	۱۳۰	۲۴۰	۱۵۰
		۳۰m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵									۱۵۰	۱۲۰			۱۹۰	۱۴۰	۲۴۰	۱۷۰
۹۵	۸۹									۱۷۰	۱۲۰			۲۲۰	۱۵۰	۳۷۰	۱۸۰
۶۴	۵۷									۱۴۰	۱۱۰			۱۹۰	۱۲۰	۳۳۰	۱۵۰
		۴۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵									۱۳۰	۱۲۰			۱۶۰	۱۴۰	۲۰۰	۱۷۰
۹۵	۸۹									۱۴۰	۱۲۰			۱۹۰	۱۵۰	۲۳۰	۱۸۰
۶۴	۵۷									۱۲۰	۱۱۰			۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۵۰
		۶۰ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵											۱۲۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۸۰	۱۵۰
۹۵	۸۹											۱۴۰	۱۲۰	۱۶۰	۱۳۰	۲۰۰	۱۶۰
۶۴	۵۷											۱۲۰	۱۰۰	۱۴۰	۱۱۰	۱۷۰	۱۳۰

راهنما:
m مردان
f زنان

برای جمعیت کاری که همه مرد باشند از حدود مرد استفاده کنید، برای جمعیت کاری که همه زن باشند یا ترکیب مرد و/یا زن از حدود زن استفاده کنید. ارتفاع دستگیره پایین توصیه نمی‌شود.

جدول الف-۶ - بیشینه نیروی پایدار قابل قبول-با دو دست هل دادن

ارتفاع دستگیره (cm)		با دو دست هل دادن- بیشینه نیروی پایدار قابل قبول- ٪ ۹۰ از جمعیت (N)															
		تکرار کشیدن															
		۱۰/min ۰٫۱۶۶۷ Hz		۵/min ۰٫۰۸۳۳ Hz		۴/min ۰٫۰۶۶۷ Hz		۲٫۵min ۰٫۰۴۲ Hz		۱/min ۰٫۰۱۶۷ Hz		۱٫۲min ۰٫۰۰۸۳ Hz		۱٫۵min ۰٫۰۰۳۳ Hz		۱٫۸h ۳٫۵×۱۰$^{-۵}$ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
		۲m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵	۱۰۰	۵۰	۱۳۰	۸۰					۱۵۰	۱۰۰			۱۸۰	۱۱۰	۲۲۰	۱۴۰
۹۵	۸۹	۱۰۰	۵۰	۱۳۰	۷۰					۱۶۰	۹۰			۱۹۰	۱۰۰	۲۳۰	۱۳۰
۶۴	۵۷	۱۰۰	۴۰	۱۳۰	۶۰					۱۶۰	۸۰			۱۸۰	۹۰	۲۳۰	۱۲۰
		۸ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵				۵۰	۶۰				۱۳۰	۷۰			۱۵۰	۸۰	۱۸۰	۱۱۰
۹۵	۸۹				۵۰	۶۰				۱۳۰	۸۰			۱۵۰	۹۰	۱۸۰	۱۱۰
۶۴	۵۷				۵۰	۶۰				۱۲۰	۷۰			۱۴۰	۸۰	۱۸۰	۱۱۰
		۱۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵						۴۰	۶۰	۴۰	۱۱۰	۴۰			۱۳۰	۷۰	۱۶۰	۹۰
۹۵	۸۹						۴۰	۶۰	۴۰	۱۱۰	۴۰			۱۳۰	۷۰	۱۶۰	۱۰۰
۶۴	۵۷						۴۰	۶۰	۴۰	۱۱۰	۴۰			۱۲۰	۷۰	۱۵۰	۹۰
		۳۰m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵						۴۰	۶۰			۴۰			۱۲۰	۶۰	۱۶۰	۸۰
۹۵	۸۹						۴۰	۶۰			۴۰			۱۲۰	۶۰	۱۶۰	۹۰
۶۴	۵۷						۴۰	۶۰			۴۰			۱۱۰	۶۰	۱۵۰	۸۰
		۴۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵						۴۰	۵۰			۴۰			۱۰۰	۵۰	۱۳۰	۸۰
۹۵	۸۹						۴۰	۵۰			۴۰			۹۰	۶۰	۱۳۰	۸۰
۶۴	۵۷						۴۰	۵۰			۴۰			۹۰	۵۰	۱۳۰	۷۰
		۶۰ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵										۷۰	۳۰		۸۰	۴۰	۱۱۰	۶۰
۹۵	۸۹										۷۰	۳۰		۸۰	۴۰	۱۱۰	۶۰
۶۴	۵۷										۷۰	۳۰		۸۰	۴۰	۱۱۰	۶۰

راهنما:

m مردان

f زنان

برای جمعیت کاری که همه مرد باشند از حدود مرد استفاده کنید، برای جمعیت کاری که همه زن باشند یا ترکیب مرد و/یا زن از حدود زن استفاده کنید. ارتفاع دستگیره پایین توصیه نمی‌شود.

جدول الف-۷ – بیشینه نیروی اولیه قابل قبول- با دو دست کشیدن

ارتفاع دستگیره (cm)	با دو دست کشیدن- بیشینه نیروی اولیه قابل قبول- ٪ ۹۰ از جمعیت (N)																	
	تکرار کشیدن																	
	۱۰/min ۰/۱۶۶۷ Hz		۵/min ۰/۰۸۳۳ Hz		۴/min ۰/۰۶۶۷ Hz		۲/۵min ۰/۰۴۲ Hz		۱/min ۰/۰۱۶۷ Hz		۱/۲min ۰/۰۰۸۳ Hz		۱/۵min ۰/۰۰۳۳ Hz		۱/۸h ۳/۵×۱۰$^{-۵}$ Hz	
	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m
	۲m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵	۱۴۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۶۰						۱۸۰	۱۷۰			۱۹۰	۱۹۰	۲۳۰	۲۲۰
۹۵	۸۹	۱۹۰	۱۴۰	۱۶۰	۲۲۰						۲۵۰	۱۸۰			۲۷۰	۲۱۰	۳۲۰	۲۳۰
۶۴	۵۷	۲۲۰	۱۵۰	۱۷۰	۲۵۰						۲۸۰	۱۹۰			۳۰۰	۲۲۰	۳۶۰	۲۴۰
	۸ m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵					۱۱۰	۱۱۰				۱۶۰	۱۶۰			۱۷۰	۱۷۰	۲۱۰	۲۰۰
۹۵	۸۹					۱۴۰	۱۵۰				۱۶۰	۲۳۰			۲۴۰	۱۹۰	۲۹۰	۲۱۰
۶۴	۵۷					۱۵۰	۱۸۰				۱۷۰	۲۶۰			۲۷۰	۲۰۰	۳۳۰	۲۲۰
	۱۵ m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵							۱۳۰	۱۳۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۳۰			۱۶۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۷۰
۹۵	۸۹							۱۸۰	۱۰۰	۲۱۰	۱۴۰	۲۳۰			۲۳۰	۱۶۰	۲۸۰	۱۸۰
۶۴	۵۷							۲۰۰	۱۱۰	۲۴۰	۱۵۰	۲۶۰			۲۶۰	۱۷۰	۳۱۰	۱۹۰
	۳۰m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵									۱۲۰	۱۲۰				۱۵۰	۱۴۰	۱۹۰	۱۷۰
۹۵	۸۹									۱۳۰	۱۶۰				۲۱۰	۱۵۰	۲۶۰	۱۸۰
۶۴	۵۷									۱۳۰	۱۸۰				۲۴۰	۱۵۰	۳۰۰	۱۹۰
	۴۵ m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵									۱۰۰	۱۰۰				۱۳۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۶۰
۹۵	۸۹									۱۳۰	۱۴۰				۱۸۰	۱۵۰	۲۳۰	۱۸۰
۶۴	۵۷									۱۳۰	۱۶۰				۲۱۰	۱۵۰	۲۶۰	۱۹۰
	۶۰ m فاصله کشیدن																	
۱۴۴	۱۳۵											۱۰۰	۱۰۰		۱۱۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۴۰
۹۵	۸۹											۱۲۰	۱۳۰		۱۶۰	۱۳۰	۱۹۰	۱۶۰
۶۴	۵۷											۱۳۰	۱۵۰		۱۸۰	۱۴۰	۲۲۰	۱۷۰

راهنما:

m مردان

f زنان

برای جمعیت کاری که همه مرد باشند از حدود مرد استفاده کنید، برای جمعیت کاری که همه زن باشند یا ترکیب مرد و/یا زن از حدود زن استفاده کنید. ارتفاع دستگیره پایین توصیه نمی‌شود.

جدول الف-۸- بیشینه نیروی پایدار قابل قبول- با دو دست کشیدن

ارتفاع دستگیره (cm)		با دو دست کشیدن- بیشینه نیروی پایدار قابل قبول- ٪ ۹۰ از جمعیت (N)															
		تکرار کشیدن															
		۱۰/min ۰٫۱۶۶۷ Hz		۵/min ۰٫۰۸۳۳ Hz		۴/min ۰٫۰۶۶۷ Hz		۲/۵min ۰٫۰۴۲ Hz		۱/min ۰٫۰۱۶۷ Hz		۱/۲min ۰٫۰۰۸۳ Hz		۱/۵min ۰٫۰۰۳۳ Hz		۱/۸h ۳٫۵×۱۰$^{-۵}$ Hz	
m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
		۲m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵	۸۰	۵۰	۱۰۰	۸۰							۱۲۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۱۰	۱۸۰	۱۵۰
۹۵	۸۹	۱۰۰	۵۰	۱۳۰	۸۰							۱۶۰	۱۰۰	۱۹۰	۱۱۰	۲۴۰	۱۴۰
۶۴	۵۷	۱۱۰	۴۰	۱۴۰	۸۰							۱۷۰	۹۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۳۰
		۸ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵					۶۰	۶۰			۱۰۰	۹۰			۱۲۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۳۰
۹۵	۸۹					۶۰	۶۰			۱۳۰	۹۰			۱۶۰	۱۰۰	۱۹۰	۱۳۰
۶۴	۵۷					۵۰	۷۰			۱۴۰	۸۰			۱۷۰	۹۰	۲۰۰	۱۲۰
		۱۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵							۶۰	۴۰	۹۰	۶۰			۱۰۰	۸۰	۱۳۰	۱۱۰
۹۵	۸۹							۷۰	۴۰	۱۲۰	۶۰			۱۴۰	۸۰	۱۷۰	۱۱۰
۶۴	۵۷							۷۰	۴۰	۱۲۰	۶۰			۱۵۰	۷۰	۱۸۰	۱۰۰
		۳۰m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵									۷۰	۵۰			۹۰	۷۰	۱۳۰	۱۰۰
۹۵	۸۹									۷۰	۵۰			۱۲۰	۷۰	۱۷۰	۱۰۰
۶۴	۵۷									۷۰	۵۰			۱۳۰	۶۰	۱۸۰	۹۰
		۴۵ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵									۵۰	۵۰			۸۰	۷۰	۱۰۰	۹۰
۹۵	۸۹									۶۰	۴۰			۱۰۰	۶۰	۱۴۰	۹۰
۶۴	۵۷									۶۰	۴۰			۱۱۰	۶۰	۱۵۰	۸۰
		۶۰ m فاصله کشیدن															
۱۴۴	۱۳۵											۶۰		۴۰	۵۰	۹۰	۷۰
۹۵	۸۹											۷۰		۴۰	۵۰	۱۲۰	۷۰
۶۴	۵۷											۸۰		۳۰	۵۰	۱۲۰	۶۰

راهنما:
m مردان
f زنان

برای جمعیت کاری که همه مرد باشند از حدود مرد استفاده کنید، برای جمعیت کاری که همه زن باشند یا ترکیب مرد و/یا زن از حدود زن استفاده کنید. ارتفاع دستگیره پایین توصیه نمی‌شود.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

روش ۲- برآورد خطر تخصصی و بررسی خطر

روش ۲ را می‌توان برای محاسبه حدود نیروی پایه، هنگام کشیدن یا هل‌دادن به کار برد و برای مشخصات جسمانی و مشخصات فردی جمعیت کاربر مورد نظر به حساب می‌آید.

به طور خاص، این مشخصات شامل توزیعی از

- سن؛
- جنسیت و؛
- قد می‌باشد.

اساسا، روش ۲ برای محاسبه حدود نیرو هنگام کشیدن یا هل‌دادن در موارد زیر استفاده می‌شود:

الف) در ارتفاع‌های مطلق دستگیره انتخاب شده؛

ب) برای جمعیت هدف خاص.

روش ۲ شامل رویکرد گام به گام زیر می‌باشد:

ب-۱ بخش الف، تعیین حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

ب-۱-۱ گام ۱، محاسبه حدود نیروی پایه

ب-۱-۱-۱ خلاصه روش کاری

روش کاری محاسبه حدود نیروی پایه، F_B، به صورت زیر است:

الف جمع‌آوری داده‌های ورودی (بند ب-۱-۱-۲ را ببینید)؛

ب تنظیم داده‌های نیرو برای توزیع سن و جنسیت جمعیت هدف (بند ب-۱-۱-۳ را ببینید)؛

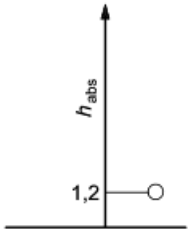
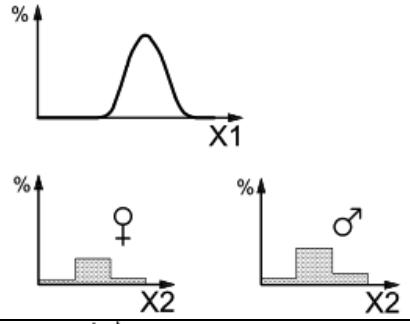
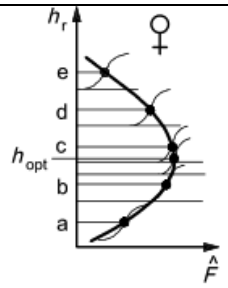
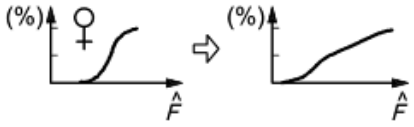
پ تنظیم داده‌های نیرو برای توزیع قد جمعیت هدف (بند ب-۱-۱-۴ را ببینید)؛

ت تعیین F_B (بند ب-۱-۱-۵ را ببینید).

ب-۱-۱-۳ جمع‌آوری داده‌های ورودی

جدول ب-۱ را ببینید.

جدول ب-۱ جمع‌آوری داده‌های ورودی

	ورودی	شرح	مثال‌های ترسیمی
۱	ارتفاع مطلق دستگیره h_{abs} را تعیین کنید.	برای مثل ۱٫۲ m	
۲	مشخصات گروه هدف را تعیین کنید.	مشخصات گروه هدف: - توزیع قد - توزیع‌های سن و جنسیت	
۳	توزیع‌های قدرت گروه مرجع بر اساس یافته‌های تجربی را تعیین کنید. شکل ب-۱ را ببینند.	توزیع‌های قدرت گروه مرجع - برای مثال زنان جوان - هنگام هل‌دادن یا کشیدن - در ارتفاع نسبی دستگیره انتخاب شده، h_r (a-e)	
۴	"روش کاری توزیع مصنوعی" که در پیوست ج شرح داده شده، به کار ببرید.	جمعیت‌شناختی مناسب به توزیع‌های مصنوعی مطابق با پیوست ج منجر می‌شود.	 ب) جمعیت هدف الف) زن جوان

راهنما:

X1 قد

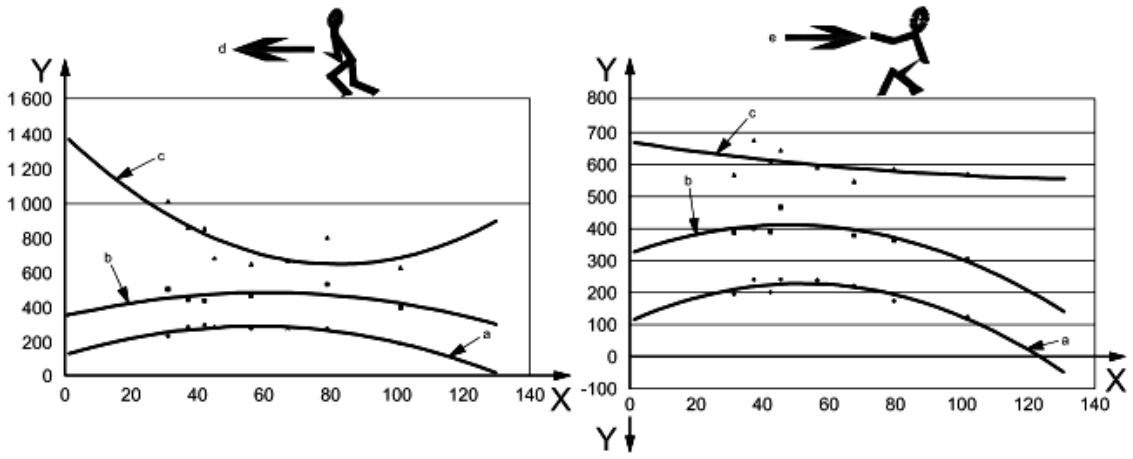
X2 سن

F قدرت فیزیکی بر حسب N

h_{abs} ارتفاع مطلق بر حسب m

h_{opt} ارتفاع نسبی محل کار بهینه

h_r ارتفاع نسبی دستگیره، ٪



ب)هل دادن

الف)کشیدن

راهنما:

X ارتفاع نسبی محل کار٪

Y قدرت برحسب N

a پنجمین صدک

b پنجاهمین صدک

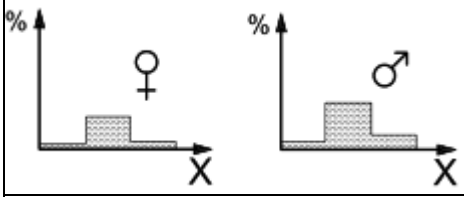
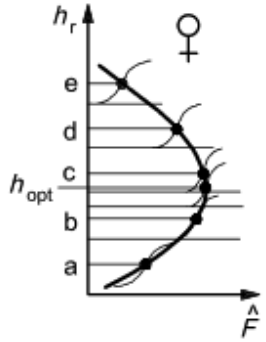
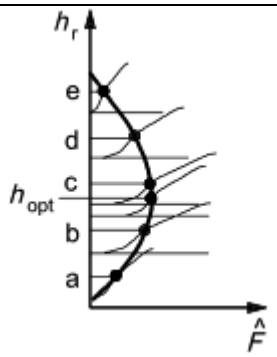
c نودو پنجمین صدک

شکل ب-۱ وابستگی صدک‌های قدرت به ارتفاع نسبی محل کار

ب-۱-۱-۳ تنظیم نیروها بر اساس سن و جنسیت کاربران مورد نظر

توزیع‌های قدرت گروه مرجع (زنان) را بر اساس مشخصات جمعیت کاربر مورد نظر، تنظیم کنید. این تبدیل در تمام توزیع‌های قدرت در ارتفاع نسبی محل کار اعمال می‌شود، مجموعه‌ای از توزیع‌های قدرت جدید که باعث تغییر موقعیت و شکل شده، حاصل می‌شود. برای مثال توزیع نرمال دیگر اعمال نمی‌شود. نتایج توزیع‌ها توسط ترکیب توزیع وزنی نرمال تولید شده است، هر یک انعکاس‌دهنده زیرگروه سن و جنسیت خاص خود است. این روش کاری، به عنوان "روش کاری توزیع‌های مصنوعی" در پیوست ج ارایه شده است. به طور کلی، این روش کاری شامل سه عمل اساسی است که در جدول ب-۲ خلاصه شده است.

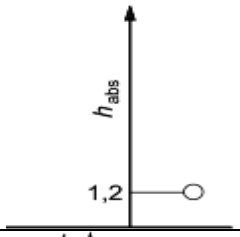
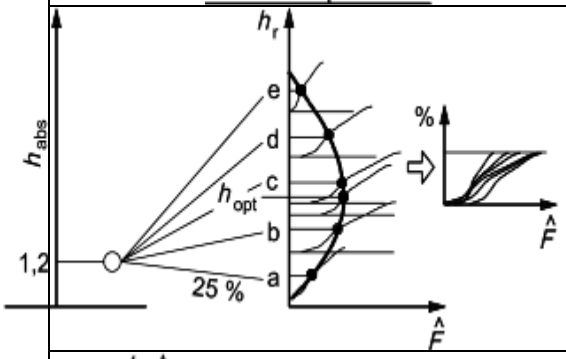
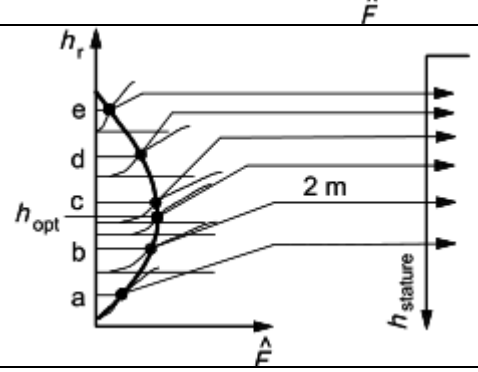
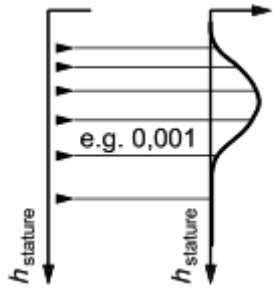
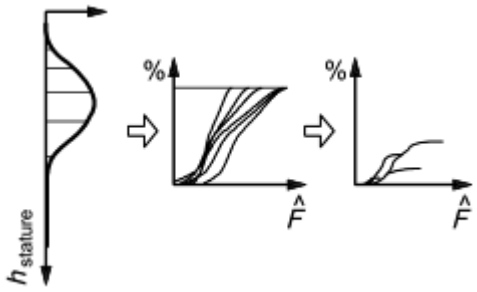
جدول ب-۲ تنظیم قدرت بر اساس سن و جنسیت

	عمل	شرح	مثال‌های ترسیمی
۱	جمعیت هدف را تعیین کنید.	مستندات جمعیت‌شناختی از یک جامعه هدف توسط توزیع سن و جنسیت داده شده است.	
۲	توزیع های قدرت گروه مرجع را انتخاب کنید.	توزیع های قدرت گروه مرجع - برای مثل زنان جوان - هنگام هل‌دادن یا کشیدن - در ارتفاع نسبی دستگیره انتخاب شده، h_r (a-e)	
۳	"روش کاری توزیع مصنوعی" مطابق با پیوست ج را اعمال کنید.	حاصل این روش کاری، مجموعه توزیع قدرت به ارتفاع نسبی دستگیره h_r انتخاب شده جهت تنظیم جمعیت هدف می‌باشد.	
	راهنما: X سن F قدرت فیزیکی بر حسب N h_{opt} ارتفاع نسبی محل کار بهینه h_r ارتفاع نسبی دستگیره، ٪		

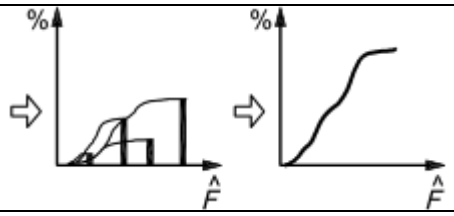
ب-۱-۱-۴ تنظیم قدرت بر اساس توزیع قد

توصیه می‌شود توزیع‌های قدرت، اثرات قد را به خوبی اثرات سن و جنسیت انعکاس دهند. توزیع‌های قدرت به دست آمده در بند ب-۱-۱-۳ را بر اساس توزیع‌های قد تخصصی از جمعیت کاربر تنظیم کنید، به عنوان مثال هنگامی که اندازه قدی جمعیت از بلند به متوسط یا کوتاهتر تغییر کند، قدرت هل‌دادن تغییر می‌کند.
این موضوع در جدول ب-۳ شرح داده شده است.

جدول ب-۳ تنظیم قدرت بر اساس توزیع قد

	عمل	شرح	مثال‌های ترسیمی
۱	ارتفاع مطلق دستگیره را انتخاب کنید.	ارتفاع مطلق دستگیره مورد علاقه را انتخاب کنید، برای مثال ۱٫۲m بالاتر از زمین	
۲	توزیع قدرت به دست آمده در جدول ب-۲ را بازآرایی کنید.	به ارتفاع نسبی دستگیره انتخاب شده بروید. تمام توزیع‌های قدرت تنظیم شده در تمام ارتفاع‌های نسبی را برداشته و آنها را در یک نمودار ترکیب کنید. - از a تا e: ارتفاع‌های نسبی محل کار، اختیاری	
۳	قدها را پیش‌بینی کنید.	پیش بینی قد برای هر ارتفاع نسبی محل کار.برای مثل: - هنگامی که کارگر نیم متر بالای زمین است $h_{abs} = 0.5$ m - ارتفاع نسبی محل کار $h_r = 25$ % - سپس نتیجه قد(یا یک از ۱۰۰٪) برابر $h_{stature} = 2$ m	
۴	ضرایب وزن از توزیع‌های قد را تعیین کنید.	فراوانی همه قدهای پیش بینی شده را بیابید. مثلا احتمال ملاقات ۲ مرد بلند قد ممکن است۰/۰۰۱باشد، این احتمال فاکتور وزن قابل کاربرد بر اساس توزیع قدرت متناظر است.	
۵	توزیع‌های قدرت وزن	هر توزیع قدرت را در احتمال قد ضرب کنید. نتیجه مجموعه‌ای از توزیع‌های وزنی است.	

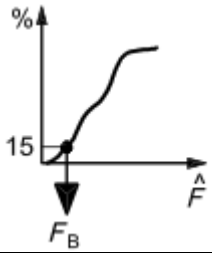
جدول ب-۳- ادامه

عمل		شرح	مثال‌های ترسیمی
۶	تابع توزیع ترکیبی را محاسبه کنید.	تمام توزیع‌های وزنی را اضافه کنید. نتیجه یک تابع توزیع ترکیبی است.	
راهنما: F قدرت فیزیکی بر حسب N h_{abs} ارتفاع مطلق بر حسب m h_{opt} ارتفاع نسبی محل کار بهینه h_r ارتفاع نسبی دستگیره، ٪ $h_{stature}$ قد بر حسب m ، $h_{stature} = 100\ (h_{abs} / h_r)$ m			

ب-۱-۱-۵ تعیین حدود نیرو

حدود نیرو ممکن است توسط رویکرد درصدی شرح داده شده در استاندارد EN 1005-3 یافت شود. طرح کلی این روش کاری در جدول ب-۴ داده شده است.

جدول ب-۴ تعیین حدود نیروی پایه، F_B

عمل		شرح	مثال‌های ترسیمی
۱	به نتایج جدول ب-۳ مراجعه کنید.	با تابع توزیع ترکیبی ادامه دهید:	
۲	حدود نیروی پایه، F_B را پیدا کنید.	حد درصد که شامل ظرفیت‌های نیروی اکثریت تعریف شده ٪ (۸۵) از جمعیت کاربر مورد نظر می‌باشد را تعیین کنید.	
راهنما: F قدرت فیزیکی بر حسب N F_B حدود نیروی پایه			

ب-۱-۱-۶ مثال نمایش حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

الف) سناریو

۱)فعالیت: هل‌دادن

۲)جمعیت:

- آمریکایی(A)

-ژاپنی(B)

۳)ارتفاع مطلق محل کار: ۱٫۵ m

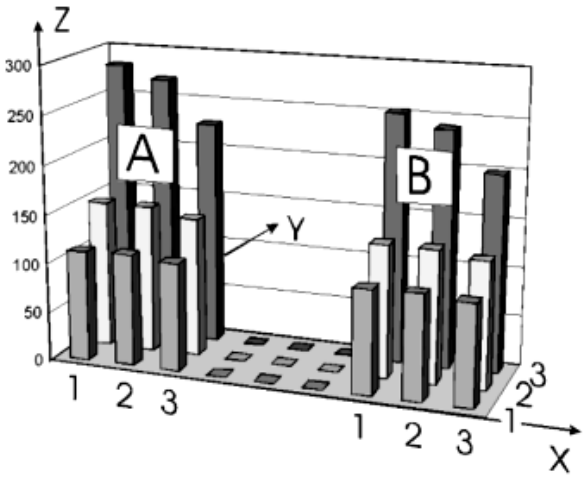
ب)پیش‌فرض‌ها

۱)قدرت فیزیکی: توزیع قدرت یکسان در هر دو ملیت

۲) حدود بار: صدک پانزدهم

این مثال حدود نیروی پایه F_B،را هنگام هل‌دادن محاسبه می‌کند. این حدود به جمعیت آمریکایی و ژاپنی که تفاوت گسترده‌ای در توزیع‌های قد دارند، مربوط است. توزیع‌های قدرت هر دو کشور یکسان در نظرگرفته شده است.

هر دو ملیت با یک متغیر زیرشاخه جمعیت از پیش تعریف شده محصور شده که به ویژه با ترکیبی از سن و جنسیت مشخص شده است. شکل ب-۲ را ببینید.



راهنما:

A آمریکایی

B ژاپنی

X ترکیب‌های سن ۱ جوانان

۲ همه سنین

۳ سالمندان

Y ترکیب‌های جنسیت ۱ ترکیب ۱

۲ ترکیب ۲

۳ترکیب ۳

Z حدود نیروی پایه، F_B بر حسب N

یادآوری- برای شرح ترکیب‌ها بند d را ببینید.

شکل ب-۲- انطباق تنوع حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی در یک جمعیت کاربر و بین دو جمعیت کاربر متفاوت

پ) ترکیب سنی

این مثال سه ترکیب سنی، را با گروه‌بندی جمعیت کاری نشان می‌دهد:

۱- جوانان – خوشه‌های جمعیتی در گروه سنی ۱ (سن < ۲۰ سال)؛

۲- همه سنین – توزیع برابری از هر سه گروه سنی (سن < ۲۰ سال، ۲۰ سال< سن ≤ ۵۰ سال، ۵۰ سال< سن ≤ ۶۵ سال)

۳- سالمندان- خوشه‌های جمعیتی در گروه سنی ۳ (۵۰ سال< سن ≤ ۶۵ سال).

ت) ترکیب جنسیت

هر یک از ترکیب‌های سنی شامل سه نسبت از زنان و مردان می‌باشند:

۱- ترکیب ۱، نسبت مردان به زنان: ٪ ۰:۱۰۰

۲- ترکیب ۲، نسبت مردان به زنان: ٪ ۵۰:۵۰

۳- ترکیب ۳، نسبت مردان به زنان: ٪ ۱۰۰: ۰

ترکیبی از ترکیب‌های سن و جنسیت فوق، آرایه‌ای ۳×۳ مطابق شکل ب-۲ به دست می‌دهد.

ث) محاسبه حدود نیروی پایه، F_B

۱- در محل هر عنصر در آرایه، و

۲- برای هر دو جمعیت آمریکایی و ژاپنی.

ج) تفاسیر

نتایج نشان داده شده در شکل ب-۲، به طور کمی سازگاری گسترده این نوع حد نیرو را نشان می‌دهد. این حد نه تنها مستندات جمعیت‌شناختی مشخص را منعکس می‌کند، بلکه تغییرات در توزیع قد را نیز به حساب می-آورد.

همانند مستندات جمعیت‌شناختی، حدود قدرت برای هر دو جامعه با

۱- افزایش سن و

۲- تعداد زنان

کاهش می‌یابد.

شکل ب-۲ به روشنی نشان می‌دهد که چگونه دو جامعه، حدود نیرو را به عنوان اثری از توزیع‌های قد متفاوت شکل می‌دهد.

ب-۱-۲ حدود نیروی از پیش محاسبه شده

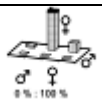
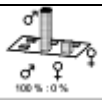
این زیر بند مجموعه‌ای از حدود نیروی پایه، F_B، را که می‌تواند به عنوان مسیر جانبی روش کاری ارایه شده بند ب-۱-۱ استفاده شود، فراهم می‌کند. مثال‌های انتخاب شده به موقعیت‌های استاندارد هنگام هل‌دادن و کشیدن برمی‌گردد.

حدود نیروی پایه از پیش محاسبه شده، F_B، را می‌توان به صورت زیر پیدا کرد:

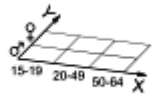
الف- ابتدا، از جدول‌های ب-۵ و ب-۶ زیرگروهی که جمعیت هدف را با بهترین تقریب نشان می‌دهد انتخاب کنید.

ب- سپس حدود نیروی از پیش محاسبه شده را در جداول ب-۷ تا ب-۱۰ پیدا کنید.

جدول ب-۵- مشخصات زیر گروه جمعیت متغیر در سن و جنسیت و بازتاب همه سنین کارگران بالغ

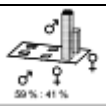
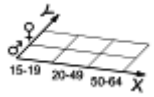
شماره زیرگروه جمعیت	تصور[a]	توزیع جنسیتی نسبت مردان به زنان ٪
۱		۰:۱۰۰
۲		۲۵:۷۵
۳		۵۹:۴۱ توزیع طبیعی
۴		۷۵:۲۵
۵		۱۰۰:۰

[a]



راهنما:
X سن
Y جنسیت

جدول ب-۶ -مشخصات زیرگروه جمعیت متغیر در سن و جنسیت و بازتاب کارگران سالمند (۵۰-۶۴)سال

شماره زیرگروه جمعیت	تصور[a]	توزیع جنسیتی نسبت مردان به زنان٪
۶		۰:۱۰۰
۷		۲۵:۷۵
۸		۵۹:۴۱ توزیع طبیعی
۹		۷۵:۲۵
۱۰		۱۰۰:۰
a  **راهنما:** X سن Y جنسیت		

جدول ب-۷- حدود نیروی پایهF_B، هنگام هل‌دادن، با اختصاص ارتفاع کار مطلقh_W، و زیرگروه جمعیت - جمعیت کارگر اروپای مرکزی ، کاربران حرفه‌ای

ارتفاع مطلق محل کار، h_W بر حسب m	حدود نیروی پایه، F_B بر حسب N									
	شماره زیرگروه جمعیت[a]									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۲٫۰۵	۴۰	۵۴	۸۷	۱۱۱	۱۶۵	۳۵	۴۶	۷۱	۸۱	۱۱۰
۱٫۹	۷۲	۸۷	۱۲۰	۱۴۶	۲۰۵	۶۶	۷۸	۱۰۴	۱۱۴	۱۴۶
۱٫۷۵	۹۳	۱۰۸	۱۴۲	۱۷۱	۲۳۹	۸۷	۹۸	۱۲۷	۱۳۹	۱۷۶
۱٫۶	۱۱۱	۱۲۵	۱۵۹	۱۹۰	۲۶۶	۱۰۳	۱۱۵	۱۴۶	۱۵۹	۲۰۱
۱٫۴۵	۱۲۵	۱۳۸	۱۷۲	۲۰۴	۲۸۷	۱۱۷	۱۲۸	۱۶۰	۱۷۴	۲۲۰
۱٫۳	۱۳۵	۱۴۷	۱۸۰	۲۱۴	۳۰۱	۱۲۶	۱۳۸	۱۷۰	۱۸۵	۲۳۴
۱٫۱۵	۱۴۱	۱۵۳	۱۸۵	۲۱۸	۳۱۰	۱۳۳	۱۴۴	۱۷۶	۱۹۲	۲۴۲
۱٫۰	۱۴۴	۱۵۶	۱۸۷	۲۲۱	۳۱۲	۱۳۶	۱۴۶	۱۷۸	۱۹۴	۲۴۴
۰٫۸۵	۱۴۴	۱۵۵	۱۸۵	۲۱۸	۳۰۸	۱۳۵	۱۴۵	۱۷۶	۱۹۱	۲۴۱
۰٫۷	۱۳۹	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۳	۲۹۹	۱۳۱	۱۴۱	۱۷۱	۱۸۶	۲۳۳
۰٫۵۵	۱۳۲	۱۴۲	۱۷۲	۲۰۳	۲۸۲	۱۲۳	۱۳۳	۱۶۱	۱۷۵	۲۱۸
۰٫۴	۱۲۰	۱۳۱	۱۶۰	۱۸۹	۲۶۰	۱۱۳	۱۲۲	۱۴۸	۱۶۰	۱۹۸
۰٫۲۵	۱۰۶	۱۱۶	۱۴۴	۱۷۱	۲۳۲	۹۹	۱۰۷	۱۳۱	۱۴۱	۱۷۳

یادآوری۱- توزیع سن و جنسیت مطابق با استاندارد اروپایی ۱۲ عضو پایه، ۱۹۹۳ می‌باشد.

یادآوری۲- توزیع قد مطابق با مرجع شماره ۱۱ می‌باشد.

یادآوری۳- توزیع قدرت مطابق با استاندارد DIN 33411-5 می‌باشد.

یادآوری۴- راه‌حل‌های فنی احتمالا می‌توانند به طور کامل به کار تبدیل شوند یا کمینه به بهبود وضعیت برای آن بیانجامد.

یادآوری۵- اگرچه این داده‌ها ارائه شده، بهتر است کارگران بالاتر از ارتفاع شانه کار کنند.

یادآوری۶- این داده‌ها برای حدود نیرو توصیه نمی‌شوند.

[a] به جدول‌های ب-۵ و ب-۶ مراجعه کنید.

جدول ب-۸- حدود نیروی پایه F_B، هنگام کشیدن، با اختصاص ارتفاع کار مطلق h_W، و زیرگروه جمعیت - جمعیت کارگر اروپای مرکزی ، کاربران حرفه‌ای

ارتفاع مطلق محل کار، h_W بر حسب m	حدود نیروی پایه، F_B بر حسب N									
	شماره زیرگروه جمعیت[a]									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۲٫۰۵	۱۴	۲۲	۴۲	۵۷	۹۱	۱۱	۱۷	۳۲	۳۸	۵۶
۱٫۹	۴۰	۵۰	۷۴	۹۲	۱۳۲	۳۶	۴۴	۶۲	۷۰	۹۲
۱٫۷۵	۶۱	۷۲	۹۸	۱۱۹	۱۶۷	۵۶	۶۵	۸۶	۹۵	۱۲۲
۱٫۶	۷۸	۹۰	۱۱۷	۱۴۱	۱۹۷	۷۳	۸۲	۱۰۶	۱۱۶	۱۴۷
۱٫۴۵	۹۳	۱۰۴	۱۳۲	۱۵۸	۲۲۱	۸۷	۹۷	۱۲۲	۱۳۳	۱۶۸
۱٫۳	۱۰۵	۱۱۶	۱۴۳	۱۷۱	۲۴۰	۹۸	۱۰۸	۱۳۴	۱۴۶	۱۸۴
۱٫۱۵	۱۱۳	۱۲۳	۱۵۱	۱۸۰	۲۵۲	۱۰۶	۱۱۵	۱۴۲	۱۵۵	۱۹۵
۱٫۰	۱۱۸	۱۲۸	۱۵۶	۱۸۵	۲۵۹	۱۱۱	۱۲۰	۱۴۷	۱۶۰	۲۰۱
۰٫۸۵	۱۲۰	۱۳۰	۱۵۸	۱۸۷	۲۶۱	۱۱۳	۱۲۲	۱۴۸	۱۶۱	۲۰۲
۰٫۷	۱۱۹	۱۲۹	۱۵۶	۱۸۵	۲۵۷	۱۱۱	۱۲۰	۱۴۶	۱۵۹	۱۹۸
۰٫۵۵	۱۱۴	۱۲۴	۱۵۲	۱۷۹	۱۴۷	۱۰۷	۱۱۶	۱۴۱	۱۵۳	۱۸۹
۰٫۴	۱۰۷	۱۱۶	۱۴۳	۱۶۹	۲۳۱	۱۰۰	۱۰۸	۱۳۱	۱۴۲	۱۷۵
۰٫۲۵	۹۶	۱۰۶	۱۳۲	۱۵۶	۲۱۲	۸۹	۹۷	۱۱۹	۱۲۸	۱۵۷

یادآوری۱- توزیع سن و جنسیت مطابق با استاندارد اروپایی ۱۲ عضو پایه، ۱۹۹۳ می‌باشد.

یادآوری۲- توزیع قد مطابق با مرجع شماره ۱۱ می‌باشد.

یادآوری۳- توزیع قدرت مطابق با استاندارد DIN 33411-5 می‌باشد.

یادآوری۴- راه‌حل‌های فنی احتمالا می‌توانند به طور کامل به کار تبدیل شوند یا کمینه به بهبود وضعیت برای آن بیانجامد.

یادآوری۵- اگرچه این داده‌ها ارائه شده، بهتر است کارگران بالاتر از ارتفاع شانه کار کنند.

یادآوری۶- این داده‌ها برای حدود نیرو توصیه نمی‌شوند.

[a] به جدول‌های ب-۵ و ب-۶ مراجعه کنید.

جدول ب-۹ -حدود نیروی پایهF_B، هنگام هل‌دادن، با اختصاص ارتفاع کار مطلقh_W، و زیرگروه جمعیت - جمعیت کارگر اروپای مرکزی ، کاربران خانگی

ارتفاع مطلق محل کار، h_W بر حسب m	حدود نیروی پایه، F_B بر حسب N									
	شماره زیرگروه جمعیت[a]									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۲٫۰۵	N/A	N/A	N/A	۱	۵۴	N/A	N/A	۱	۱	۳۱
۱٫۹	۲۴	۲۸	۳۸	۴۷	۸۴	۲۰	۲۴	۳۳	۳۸	۵۵
۱٫۷۵	۳۹	۴۴	۵۵	۶۵	۱۱۲	۳۵	۳۹	۵۱	۵۶	۷۸
۱٫۶	۵۴	۵۹	۷۰	۸۰	۱۳۶	۴۹	۵۳	۶۵	۷۱	۹۹
۱٫۴۵	۶۶	۷۱	۸۲	۹۲	۱۵۶	۶۱	۶۵	۷۷	۸۳	۱۱۷
۱٫۳	۷۶	۸۱	۹۱	۱۰۱	۱۷۰	۷۰	۷۴	۸۶	۹۲	۱۳۰
۱٫۱۵	۸۳	۸۷	۹۷	۱۰۶	۱۷۹	۷۷	۸۱	۹۲	۹۸	۱۳۹
۱٫۰	۸۶	۹۰	۱۰۰	۱۰۸	۱۸۲	۸۰	۸۳	۹۴	۱۰۰	۱۴۱
۰٫۸۵	۸۶	۹۰	۹۹	۱۰۷	۱۷۹	۸۰	۸۳	۹۳	۹۹	۱۳۹
۰٫۷	۸۲	۸۶	۹۴	۱۰۳	۱۷۱	۷۶	۷۹	۸۹	۹۵	۱۳۲
۰٫۵۵	۷۵	۷۸	۸۶	۹۴	۱۵۷	۶۹	۷۲	۸۱	۸۶	۱۱۹
۰٫۴	۶۶	۶۸	۷۶	۸۳	۱۳۷	۶۰	۶۳	۷۱	۷۵	۱۰۱
۰٫۲۵	۵۳	۵۶	۶۳	۶۹	۱۱۴	۴۸	۵۱	۵۸	۶۲	۸۱

یادآوری۱- توزیع سن و جنسیت مطابق با استاندارد اروپایی ۱۲ عضو پایه، ۱۹۹۳ می‌باشد.

یادآوری۲- توزیع قد مطابق با مرجع شماره ۱۱ می‌باشد.

یادآوری۳- توزیع قدرت مطابق با استاندارد DIN 33411-5 می‌باشد.

یادآوری۴- کاربران خانگی شامل جمعیت بی‌کار جوان و سالمند می‌باشند.

یادآوری۵- راه‌حل‌های فنی احتمالا می‌توانند به طور کامل به کار تبدیل شوند یا کمینه به بهبود وضعیت برای آن بیانجامد.

یادآوری۶- اگرچه این داده‌ها ارائه شده، بهتر است کارگران بالاتر از ارتفاع شانه کار کنند.

یادآوری۷- این داده‌ها برای حدود نیرو توصیه نمی‌شوند.

[a] به جدول‌های ب-۵ و ب-۶ مراجعه کنید.

جدول ب-۱۰- حدود نیروی پایهF_B، هنگام کشیدن، با اختصاص ارتفاع کار مطلقh_W، و زیرگروه جمعیت - جمعیت کارگر اروپای مرکزی ، کاربران خانگی

ارتفاع مطلق محل کار، h_W بر حسب m	حدود نیروی پایه، F_B بر حسب N									
	شماره زیرگروه جمعیت[a]									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۲٫۰۵	N/A	N/A	N/A	۱	۲۲	N/A	N/A	N/A	۱	۱۰
۱٫۹	۹	۱۲	۱۸	۲۴	۴۸	۸	۱۰	۱۵	۱۸	۳۰
۱٫۷۵	۲۳	۲۶	۳۵	۴۲	۷۴	۲۰	۲۳	۳۱	۳۵	۵۰
۱٫۶	۳۶	۴۰	۴۹	۵۶	۹۷	۳۲	۳۶	۴۵	۴۹	۶۹
۱٫۴۵	۴۷	۵۱	۶۰	۶۸	۱۱۶	۴۳	۴۷	۵۶	۶۱	۸۵
۱٫۳	۵۷	۶۱	۷۰	۷۷	۱۳۱	۵۲	۵۶	۶۵	۷۰	۹۸
۱٫۱۵	۶۴	۶۷	۷۶	۸۳	۱۴۰	۵۸	۶۲	۷۱	۷۶	۱۰۷
۱٫۰	۶۸	۷۱	۷۹	۸۷	۱۴۵	۶۲	۶۶	۷۵	۸۰	۱۱۱
۰٫۸۵	۶۹	۷۲	۸۰	۸۷	۱۴۶	۶۳	۶۶	۷۵	۸۰	۱۱۱
۰٫۷	۶۷	۷۰	۷۸	۸۵	۱۴۲	۶۲	۶۵	۷۳	۷۸	۱۰۷
۰٫۵۵	۶۳	۶۶	۷۳	۸۰	۱۳۳	۵۸	۶۰	۶۸	۷۳	۹۹
۰٫۴	۵۶	۵۹	۶۶	۷۲	۱۱۹	۵۱	۵۴	۶۱	۶۵	۸۷
۰٫۲۵	۴۷	۴۹	۵۶	۶۲	۱۰۲	۴۲	۴۵	۵۱	۵۵	۷۲

یادآوری۱- توزیع سن و جنسیت مطابق با استاندارد اروپایی ۱۲ عضو پایه، ۱۹۹۳ می‌باشد.

یادآوری۲- توزیع قد مطابق با مرجع شماره ۱۱ می‌باشد.

یادآوری۳- توزیع قدرت مطابق با استاندارد DIN 33411-5 می‌باشد.

یادآوری۴- کاربران خانگی شامل جمعیت بی‌کار جوان و سالمند می‌باشند.

یادآوری۵- راه‌حل‌های فنی احتمالا می‌توانند به طور کامل به کار تبدیل شوند یا کمینه به بهبود وضعیت برای آن بیانجامد.

یادآوری۶- اگرچه این داده‌ها ارائه شده، بهتر است کارگران بالاتر از ارتفاع شانه کار کنند.

یادآوری۷- این داده‌ها برای حدود نیرو توصیه نمی‌شوند.

[a] به جدول‌های ب-۵ و ب-۶ مراجعه کنید.

ب-۱-۳ مرحله ۲- تنظیم حدود نیرو

ب-۱-۳-۱ کلیات

تنظیم حدود نیروی پایه F_B، بهتر است مطابق با کارکردن در گارگاه واقعی انجام شود. این امر با استفاده از روش کاری زیر بدست می‌آید.

الف) مسافت طی‌شده d، بر حسب متر، که در آن جسم هل داده و یا کشیده شده تعیین می‌شود.

ب) تکرار کار f ، برحسب (هل / دقیقه یا کشیدن / دقیقه) در طول روز کاری را شناسایی کنید.

پ) F_B را به صورت زیر طبق رابطه ۴ تنظیم کنید.

$$F_{BR} = F_B\,[1-m_d(d)-m_f(f)] = F_B m(d,f) \qquad (۴)$$

که در آن:

F_B حد نیروی پایه؛

m_d ضریب مسافت طی شده (جدول ب-۱۱ یا جدول ب-۱۲ را ببینید)؛

d مسافت طی شده در هل‌دادن/کشیدن، بر حسب متر؛

m_f ضریب تکرار کار (جدول ب-۱۱ یا جدول ب-۱۲ را ببینید)؛

f تکرار کار در یک روز کاری، بر حسب مرتبه بر دقیقه می‌باشد.

حدود ظرفیت محاسبه شده، F_{BR} ،

-مشخصات جمعیت‌شناسی و بدن‌شناسی جمعیت کاربر مورد نظر را منعکس می‌کند (بند ب-۱-۱ یا ب-۱-۲ را ببینید)؛

- بر اساس الزامات محل کار واقعی تنظیم شده است.

ب-۱-۳-۲ ضریب، $\overline{m}$، برای جمعیت ترکیب

اگر جمعیت هدف شامل ترکیبی از مردان و زنان است، ضریب متوسط، $\overline{m}$ ،طبق رابطه ۵ به کار می‌رود:

$$\overline{m} = \frac{1}{100\left(p_m . m_m + p_f . m_f\right)} \quad (۵)$$

که در آن:

p_m صدک مردان؛

m_m ضریب مردان؛

p_f صدک زنان؛

m_f ضریب زنان می‌باشد.

جدول ب-۱۱- ضرایب مسافت های طی شده زیر پنج متر (برای بررسی نیروهای اولیه به کار برده شود)

تکرار، مرتبه بر دقیقه (Hz)	m_f
۰/۲ (۰/۰۰۳۳)	۰/۱۵
۰/۵ (۰/۰۰۸۳)	۰/۲۰
۱ (۰/۰۱۶۶۷)	۰/۲۵
۲/۵ (۰/۰۴۲)	۰/۳۰
۴ (۰/۰۶۶۷)	۰/۳۳

فاصله، m	m_d مردان	m_d زنان
<۵	۰/۳	۰/۲۳

جدول ب-۱۲- ضرایب مسافت های طی شده بیشتر یا مساوی پنج متر

(برای بررسی نیروهای پایدار استفاده شود)

تکرار	m_f
۱۰/دقیقه (۰/۱۶۶۶۷ Hz)	۰/۴۹
۵/دقیقه (۰/۰۸۳۳ Hz)	۰/۴۸
۴/دقیقه (۰/۰۶۶۷ Hz)	۰/۴۷
۲/۴/دقیقه (۰/۰۴ Hz)	۰/۴۳
۱/دقیقه (۰/۰۱۶۶۷ Hz)	۰/۳۶
۱/ ۲ دقیقه (۰/۰۰۸۳ Hz)	۰/۳۰
۱/ ۵ دقیقه (۰/۰۰۳۳ Hz)	۰/۲۲
۱/ ۱۰ دقیقه (۰/۰۰۱۶۶۷ Hz)	۰/۱۸
۱/ ۲۰ دقیقه (۰/۰۰۰۸۳۳ Hz)	۰/۱۴
۱/ ۴۰ دقیقه (۰/۰۰۰۴۱۷ Hz)	۰/۱۱
۱/ ۶۰ دقیقه (۰/۰۰۰۲۷۸ Hz)	۰/۰۹
۱/ ۱۲۰ دقیقه (۰/۰۰۰۱۳۹ Hz)	۰/۰۷
۱/ ۲۴۰ دقیقه (۰/۰۰۰۰۶۹ Hz)	۰/۰۵
۱/ ۳۶۰ دقیقه (۰/۰۰۰۰۳۵ Hz)	۰/۰۴

مسافت، m	m_d مردان	m_d زنان
۵	۰/۱۸	۰/۲۷
۱۰	۰/۲۶	۰/۳۹
۱۵	۰/۳۱	۰/۴۶
۲۰	۰/۳۴	۰/۵۱
۲۵	۰/۳۶	۰/۵۵
۳۰	۰/۳۸	۰/۵۸
۳۵	۰/۴۰	۰/۶۱
۴۰	۰/۴۲	۰/۶۳
۴۵	۰/۴۳	۰/۶۵
۵۰	۰/۴۴	۰/۶۷
۵۵	۰/۴۵	۰/۶۸
۶۰	۰/۴۶	۰/۷۰
۶۵	۰/۴۷	۰/۷۱

ب-۲ بخش ب- حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی

ب-۲-۱ کلیات

علاوه بر حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی، F_B و F_{BR}، این قسمت از استاندارد حدود نیروی فشردگی ستون فقراتی را در نظر می‌گیرد. این رویکرد شامل دو گام است:

الف- ارزیابی حدود نیروی فشردگی ستون فقرات کمری؛

ب- یافتن حدود نیروی عمل.

ب-۲-۲ گام ۱، حدود نیرو بر اساس قدرت فشردگی را ارزیابی بزنید

قدرت ستون فقرات انسان به سن و جنسیت بستگی دارد (شکل ب-۳ را ببینید). بنابراین، حدود ستون فقراتی به مستندات جمعیت‌شناختی وابسته است. به این منظور، رویکرد جمعیت‌شناختی با رویکرد حدود نیروی عضلانی(بند ب-۱) مقایسه می‌شود.

حدود نیروی ستون فقرات کمری برای جمعیت‌های کاربر مختلف تغییر می‌کند. جدول ب-۱۳ انواع حدود نیروی ستون فقرات کمری از پیش محاسبه شده را برای مجموعه‌ای از موقعیت‌های از پیش انتخاب شده ارائه می‌دهد، شامل:

- دو گروه سنی مختلف – جمعیت بزرگسال "به لحاظ جسمانی فعال" آمریکایی، و سالمندان "به لحاظ فیزیکی فعال" آمریکایی؛
- مجموعه‌ای از نسبت‌های مشخص شده بین زنان و مردان.

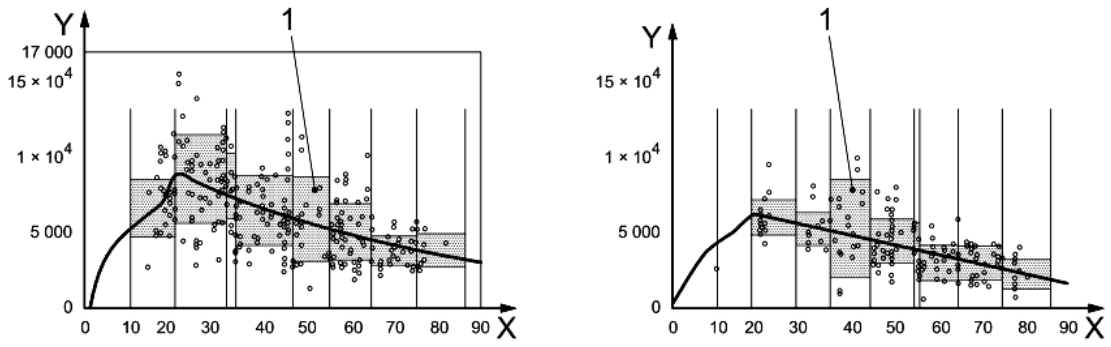
حدود از پیش محاسبه شده در جدول ب-۱۳ به طور "طبیعی" با تغییر مستندات جمعیت‌های هدف تغییر می-کند.

برای حدود ستون فقرات کمری از پیش محاسبه شده به جدول ب-۱۳ مراجعه کنید یا از روش کاری زیر برای محاسبه آن‌ها استفاده کنید.

- با داده‌های قدرت فشردگی به دست آمده از جدول ب-۳ یا هر داده معتبر دیگری شروع کنید.
- رگرسیون‌هایی که وصف‌کننده اثرات سن در زنان و مردان هستند را بیابید.
- طبقه‌های سنی را تشکیل دهید.
- عوامل توزیع (درصدها یا میانگین‌ها و انحراف استانداردها) مربوط به قدرت فشردگی در هر طبقه سنی را محاسبه کنید.
- توزیع لگاریتمی قدرت فشردگی را در همه طبقه‌های سنی تشکیل دهید.
- مستندات جمعیت‌شناختی جمعیت هدف را با استفاده از طبقه‌های سنی فوق به دست آورید.
- ضرایب وزن‌دهی برای وزن جمعیت‌شناسی هر طبقه سنی را پیدا کنید.
- هر توزیع رده سنی را در ضریب وزن‌دهی خود ضرب کنید.

همه توزیع‌های طبقه سنی وزن‌دار شده را جمع کرده تا توزیع قدرت ستون فقراتی کل در زنان و مردان به دست آید.

- از توزیع‌های قدرت کل با افزایش قدرت انتگرال گرفته تا توابع توزیع قدرت کل را برای زنان و مردان به دست آورید.
- پانزدهمین صدک را برای پیدا کردن حدود قدرت فشردگی ستون فقرات کمری تعیین کنید.



ب)مردان الف)زنان

راهنما:

X سن بر حسب سال

Y قدرت فشردگی، بر حسب N

1 بازه‌های درصد، درصد پانزدهم تا هشتاد و پنجم

شکل ب-۳- قدرت فشردگی ستون فقرات کمری (شامل عوامل رگرسیون و توزیع طبقه‌های سنی)

جدول ب-۱۳- حدود نیرو بر اساس قدرت فشردگی از پیش محاسبه شده متفاوت با جمعیت‌های کاربر انتخابی

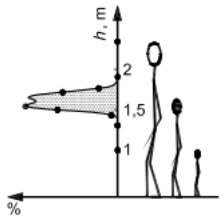
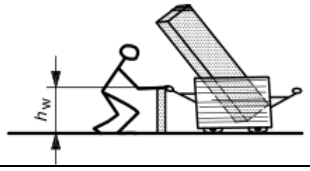
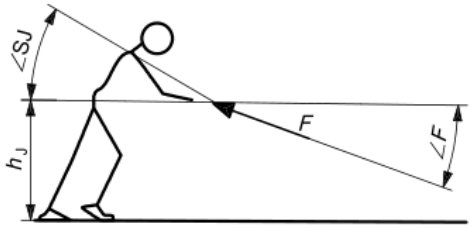
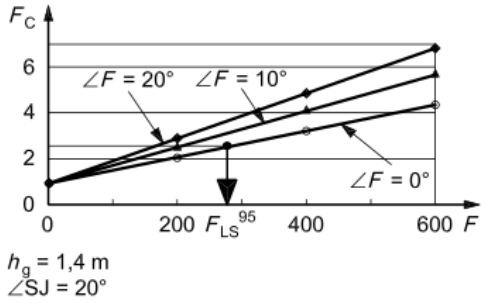
نسبت مردان: زنان ٪	حدود نیروی فشردگی ستون فقرات کمری	
	بزرگسالان فعال مردان : ۲۰-۶۴ ساله‌ها زنان: ۱۸-۶۴ ساله‌ها	میانسالان فعال مردان و زنان: ۵۶-۶۴ ساله‌ها
۰:۱۰۰	۲٫۸	۲٫۰
۲۵:۷۵	۳٫۰	۲٫۱
طبیعی	۳٫۳	۲٫۳
۷۵:۲۵	۳٫۶	۲٫۶
۱۰۰:۰	۳٫۹	۳٫۱

ب-۲-۳ گام ۲- تعیین حدود نیروی عمل

گام دوم تعیین محدودیت‌های نیروهای خارجی اعمال شده به گونه‌ای است که از حدود نیروی فشردگی ستون فقرات کمری فراتر نرود.

روش کاری داده شده در جدول ب-۱۴ این استاندارد ملی معتبر می‌باشد.

جدول ب-۱۴- روش کاری تعیین حدود نیروی عمل

تعیین قد از پنجم، پنجاهم و نود وپنجمین صدک جمعیت کاربر مورد نظر.	
ارتفاع مطلق محل کار h_w را انتخاب یا اندازه‌گیری کنید.	
شایع‌ترین حالت بدنی کارگر را برای سه صدک انتخاب شده، پیش‌بینی یا مشاهده کنید.	
مشتق زاویه مفصل شانه، $\angle$ SJ، برای سه صدک انتخاب شده. زاویه نیرو $\angle$F را برای سه صدک انتخاب شده پیدا کنید.	
نمودار مناسبی برای سه صدک انتخابی برای بارهای فشردگی ستون فقرات کمر مربوط به فعالیت‌های محیط کار واقعی را انتخاب کنید.	شکل ب-۴ را ببینید
حدود نیروی عمل F_{LS} ، استفاده شده برای سه صدک انتخابی را تعیین کنید. مقدار کمینه نیروی F_{LS} را پیدا کنید : $F_{LS} = \min\times(F_{LS}^{15} , F_{LS} , F_{LS}^{95})$	

راهنما:

Y قد بر حسب m

h_g ارتفاع گرفتن بر حسب m

h_w ارتفاع مطلق محل کار بر حسب m

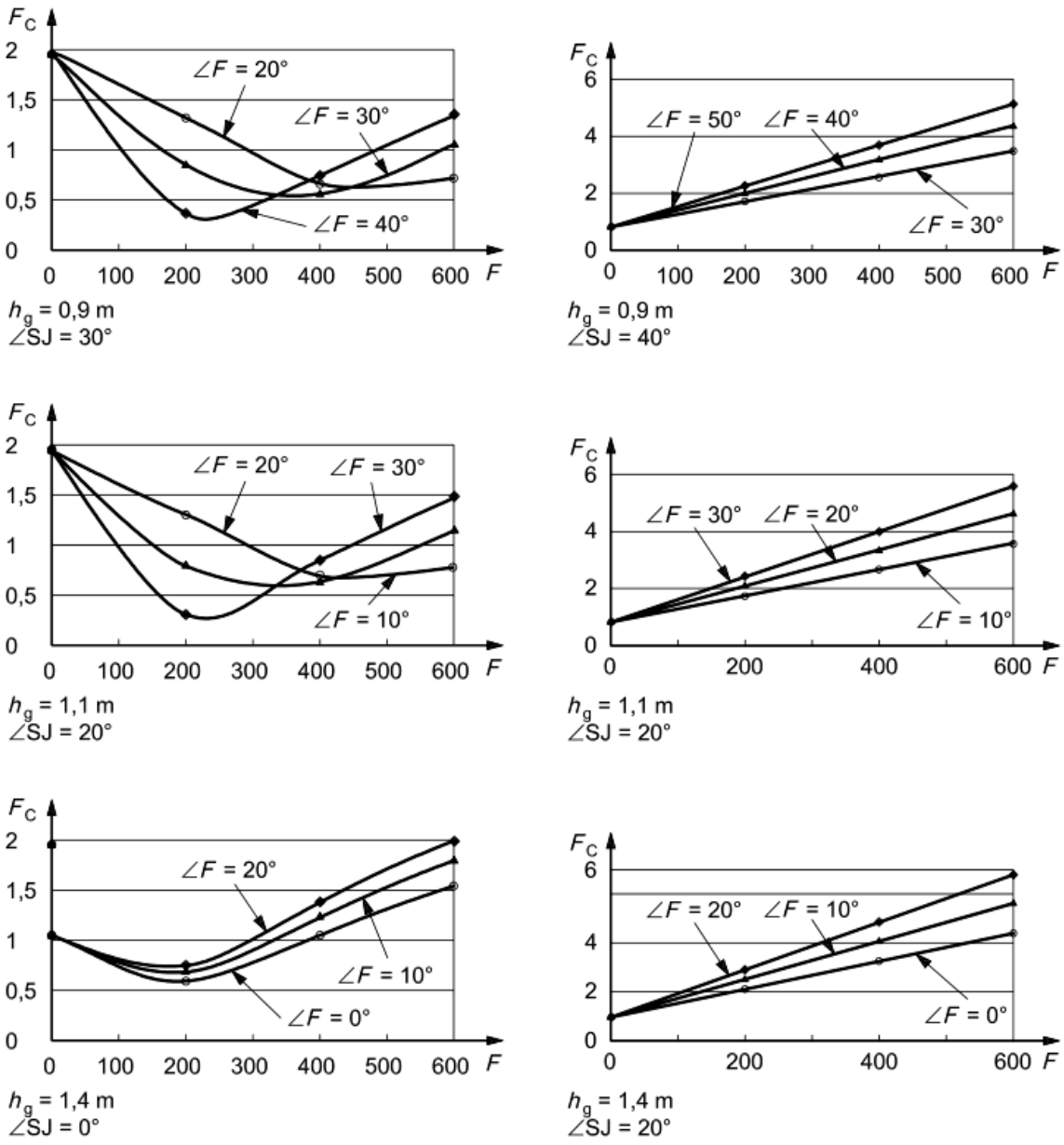
F نیروی عمل بر حسب N

$\angle$F زاویه نیرو بر حسب درجه

F_C بار فشار بر حسب kN

F_{LS} حدود نیروی عمل بر حسب N

$\angle$SJ زاویه مفصل شانه بر حسب درجه



راهنما:

F نیروی عمل بر حسب N

F_c بار فشردگی بر L5/S1 بر حسب kN

شکل ب-۴ - بارهای فشردگی ستون فقرات کمری وابسته به نیروهای عمل در فعالیت‌های هل‌دادن یا کشیدن انتخابی

پیوست پ

(اطلاعاتی)

روش‌های کاهش خطر

پ-۱ مقدمه

دانش علمی بر اهمیت یک رویکرد ارگونومی در حذف و کاهش خطرهای مربوط به هل‌دادن و کشیدن تاکید دارد. علم ارگونومی بر طراحی کار و ترکیب آن با قابلیت‌های روحی و جسمی انسان تمرکز دارد (استاندارد ISO 6385 را ببینید). رویکرد ارگونومی وظایف را در کلی‌ترین حالت خود در نظر گرفته و محدوده‌ای از عوامل مرتبط را از جمله ماهیت وظیفه، مشخصات شغل انجام شده، محل کار و محدودیت‌ها و قابلیت‌های فردی به حساب می‌آورد.

پ-۲ حمل مکرر بار

برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی ناشی از هل‌دادن و کشیدن، لازم است سوال شود آیا این وظایف می‌توانند همگی با هم حذف شوند؟ توصیه می‌شود هنگامی که هل‌دادن و کشیدن خطرناک بوده و امکانات مهندسی برای سیستم دستی محدود می‌باشند، یک سیستم جابجایی مکانیکی به جای سیستم دستی استفاده شود.

با این حال، استفاده از اتوماسیون یا ماشین آلات می‌تواند خطرات جدیدی را خلق کند. بهتر است همه تجهیزات به خوبی نگه‌داری شده، با بخش‌های دیگر سیستم کار سازگار بوده، موثر باشد و به نحو مناسبی طراحی شده و کار با آن آسان باشد. کارگران باید کاملا برای استفاده ایمن و موثر از تجهیزات آموزش دیده باشند. توصیه می‌شود دستورکارهای کارکردی و تمهیدات ایمنی روی تجهیزات نصب شده باشد.

پ-۳ طراحی کار، وظیفه، محل کار و سازماندهی کاری

پ-۳-۱ وظیفه

پ-۳-۱-۱ کلیات

بار فیزیکی قرار داده شده روی دوش و کتف‌ها هنگام هل‌دادن و کشیدن باعث افزایش یکی یا همه موارد زیر می شود:

- نیروهای افزایش یافته؛
- استفاده از وضعیت‌های نامناسب (وضعیت‌های پیچیده، خمشدگی جانبی یا تنه خم شده)؛
- مسافت‌های طولانی حرکت؛
- طولانی شدن زمان کار؛
- تکرار بالای حرکات.

لذا بهتر است وظیفه به نحوی طراحی شود که از این عوامل خطر پرهیز شود. توصیه می‌شود فعالیت‌های مربوط به وظایف کشیدن و هل‌دادن به گونه‌ای تغییر داده شوند که زمان بازیابی مناسب را به دست دهند.

پ-۳-۱-۲ تاثیر وضعیت و جهت نیرو روی بیشینه نیروهای هل‌دادن و کشیدن

توصیه می‌شود همواره اعمال نیرو با توجه به وضعیت در نظر گرفته شود. وضعیت‌های نامناسب باعث افزایش نیروی مورد نیاز می‌شوند چراکه بار کاری وضعیتی را افزایش یا پایداری وضعیتی را کاهش می دهند (هل‌دادن یک جسم در حالی که تنه به سمت جلو خم شده است باعث افزایش بار فشردگی روی ستون فقرات کمری شده و پایداری وضعیتی را کاهش می‌دهد). تغییر وضعیت بر طبق نیروی اعمالی مورد نظر (یعنی استفاده از حالت و توزیع جرم قسمت‌های بدن) می‌تواند نیروی مورد نیاز را کاهش دهد (مثلا وضعیت‌های قائم، در مقایسه با تکیه-دادن به سمت جلو، هنگام هل‌دادن جسم اغلب نیاز به نیرو را افزایش داده و پایداری را کم می‌کنند).

به طور ایده‌آل، توصیه می‌شود ارتفاع دستگیره و آرایش جسم هل‌داده یا کشیده شده به گونه‌ای باشد که مولفه-های عمودی نیرو را به کمینه رسانده و اعمال نیرویی تقریبا افقی را میسر سازند. شرایط ایمن زمین و تناسب خوب کفش کارگر و زمین نیز ضروری است تا به کارگر اجازه داده شود سازگار شده و وضعیتی موثر اتخاذ کند.

با این حال، نیروهای بالا یا ارتفاع نامناسب دستگیره به افزایش مولفه‌های عمودی نیرو منجر می‌شوند. به همین دلیل، در کاربرد روش ۲، نیروهای اولیه و پایدار ورودی همان نیروهای برآیند اندازه‌گیری شده مورد نیاز برای هل‌دادن و کشیدن اجسام مورد بحث می‌باشد (پیوست ج را ببینید).

پ-۳-۲ محل کار

محل کار باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که خطری برای فعالیت‌های هل‌دادن و کشیدن در بر نداشته باشد.

- فضای کاری باید به قدر کافی بزرگ باشد تا اجازه مانور در اتاق مناسب را بدهد. فضای کافی یکی از پیش نیازهای انجام کارآمد کارها و اتخاذ وضعیت‌های کاری مناسب می‌باشد.
- سطوح زمین و کف باید مسطح، تمیز، خشک و بدون شکستگی باشد تا از حوادث لیزخوردگی یا لغزندگی اجتناب شود.
- سراشیبی‌ها یا سربالایی‌ها بهتر است دارای شیب کم بوده تا از حوادث و نیاز به نیروهای بالا اجتناب شود.
- ارتفاعات باید محدود شوند تا امکان دید بهبود یابد.
- بهتر است درها به طور خودکار باز شوند نه به صورت دستی، تا تکرار هل‌دادن‌ها و کشیدن‌های اولیه کم شود.

پ-۳-۳ سازماندهی کار

کار باید به گونه‌ای سازماندهی شود که:

- ترکیب، تکرار و مدت زمان کار زمان بازیابی فیزیولوژیکی کافی را برای کارگر فراهم کند، و
- کارگر به قدری اختیار داشته باشد که بتواند کار را سازمان‌دهی کند.

موارد فوق برای هل‌دادن و/یا کشیدن در حدود نیروی فیزیولوژیکی موجود در پیوست الف، گنجانده شده است. ممکن است لازم باشد کارهای اضافی انجام شده توسط کارگر بررسی شده و نیازمندی‌های متابولیک و الزامات

بازیابی در صورت نیاز به طور کلی برای کار ارزیابی شوند. غنی‌سازی شغلی، رشد شغلی و چرخش شغلی نقش کلیدی در تامین بازسازی، تنوع و نگه‌داری سطوح خروجی تولید ایفا می کنند. این کارها باید شامل استفاده از گروه‌های مختلف عضلانی باشند.

بهتر است کارگر قادر باشد سرعت یا آهنگ انجام کار خود را با توانایی‌های خود تنظیم کند. کار کردن با یک سرعت یا آهنگ کاملا ثابت توصیه نمی‌شود. برای کاهش فاصله‌ای که بارها باید کشیده شده یا هل داده شوند، توصیه می‌شود فضای انبار به فضاهای تولید نزدیک باشد. مقدار کاری که در وضعیت‌های ثابت انجام می‌شود نیز حائز اهمیت است. توصیه‌هایی در مورد وضعیت‌های کاری در استاندارد ملی شماره ۱۰۱۴۵ آمده است.

پ-۴ طراحی اجسام، ابزار یا وسایل مورد جابجایی

جسم مورد جابجایی ممکن است به خاطر شکل یا اندازه‌اش خطرناک باشد. در تعیین اینکه آیا اجسام خطرساز هستند؛ بهتر است به طرق و شرایطی که جسم در آن جابجا می‌شود، مانند توصیه‌های وضعیتی، تکرار و مدت زمان جابجایی، طراحی محل کار و جنبه‌های سازمان کاری مانند شکل مشوق‌ها و تقسیم کار توجه مناسب داشت.

به علاوه ممکن است خطرات فیزیکی و شیمیایی وجود داشته باشد که توصیه می‌شود به آن‌ها اشاره شود. برای مثال جسم می‌تواند لبه‌های تیز داشته باشد، برای لمس کردن خیلی داغ یا خیلی سرد بوده یا آلوده باشد یا حاوی موادی باشد که در صورت ریختن خطرناک باشند.

پ-۴-۱ جفت‌شدگی و نگه‌داری دستگیرها

اگر قرار است از حوادثی که مربوط به جابجایی است جلوگیری شود، دست‌آویزی مناسب یا جفت شدگی با جسم مورد نظر برای هل‌دادن یا کشیدن ضروری بوده و اغلب توسط ویژگی‌های جسم تعیین می‌شود. توصیه می‌شود دستگیره‌ها در ارتفاع مناسب و با فاصله از هم قرار داده شوند. برای مثال، دستگیره های گاری باید بین کمر و ارتفاع آرنج‌ها (بین ۹۰ cm تا ۱۱۵ cm، مرجع ۱۲ را ببینید) قرار داشته باشند. اندازه دستگیرها بهتر است با اندازه دست زنان و مردان، ترجیحا با قطر بین ۳ cm تا ۴ cm، تناسب داشته باشند. دسته‌ها یا دستگیره‌ها بهتر است طول مناسب داشته باشند تا انواع مانور و دست کاری بار میسر باشد. کمینه ۶ cm فضای آزاد دور دستگیره‌ها باید وجود داشته باشد تا درآوردن مناسب یک دست با دستکش سبک را ممکن سازد. طراحی باید گستره‌ای ایمن از وضعیت‌های بدن یا زوایای مفاصل را ممکن سازد.

مکانیزم عملیاتی بهتر است بار ایستا (مدت زمان حفظ یک وضعیت برای یک دوره زمانی پایدار) را به کمینه رسانده، مقدار نیروی مورد نیاز را بهینه ساخته و برای کارگر دوره‌های بازیابی کافی فراهم کند. از این رو، بهتر است از ضرورت فشاردادن با نگه‌داری کنترل‌ها برای یک دوره زمانی پایدار پرهیز شود.

در بیشتر موارد، خطرات سلامت مرتبط با هل‌دادن یک جسم از خطرهای کشیدن یک جسم بیشتر است. کاربر باید کفش‌های مناسب پوشیده تا با سطح زمین به طور مناسبی جفت شود. کفش و تمیز کاری و نگه‌داری مناسب زمین می‌تواند باعث کاهش خطرات لیز خوردگی شود.

پ-۴-۲ چرخ‌ها و چرخک‌ها

گاری‌ها و سایر تجهیزات چرخ‌دار باید مجهز به چرخ‌ها یا چرخک‌های مناسب باشند (برای مثال، با اندازه و ترکیب مناسب). انتخاب چرخک‌ها برای تجهیزات چرخ‌دار مانند گاری‌ها و ارابه‌ها یکی از مهمترین عوامل حصول اطمینان از نیروهای قابل‌قبول و شرایط جابجایی ایمن می‌باشد. چرخک‌ها و/یا چرخ‌ها باید برای بار مجاز باشند.
حمل‌کننده‌های محوری باید در انتهای محل هل دادن بار قرار داده شوند تا قدرت مانور مناسب وجود داشته باشد. وسیله باید به طور منظم روغن کاری شود و طبق دستور کار سازنده به طور مناسب نگه داری شود. بلبرینگ‌های خوب، چرخ با قطر بزرگتر، ماده سازنده چرخ، پهنا و مستندات مناسب برای سطحی که روی آن حرکت می‌کند می‌تواند برای کاهش نیروهای هل‌دادن و کشیدن مفید باشد.

پ-۴-۳ جابجایی توسط دو فرد یا بیشتر

جابجایی توسط دوفرد یا بیشتر، انجام کاری که فراتر از قدرت یک نفر است را ممکن ساخته یا خطر عملیات را برای آن شخص کاهش می‌دهد. باری که یک تیم می‌تواند به طور ایمن جابجا کند از مجموع بارهایی که اعضای تیم به تنهایی می‌توانند حمل کنند، کمتر است. جابجایی توسط دو کارگر یا بیشتر مستلزم آن است که هر فرد جفت‌شدگی، دید و فضای فیزیکی مناسب برای پا و بدن خود در پیرامون جسم و در راستای مسیر جابجایی داشته باشد. توصیه می‌شود برای موارد جابجایی‌های چند نفره که شرایط فوق برقرار نمی‌باشد، حرکت مکانیزه مدنظر قرار گیرد.

پ-۵ طراحی محل کار

شرایط عمومی محیط مانند روشنایی، سروصدا و شرایط آب و هوایی باید در محدوده رواداری باشد. توصیه می شود که استاندارد ISO 7730 برای الزامات آسایش دمایی اعمال شود. در صورتی که کار در حدود نهایی دمایی انجام شود دقت مضاعفی لازم می‌باشد. برای مثال دما و رطوبت بالا می‌تواند باعث خستگی زودرس شده و کار در دمای پایین نیازمند دستکش‌هایی است که از سرشدگی دستگیرها جلوگیری کرده ولی در عین حال می‌تواند چالاکی دستگیرها را کاهش دهد. گردش هوایی (داخل و خارج) نیز عاملی است که روی دمای بدن اثر می‌گذارد. گردش سریع هوا بدن را خنک کرده و بهتر است تا حد امکان از آن اجتناب شود. با این حال، در آب و هوا یا شرایط کاری بسیار گرم، گردش سریع هوا می‌تواند مطلوب باشد.
وجود نور کافی بسیار اهمیت دارد تا کارگر را قادر سازد کاری که انجام می‌دهد را به وضوح دیده و همچنین از وضعیت‌های کاری نامناسب جلوگیری کند. سطح بالای سروصدا می‌تواند جلوی شنیدن هشدارها را گرفته و تنش کاری را افزایش دهد.
برای کارهای فضای باز، باید به تغییرات آب و هوایی توجه داشت. شرایط مرطوب، یخی و لغزنده می‌تواند خطرات خاصی را برای فعالیت‌های هل‌دادن و/یا کشیدن به وجود آورد.

پ-۶ قابلیت‌های کارگر

توصیه می‌شود کار با توانایی‌های فیزیکی و روحی کارگر سازگار باشد. بهتر است کارگر از خطرهای بالقوه کار، و امکانات و مسولیت‌های خود برای کاهش آن‌ها مطلع باشد. برای کارهایی که به توانایی بالاتری نیاز دارند، توصیه می‌شود کارگر آموزش و تعلیم مناسب دیده باشد و در صورت نیاز مورد پایش پزشکی و کمک‌های فنی قرار گیرد.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

رویکردهای پیشنهادی جهت اندازه‌گیری نیروهای هل‌دادن و/یا کشیدن

این رویکرد تنها برای ارابه‌ها، گاری‌ها و تخته‌های چرخدار که توسط انسان در موقعیت‌های صنعتی کشیده یا هل‌داده می‌شود کاربرد دارد. روش کاری ارایه شده، گام‌هایی را برای اندازه‌گیری صحیح نیرو توصیف می‌کند. نیروهای کششی عموما مشابه نیروهای هل‌دادن هستند. نیروهای کشش را در صورتی که ارابه‌ها، گاری‌ها یا تخته‌های چرخدار برای عمل کشیده شدن طراحی شده باشند، اندازه‌گیری کنید.

الف) یک سنجه نیروی مکانیکی یا الکترونیکی را به منظور انجام عمل اندازه‌گیری استفاده کنید. دستورکار سازنده را برای استفاده از سنجه دنبال کنید. اطمینان حاصل کنید که نیروهای اندازه‌گیری شده از ظرفیت سنجه بیشتر نباشند. ترجیحا، بهتر است نیروها هم زمان، در سه جهت اندازه‌گیری شوند. هنگامی که نیروها تنها در یک جهت اندازه‌گیری شوند (یعنی نیروی محرک اولیه)، زاویه اعمال نیرو نیز باید ثبت شود.

ب) ارابه‌ها، گاری‌ها یا تخته‌های چرخدار را با بیشترین باری که می‌توانند حمل کنند، پر کنید. اطمینان حاصل کنید که شرایط بار ایمن است. بار نباید هنگام حرکت ارابه، گاری یا تخته چرخدار جابجا شده یا بیفتد.

پ) اندازه‌گیری‌ها را با هل‌دادن و کشیدن دستگیره ارابه، گاری یا تخته چرخدار انجام دهید. یک نقطه اندازه-گیری را روی دستگیره انتخاب کنید. مشخص کنید که آیا انجام اندازه‌گیری هل‌دادن آسان‌تر و دقیق‌تر است یا کشیدن. این امر به ماهیت دستگیره و سطحی که سنجه روی آن عمل می‌کند بستگی دارد. نیروهای هل‌دادن و/یا کشیدن باید یکسان باشند. اگر دستگیره افقی است، محل نقطه اندازه‌گیری را در وسط آن انتخاب کنید. اگر دستگیره‌ها عمودی هستند، نقطه اندازه‌گیری را روی شاسی، بین دو دستگیره انتخاب کنید. اتصال سنجه را به گونه‌ای انجام دهید که یک نقطه هل‌دادن پایدار را روی دستگیره به دست دهد. اگر سطح هل‌دادن پایدار نیست یک ورقه هل‌دادن را به دستگیره یا شاسی متصل کنید. سطح هل‌دادن نباید هنگام هل‌دادن بر خلاف سنجه تغییر شکل دهد. از یک قلاب اتصال برای اندازه‌گیری‌های نیرو استفاده کنید.

ت) هر دو اندازه‌گیری نیروی هل‌دادن اولیه و پایدار را انجام دهید. نیروی اولیه کمینه نیروی لازم برای به حرکت در آوردن گاری، ارابه یا تخته چرخدار است. نیروی پایدار کمینه نیروی مورد نیاز برای نگه داشتن گاری، ارابه یا تخته چرخدار در حال حرکت می‌باشد.

ث) دو شرایط برای نیروی اولیه اعمال کنید. در شرایط اول، چرخ‌های چرخک محوری را در راستای جهت حرکت ارابه، گاری یا تخته چرخدار قرار دهید. در شرایط دوم، چرخ‌های چرخک محوری را در زاویه قایم نسبت به جهت حرکت قرار دهید. نیروی هل‌دادن باید چرخ‌های چرخک را مستقیم کرده و ارابه، گاری یا تخته چرخدار را به حرکت درآورد. شرایط زاویه قائم نیروی بیشتری را در مقایسه با شرایط هم‌راستا تولید خواهد کرد.

کارگران ابتدا باید با وارد کردن یک حرکت هل‌دادن یا کشیدن سریع به کناره‌های گاری،چرخک‌های محوری را قبل از کشیدن به سمت مقصد، مستقیم کنند. نیروی جانبی اولیه مورد نیاز برای مستقیم کردن چرخک‌های محوری، را می‌توان به جای نیروی هل‌دادن خط مستقیم با استفاده از چرخک‌هایی با زاویه قائم اندازه‌گیری کرد.
ج) سنجه را دقیقا مقابل دستگیره یا صفحه هل‌دادن نگه دارید. سنجه را سریعا حرکت ندهید. گاری، ارابه یا تخته چرخدار را به منظور اندازه‌گیری نیروی پایدار، سه ثانیه کمینه یک متر هل داده یا بکشید. این سرعت معادل قدم زدن آهسته است. هنگام اندازه‌گیری نیروی اولیه، دو یا سه ثانیه برای رسیدن به این سرعت بگذارید. به محض به حرکت درآمدن گاری، ارابه یا تخته چرخ‌دار، سرعت را از سنجه بخوانید. با سرعتی بیشتر از یک دهم متر بر ثانیه، هل نداده و نکشید. در صورت لزوم، برای درستی بیشتر فاصله یک متر یا بیشتر را روی زمین علامت‌گذاری کنید و اندازه‌گیری زمان را به وسیله یک کرونومتر انجام دهید. فرآیند اندازه‌گیری را تا زمانی که کمینه سه اندازه‌گیری مشابه به دست آید، تکرار کنید. پنج یا شش اندازه‌گیری ارجح است. اندازه‌گیری‌های مشابه نباید بیشتر از حدود ٪ ۱۵ با یکدیگر تفاوت داشته باشند. اندازه‌گیری‌ها را ثبت کنید. مقدار پیک یا بیشینه نیرو را در اندازه‌گیری‌های نیروی اولیه سازگار در نظر بگیرید.

چ) برای اندازه‌گیری نیروی پایدار، چرخک‌های محوری را در جهت خطی قرار دهید. گاری، ارابه یا تخته چرخ‌دار را به حرکت در آورده و کمینه نیروی پایدار مورد نیاز برای نگه‌داشتن آن در حرکت را اعمال کنید. فرآیند اندازه-گیری را تا زمانی که دو اندازه‌گیری سازگار انجام شود، تکرار کنید. اندازه‌گیری‌ها را ثبت کنید. میانگین اندازه-گیری‌های نیروی پایدار سازگار را محاسبه کنید.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

مثال‌های کاربردی برای روش‌های ۱و۲

این پیوست مثال‌هایی جهت استفاده از دو روش فراهم کرده، شکل ث-۱حرکت هل‌دادن درگیر را نشان می‌دهد.

شکل ث-۱- هل‌دادن قفس چهار چرخ در مسافت بیش از ده متر با دو دست به صورت متقارن

ث-۱ مثال

ث-۱-۱ روش ۱

ث-۱-۱-۱ داده‌های ورودی

- پیک نیروی اولیه اعمالی اندازه‌گیری شده: ۱۲۵ N
- میانگین نیروی پایدار اندازه‌گیری شده: ۳۰ N
- پیک نیروی متوقف‌کننده‌ی اندازه‌گیری شده: -۹۰ N
- ارتفاع مطلق دستگیره : ۱/۴۵ m
- توزیع جنسیتی: ٪ ۲۵ مرد، ٪ ۷۵ زن
- مسافت طی شده: ۱۰ متر
- تکرار کاری: ۱/min (و زمان کار بیشتر از سه ثانیه)

ت-۱-۱-۲ کاربرد

الف) جداول مناسب را از پیوست الف، که داده‌های ورودی داده شده فوق برای ارتفاع دستگیره (۱٫۴۵ m)، مسافت طی شده (۱۰ m) و تکرار کاری (۱/min) را در خود جای می‌دهند، بیابید. جمعت زنان را به عنوان جمعیت محدود کننده بکار ببرید.

- ارتفاع دستگیره= ۱٫۴۵ m : از ارتفاع دستگیره ۱٫۴۴ m استفاده کنید.

-مسافت حرکت= ۱۰ m : در جداول، مسافت‌های ۸ m و ۱۵ m را ببینید. در صورت نیاز برون یابی کنید.

-تکرار کاری= ۱/min .

ب) برای نیروهای اولیه که ٪ ۹۰ جمعیت زنان را شامل شود به جدول الف-۵ مراجعه کنید.

- برای مسافت هل‌دادن ۸ متر، حد نیرو ۱۶۰ N است.

- برای مسافت هل‌دادن ۱۵ متر، حد نیرو ۱۴۰ N است.

ج) برای نیروهای پایدار که ٪ ۹۰ جمعیت زنان را شامل شود به جدول الف-۶ مراجعه کنید.

- برای مسافت هل‌دادن ۸ متر، حد نیرو ۷۰ N است.

- برای مسافت هل‌دادن ۱۵ متر، حد نیرو ۴۰ N است.

با استفاده از فاصله‌ی بیشتر محافظتی ۱۵ متری و با مقایسه با نیروهای اندازه‌گیری شده ۱۲۵ نیوتونی برای پیک نیروی اولیه، و ۳۰ نیوتونی برای نیروی پایدار میانگین، نیروی اولیه واقعی ۱۲۵ N کمتر از توانایی ٪ ۹۰ زنان برای تولید یک نیروی اولیه ۱۴۰ نیوتونی و نیروی پایدار واقعی ۳۰ نیوتونی کمتر از توانایی ٪ ۹۰ زنان برای تولید یک نیروی پایدار ۴۰ نیوتونی است. در نتیجه، خطر **سبز** قلمداد می‌شود.

ت-۱-۲ روش ۲

ت-۱-۲-۱ داده ورودی

الف) بخش الف، حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

۱) گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B (بند ب-۱-۱ را ببینید).

- ارتفاع دستگیره مطلق: ۱٫۴۵ m
- سنین: همگی زیر ۵۰ سال
- توزیع جنسیتی: ٪ ۲۵ مرد، ٪ ۷۵ زن

۲) گام ۲- تنظیمات حدود نیروی پایه، F_{Br} (بند ب-۱-۳ را ببینید)

- مسافت طی شده: ۱۰ m
- تکرار کار: ۱/min (و زمان کار بیشتر از سه ثانیه)

ب) بخش ب- حدود نیروهای بر اساس قدرت اسکلتی

۱) گام ۱ – حدود نیروی بر اساس قدرت-فشردگی، F_C (بند ب-۲-۱ را ببینید)

- سنین (مانند فوق)
- توزیع جنسیتی (مانند فوق)

۲) گام ۲- حدود نیروی عملی، F_{LS} (بند ب-۲-۲ را ببینید)

- زاویه مفصل کتف (∠SJ) ۰ °
- زاویه نیرو (∠F) ۱۰ °

پ) بخش پ – کاربرد ندارد

ت) بخش ت – حدود ایمنی (بند ۳-۲-۲-۲-۴ را ببینید)

- پیک نیروی اولیه اعمالی اندازه‌گیری شده: ۱۲۵ N
- میانگین نیروی پایدار اندازه‌گیری شده: ۳۰ N
- پیک نیروی متوقف‌کننده‌ی اندازه‌گیری شده: -۹۰ N

ت-۱-۲-۲ روش کاری

الف) بخش الف – حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

۱) گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B

بیشترین اعمال قدرت ایستا برای هل‌دادن و/یا کشیدن جمعیت کاربر مورد نظر، با در نظر گرفتن سن، جنسیت و قد (بند ب-۱-۲) تعیین می‌شود.

با استفاده از زیرگروه‌های جمعیتی در جداول ب-۵ و ب-۶ و حدود نیروی از پیش حساب شده در جداول ب-۷ تا ب-۱۰، می‌توان دریافت که حد نیروی پایه، F_B، برای جمعیت و ارتفاع دستگیره مشخص ۱۳۸ N می‌باشد (از جدول ب-۷).

گام ۲- تنظیمات حدود نیروی پایه، F_{Br}

حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی، F_{Br}، با تنظیم حدود نیروی پایه، F_B، بر حسب مسافت، d، و تکرار، f، هل دادن و/یا کشیدن تعیین می‌شود (بند ب-۱-۳ را ببینید).

از داده‌های ورودی و جدول ب-۱۲ (برای مسافت هل‌دادن بیشتر از پنج متر)، می‌توان چنین دریافت:

m_f (ضریب تکرار کار) = ۰٫۳۶

m_d (ضریب مسافت طی شده) =۰٫۳۶ = ۰٫۳۹ × ٪ ۷۵ + ۰٫۲۶ × ٪۲۵

با استفاده از رابطه (۱)

$$F_{Br} = F_B [1-m_d(d) -m_f(f)]$$

می‌توان برای این مورد مثالی، حد نیروی تنظیم شده را به دست آورد:

$$F_{Br} = N\ ۱۳۸\ (۱ - ۰٫۳۶ - ۰٫۳۶) \approx ۳۹$$

ب) بخش ب – حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی

۱) گام ۱ – حدود نیرو بر اساس قدرت فشردگی، F_C

با در نظر داشتن سن و جنسیت جمعیت کاربر مورد نظر، حد قدرت فشردگی را تعیین کنید. با داده‌های ورودی و از جدول ب-۱۳ می‌توان دریافت حد نیروی فشردگی، F_C، ۳٫۰ kN است.

۲) گام ۲- حدود نیروی عمل، F_{LS}

نیروهای عمل مشاهده شده در محل کار را تعیین کنید. توصیه نمی‌شود F_{LS} بیشتر از F_C ستون فقرات کمری باشد.

بر اساس مشاهدات، می‌دانیم که SJ∠ صفر درجه و F∠ ده درجه است. در شکل ب-۴ می‌خوانیم که برای هل-دادن با F_C سه کیلونیوتنی، F_{LS} باید بیشتر از ۶۰۰ N باشد.

پ) بخش پ- نیروی محدود کننده

حد نیرو بر اساس قدرت عضلانی(F_{Br} = ۳۸٫۶ N) از حد نیروی بر اساس قدرت اسکلتی (F_{LS} >۶۰۰ N) کمتر است، بنابراین F_L ≈۳۹ N.

ت) بخش ت – حدود ایمنی

یک حد ایمنی، F_R، از کمینه نیروی محدودکننده، F_{min}، و یک ضریب خطر، m_r، با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$F_R = m_r \times F_{min}$$

که در آن

m_r = ۰٫۸۵ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "سبز"؛

m_r = ۱٫۰ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "زرد"؛

m_r > ۱٫۰ نشان‌دهنده ناحیه "قرمز" می‌باشد.

لذا، حد زرد و/یا قرمز در این حالت ۳۹ N و حد زرد / سبز ۳۳ N است.

مادامی که مسافت هل‌دادن بیشتر از پنج متر باشد، نیروی پایدار واقعی (و نه نیروی اولیه) را باید برای بررسی استفاده کرد. در این مورد، تا زمانی که نیروی پایدار واقعی (۳۰ N) کوچکتر از حد ۳۳ نیوتنی سبز و/یا زرد باشد، بررسی به صورت سبز است.

ث-۲ مثال ۲ – کاربردهای استاندارد و پیشرفته – روش ۲

ث-۲-۱ کلیات

گاری‌های یک خط هوایی باید در راهروی یک هواپیما در حین پذیرایی هل‌داده و کشیده شوند. در سفرهای کوتاه، این کار ممکن است در حین برخاستن و نشستن هواپیما انجام شود.

برای هل‌دادن یک گاری ۹۰ kg با اندازه کامل در شیب پنج درجه، نیروی عمل ۲۳۰ N اندازه‌گیری شده است. اگر این نیرو برای جمعیت مهماندار خطوط هوایی مشابه، و با نرخ ۸۰ بار هل‌دادن در روز قابل استفاده باشد، آن را تعیین کنید..

ث-۲-۲ داده‌های ورودی

الف) بخش الف، حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

۱) گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B (بند ب-۱-۱ را ببینید).

- ارتفاع دستگیره مطلق: ۱٫۰۲ m
- سنین: همگی زیر ۵۰ سال
- توزیع جنسیتی: ٪ ۲۰ مرد، ٪ ۸۰ زن

۲) گام ۲- تنظیمات حدود نیروی پایه، F_{Br} (بند ب-۱-۲ را ببینید)

- مسافت طی شده: کمتر از ۵ m
- تکرار کاری: ۸ h / ۸۰ مرتبه هل دادن (۰٫۱۷ / min)

ب) بخش ب- حدود نیروها بر اساس قدرت اسکلتی

۱) گام ۱ – حدود نیرو بر اساس قدرت-فشردگی، F_C (بند ب-۲-۱ را ببینید)

- سنین (مانند فوق)
- توزیع جنسیتی (مانند فوق)

۲) گام ۲- حدود نیروی عملی، F_{LS} (بند ب-۲-۲ را ببینید)

- زاویه مفصل کتف (∠SJ) ۲۰ °
- زاویه نیرو (∠F) ۲۰°-۳۰°

پ) بخش پ – کاربرد ندارد

ت) بخش ت – حدود ایمنی (بند ۳-۲-۲-۲-۴ را ببینید)

- پیک نیروی اولیه اعمالی اندازه‌گیری شده: ۲۳۰ N

ث-۲-۳ کاربرد روش ۲ با استفاده از داده‌های جداول از پیش محاسبه شده

دو مثال از روش ۲ موجود می‌باشد. اولی از حدود نیروی از پیش محاسبه‌شده در جداول داده شده در پیوست الف استفاده می‌کند. دومی روش‌های کاری محاسباتی جزیی آمده در بندهای ب-۱-۱ و ب-۲ را به کار می‌برد. حدود نیروی حاصله انعکاس‌دهنده مستندات جمعیت‌شناختی و بدن‌شناختی جمعیت مهمانداران مورد نظر می باشد.

الف) بخش الف، حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

۱) گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B

بیشترین اعمال قدرت ایستا برای هل‌دادن و/یا کشیدن جمعیت کاربر مورد نظر، با در نظر گرفتن سن، جنسیت و قد (بند ب-۱-۲) تعیین می‌شود.

زیرگروه‌های جمعیتی در جدول ب-۵ برای کاربرد تخصصی، نشان می‌دهد که زیرگروه ۲ نزدیک‌ترین زیرگروه به شرایط واقعی است. برای یک ارتفاع کاری ۱ متری (نزدیک ترین حالت به کار واقعی)، حدود نیروی از پیش تعیین شده در جدول ب-۷ (هل‌دادن‌ها، کاربرد حرفه‌ای) یک نیروی F_B ۱۵۶ نیوتونی را به دست می‌دهد.

کاربرد روش محاسبات جزیی ارایه شده در ب-۱،حاصل F_B، N ۱۵۷است که انعکاس‌دهنده موقعیت جمعیت شناختی جمعیت واقعی است.

گام ۲- تنظیمات حدود نیروی پایه، F_{Br}

F_{Br}، با تنظیم F_B، بر حسب مسافت، d، و تکرار، f، هل‌دادن و/یا کشیدن تعیین می‌شود (تا بند ب-۱-۳ را ببینید).

با داده‌های ورودی و از جدول ب-۱۱ (برای مسافت هل‌دادن کمتر از پنج متر)، می‌توان چنین دریافت:

m_f (ضریب تکرار کار) = ۰/۱۵

m_d (ضریب مسافت طی شده) =۰/۲۴= ۰/۲۳ × ٪ ۸۰ + ۰/۳ × ٪۵۰

با استفاده از رابطه (۱)

$$F_{Br} = F_B [1-m_d(d) -m_f(f)]$$

می‌توان برای این مورد مثالی، حد نیروی تنظیم شده را به دست آورد:

$$F_{Br}= ۱۵۶ (۱ - ۰/۲۴ - ۰/۱۵) \approx ۹۵ \text{ N}$$

ب) بخش ب- حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی

۱) گام ۱ – حدود نیرو بر اساس قدرت فشردگی، F_C

با در نظر داشتن سن و جنسیت جمعیت کاربر مورد نظر، حد قدرت فشردگی را تعیین کنید. با داده‌های ورودی و از جدول ب-۱۳ می‌توان دریافت حد نیروی فشردگی، F_C، ۳/۰ kN است.

با محسابه F_C از روش کاری جزیی در بند ب-۲، مقدار F_C=۳/۹ kN به دست می‌آید. در این‌جا روش کاری محاسبات جزیی بیشتر منعکس‌کننده جمعیت‌شناسی مهمانداران با حدود سنی ۲۵ سال است.

۲) گام ۲- حدود نیروی عمل، F_{LS}

نیروهای عمل مشاهده شده در محل کار را تعیین کنید. F_{LS} نباید بیشتر از F_C ستون فقرات کمری باشد.

بر اساس مشاهدات، می‌دانیم که ∠SJ بیست درجه و ∠F بیست تا سی درجه است. در شکل ب-۴ می‌خوانیم که برای هل‌دادن با F_C ۳ کیلونیوتنی، F_{LS} باید بیشتر از N ۶۰۰ باشد.

پ) بخش پ- نیروی محدود کننده

حد نیرو بر اساس قدرت عضلانی (F_{Br} = ۹۵ N) از حد نیروی بر اساس قدرت اسکلتی (F_{LS} >۶۰۰ N) کمتر است، بنابراین $F_L \approx$ ۹۵ N.

ت) بخش ت – حدود ایمنی

یک حد ایمنی، F_R، از کمینه نیروی محدودکننده، F_{min}، و یک ضریب خطر، m_r، با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$F_R = m_r \times F_{min}$$

که در آن

m_r = ۰٫۸۵ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "سبز"؛

m_r = ۱٫۰ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "زرد"؛

m_r > ۱٫۰ نشان‌دهنده ناحیه "قرمز" می باشد.

لذا، حد زرد و/یا قرمز در این حالت ۹۵ N و حد زرد و/یا سبز ۸۰ N است.

در این مورد، تا زمانی‌که نیروی واقعی (۲۳۰ N) بیش از حد ۹۵ N زرد /قرمز باشد، ارزیابی به صورت قرمز است.

ث-۲-۴ کاربرد روش ۲ با استفاده از ورودی اندازه‌گیری‌های نیروی تخصصی

الف) بخش الف – حدود نیرو بر اساس قدرت عضلانی

۱) گام ۱- حدود نیروی پایه، F_B

بیشترین توانایی قدرت ایستا برای هل‌دادن گاری (با استفاده از گروه آزمایشی متشکل از ۴۴۰ زن و ۸۰ مرد).

از آن جا که توزیع سن و جنسیت گروه آزمایشی و دو خط هوایی (شکل ث-۲ را ببینید) متفاوت است، یک توزیع نیروی مصنوعی با استفاده از رویکرد داده شده در پیوست ب استاندارد EN 1005-3 برای دو خط هوایی محاسبه گردید (شکل ث-۳ را ببینید).

در توزیع مصنوعی، بیشینه نیروی هل‌دادن ۲۱۵ N برای پانزدهمین درصد از خط هوایی ۱و ۲ می‌باشد.

گام ۲- تنظیمات حدود نیروی پایه، F_{Br}

F_{Br}، با تنظیم F_B، بر حسب مسافت، d، و تکرار، f، هل‌دادن و/یا کشیدن تعیین می‌شود(بند ب-۱-۳ را ببینید).

با داده‌های ورودی و از جدول ب-۱۱ (برای مسافت هل‌دادن کمتر از پنج متر)، می‌توان چنین دریافت:

m_f (ضریب تکرار کار) = ۰٫۱۵

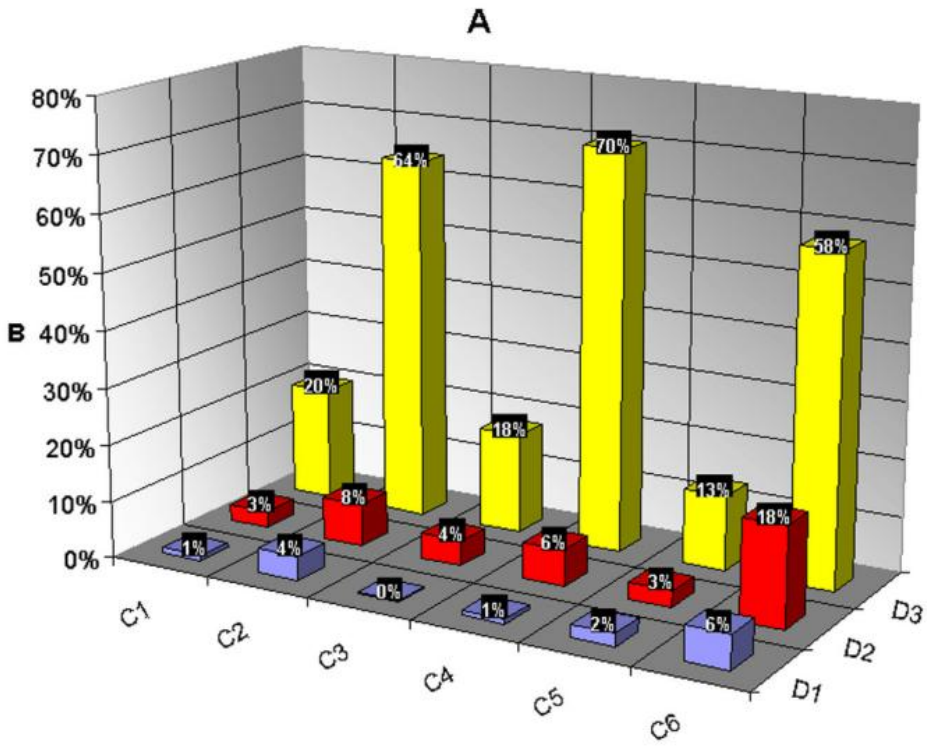
m_d (ضریب مسافت طی شده) =۰٫۲۴ = ۰٫۲۳ × ٪ ۸۰ + ۰٫۳ × ٪۲۰

با استفاده از رابطه (۱)

$$F_{Br} = F_B [1-m_d(d) - m_f(f)]$$

می‌توان برای این مورد مثالی، حد نیروی تنظیم شده را به دست آورد:

$$F_{Br} = ۲۱۵ (۱ - ۰٫۲۳ - ۰٫۱۵) \approx ۱۳۱ \ N$$



راهنما:

A توزیع سن و جنسیت

B تکرار ، ٪

C_1 مرد ۴×۵ خط هوایی ۱

C_2 زن ۴×۵ خط هوایی ۱

C_3 مرد ۴×۵ خط هوایی ۲

C_4 زن ۴×۵ خط هوایی ۲

C_5 گروه آزمون مرد

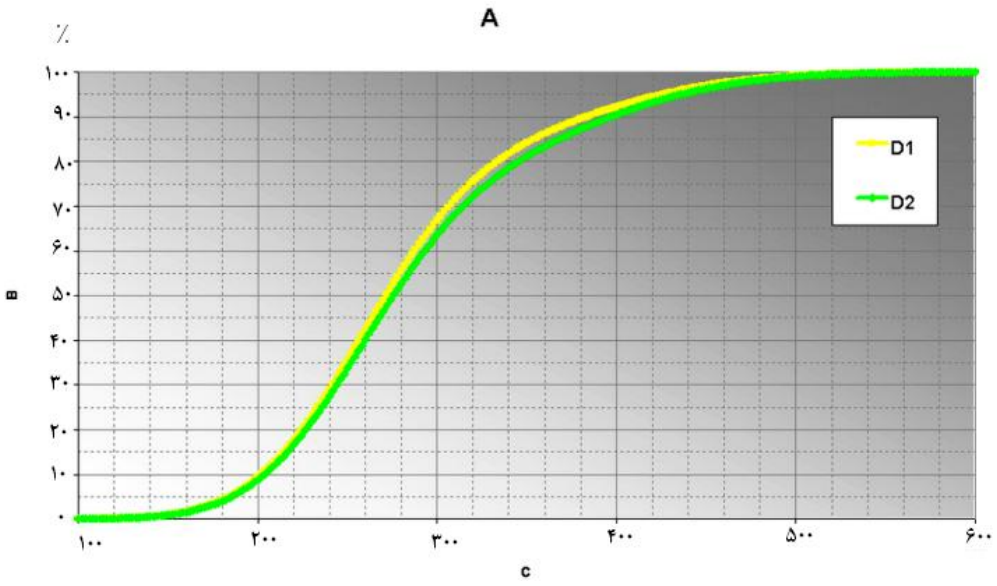
C_6 گروه آزمون زن

D_1 جوان (کمتر از ۲۵ سال)

D_2 سالمند (بیشتر از ۴۰ سال)

D_3 میان سال (۲۵ تا ۴۰ سال)

شکل ث-۲ - توزیع سن و جنسیت با دو خط هوایی و یک گروه از افراد تحت آزمون



راهنما:

A بیشینه نیروهای هل‌دادن در ارتفاع دستگیره چرخ‌دستی

B توزیع فراوانی، ٪

C نیرو بر حسب N

D_1 خط هوایی ۱

D_2 خط هوایی ۲

شکل ث-۳- توزیع فراوانی مصنوعی بیشینه نیروهای عمل دو شرکت هواپیمایی

ب) بخش ب- حدود نیرو بر اساس قدرت اسکلتی

۱) گام ۱ – حدود نیرو بر اساس قدرت فشردگی، F_C

با در نظر داشتن سن و جنسیت جمعیت کاربر مورد نظر، حد قدرت فشردگی را تعیین کنید. با داده‌های ورودی و از جدول ب-۱۳ می‌توان دریافت حد نیروی فشردگی، F_C، ۳٫۰ kN است.

۲) گام ۲- حدود نیروی عمل، F_{LS}

نیروهای عمل مشاهده شده در محل کار را تعیین کنید. F_{LS} نباید بیشتر از F_C ستون فقرات کمری باشد.

بر اساس مشاهدات، می‌دانیم که ∠SJ ۲۰ درجه و ∠F ۲۰ تا ۳۰ درجه است. در شکل ب-۴ می‌خوانیم که برای هل‌دادن با F_C ۳ کیلونیوتنی، F_{LS} باید بیشتر از ۶۰۰ N باشد.

پ) بخش پ- نیروی محدود کننده

حد نیرو بر اساس قدرت عضلانی (F_{Br} = ۱۳۱ N) از حد نیروی بر اساس قدرت اسکلتی (F_{LS} >۶۰۰ N) کمتر است، بنابراین $F_L \approx$ ۱۳۱ N.

ت) بخش ت – حدود ایمنی

یک حد ایمنی، F_R، از کمینه نیروی محدودکننده، F_{min}، و یک ضریب خطر، m_r، با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$F_R = m_r \times F_{min}$$

که در آن

m_r = ۰٫۸۵ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "سبز"؛

m_r = ۱٫۰ نشان‌دهنده حد بالای ناحیه "زرد"؛

m_r < ۱٫۰ نشان‌دهنده ناحیه "قرمز" می باشد.

لذا، حد زرد / قرمز در این حالت ۱۳۱ N و حد زرد / سبز ۱۱۱ N است.

در این مورد، تا زمانی‌که نیروی واقعی (۲۳۰ N) بیشتر از حد ۱۳۱ نیوتنی زرد/ قرمز باشد، ارزیابی به صورت قرمز است.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

روش تعیین توزیع قدرت ترکیبی برای یک گروه مرجع مشخص

روش ۲ که در بندهای ۳-۲-۲-۲ و ب-۱-۱-۳ آمده است، روش کاری تخصصی را برای توزیع قدرت مصنوعی هر جمعیت کاربر انتخابی، با استفاده از توزیع‌های قدرت مرجع برای زنان جوان ارایه می‌کند. این روش کاری به طور خاص مجموعه کاملی از توزیع‌های قدرت مرجع به دست آمده در تمامی ارتفاعات کاری را اصلاح می کند. در اینجا یک مثال آورده شده است، که این اصلاحات را برای یک توزیع مرجع انتخابی شرح می‌دهد. این روش کاری مطابق استاندارد EN 1005-3، کاملا پیرو "روش توزیع مصنوعی" می‌باشد. روند محاسباتی آن شامل دو مرحله عمده است که با جزییات شرح داده شده‌اند.

ج-۱ پارامترهای ورودی

ج-۱-۱ نیرو

روش کاری در ابتدا نیازمند پارامترهای توزیع نیروهای ایزومتریک[1] بیشینهی، به صورتی که در یک گروه مرجع بخصوص مشاهده شده‌اند (شکل ج-۱ را ببینید)، می‌باشد.

الف) گروه مرجع

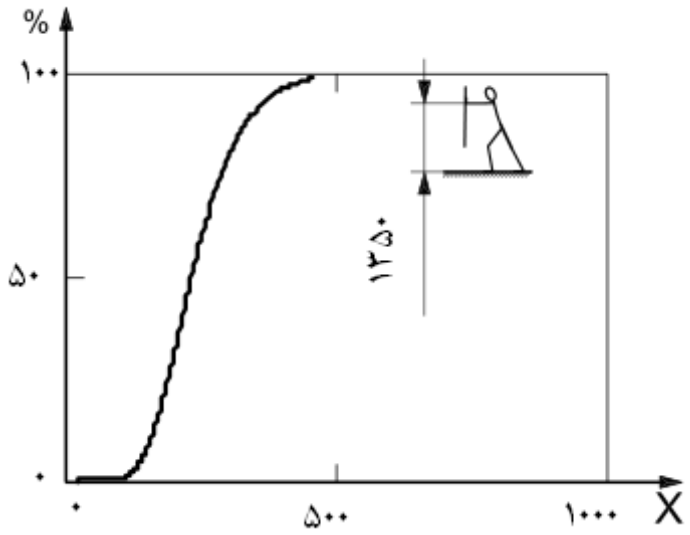
- زنان
- ۳۰ سال ≤ سن ≤ ۲۰ سال

ب) پارامترهای توزیع:

- نیروی میانگین، $\bar{F}$؛
- انحراف استاندارد گروه مرجع، σ

بطور کلی، هر گروه مرجع باید بخشی از یک جمعیت هدف مشابه با حدود محاسبه شده باشد. برای مثال، اروپایی، آمریکای شمالی، برخی گروه‌بندی‌های ترکیبی یا جهانی. نیروهای مرجع را می‌توان مستقیما اندازه‌گیری کرده یا آن‌ها را از متن استاندارد یا جدول ج-۱ به دست آورد.

1- Isometric



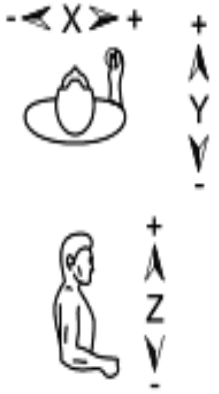
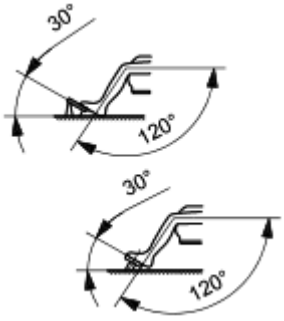
راهنما:

x نیرو بر حسب N

هل‌دادن : $\bar{F}$ = 228.0 N , σ = 84.8 N

شکل ج-۱- مثالی از پارامترهای توزیع

جدول ج-۱ - بیشینه قدرت پارامترهای توزیع زنان جوان (آلمانی) سنین ۲۰-۳۰ سال

فعالیت		میانگین نیرو N	انحراف استانداردN
	کار دست- قدرت با یک دست گرفتن	۲۷۰/۰	۵۴/۱
	کار بازو- حالت نشسته، یک بازو سمت بالا (Z+) سمت پایین (Z-) سمت خارج(X+) سمت داخل(X-) هل‌دادن (Y+) با تکیه‌گاه بدون تکیه‌گاه کشیدن (Y-) با تکیه‌گاه بدون تکیه‌گاه	۰ ۵۶/ ۸۶/۰ ۶۳/۵ ۸۳/۴ ۳۰۳/۰ ۷۵/۵ ۲۴۲/۰ ۶۵/۷	 ۱۸/۴ ۳۳/۲ ۲۶/۲ ۲۴/۶ ۸۱/۰ ۴۲/۷ ۴۴/۹ ۳۳/۵
	کار تمام بدن- ایستاده: هل‌دادن کشیدن	 ۲۲۸/۰ ۱۶۱/۰	 ۸۴/۸ ۴۵/۷
	کار پدال- نشسته با پشت: کار مچ پا کار ران	 ۲۸۲/۰ ۵۲۸/۵	 ۹۶/۵ ۱۵۷/۶
تقریب- اگر هیچ داده‌ای از گروه مرجع در دسترس نباشد، پارامترهای توزیع جمعیت زنان بزرگسال را می‌توان به عنوان جایگزین مورد استفاده قرارداد.			

ج-۱-۲ جمعیت‌شناسی کاربران

علاوه بر این، توصیه می‌شود جمعیت کاربران مورد نظر تجزیه و تحلیل شود. این تجزیه و تحلیل بر زیرگروه‌های سن و جنسیت که بر طبق مقوله‌های زیر مشخص شده، تمرکز دارد.

الف)زنان

n_{f1}: سن < ۲۰ سال

n_{f2}: ۲۰ سال ≤ سن ≤ ۵۰ سال

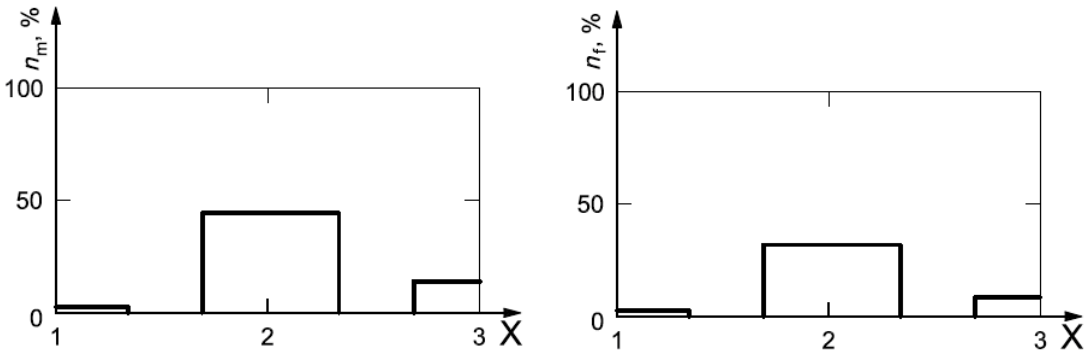
n_{f3}: سن > ۵۰ سال

ب) مردان

n_{m1} : سن > ۲۰ سال

n_{m2}: ۲۰ سال ≤ سن ≤ ۵۰ سال

n_{m3}: سن > ۵۰ سال



ب- مردان **الف- زنان**

راهنما:

X گروه سنی

n_{fi}، n_{mi} نماد زیر گروهای منعکس کننده مستندات جمعیت‌شناختی جمعیت کاربر مورد نظر

n_{f1} = ٪ ۱٫۶؛ n_{f2} = ٪ ۳۱٫۶؛ n_{f3} = ٪ ۷٫۶

n_{m1} = ٪ ۲٫۰؛ n_{m2} = ٪ ۴۳٫۸؛ n_{m3} = ٪ ۱۳٫۴

بررسی کنید که جمع همه n_{fi} ها و n_{mi} ها برابر ٪ ۱۰۰ بشود.

یادآوری – جمعیت: اتحادیه اروپا (۱۲ کشور عضو)

شکل ج-۲ – مثال تحلیل جمعیت کاربران مورد نظر

ج-۲ روش‌کاری

در گام دوم، یک روش‌کاری تخصصی حدود نیرو، که به طور خاص برای جمعیت‌های کاربران وصف شده در بند ج-۱ تنظیم شده را محاسبه می‌کند. این روش‌کاری در بندهای ج-۲-۱ تا ج-۲-۵ آمده است.

ج-۲-۱ پارامترهای توزیع مصنوعی زیر گروه‌ها

میانگین و انحراف استاندارد نیرو برای همه زیرگروه‌های دیگر، i، با پارامترهای مرجع ($\bar{F}$ و σ) که در بند ج-۱ معرفی شده‌اند و برخی ضرایب (α_{xx} و s_{xx}) که نشان‌دهنده روابط بین سن و جنسیت می‌باشند،در روابط ۶ و۷ تعریف می‌شوند (به عنوان مثال جدول ج-۲ و جدول ج-۳ را ببینید)

الف) زنان

- میانگین نیرو

$$\bar{F}_{fi} = \bar{F} \times \alpha_{fi} \quad (۶)$$

- انحراف استاندارد

$$\sigma_{fi} = \sigma \times s_{fi} \quad (۷)$$

ب)مردان

- میانگین نیرو $F_{mi} = F \times \alpha_{mi}$

- انحراف استاندارد $\sigma_{mi} = \sigma \times s_{mi}$

که در آن: $\bar{F}_{fi}$

i= 1, 2, 3 گروه سنی است ؛

ضرایب α_{xx}, S_{xx} زیرگروه می‌باشند؛

$\bar{F}$ نیروی میانگین و σ انحراف استاندارد گروه مرجع هستند، همان‌طور که در جدول ج-۱مشخص شده.

جدول ج-۲- مثال تعیین میانگین‌های نیرو و انحراف‌های استاندارد

گروه سنی	۱	۲	۳
F_{fi}	۱۷۲/۸	۱۸۰/۰	۱۶۷/۴
σ_{fi}	۶۱/۸	۶۰/۰	۵۷/۶
F_{mi}	۳۵۱/۰	۳۸۸/۸	۳۰۶/۰
σ_{mi}	۹۴/۲	۹۹/۰	۱۰۸/۰

راهنما:

f زن

m مرد

i گروه سنی ۱، ۲یا ۳

F میانگین نیرو

σ انحراف استاندارد

جدول ج-۳ -توزیع‌های قدرت زیرگروه ضرایب زیرگروه سنتز

گروه سنی	میانگین نیرو S_{xx}		
	۱	۲	۳
زنان S_{fi}	۱/۰۳	۱/۰۰	۰/۹۶
مردان S_{mi}	۱/۵۷	۱/۶۵	۱/۸۱

گروه سنی	میانگین نیرو α_{xx}		
	۱	۲	۳
زنان α_{fi}	۰/۹۶	۱/۰۰	۰/۹۳
مردان α_{mi}	۱/۹۵	۲/۱۶	۱/۷۰

ج-۲-۲ توزیع‌های لگاریتمی

در سطوح نیروی پایین‌تر (به عنوان مثال F = 63.5 N, σ = 26.2 N) هر تقریب به حاصل نرمال صدک‌های پایین‌تر از (۱٪) نتایج ضعیف را افزایش داده است. در این حالت توزیع‌های لگاریتمی واقع گرایانه‌تر هستند.یک تبدیل آسان مجموعه‌ای جدید از پارامترهای توزیع لگاریتمی فراهم می کند.

الف) زنان در رابطه ۸

$$\bar{F}_{fi} = \ln\left(\bar{F}_{fi}\right) \qquad \sigma_{fi} = \ln\frac{\bar{F}_{fi} + \sigma_{fi}}{\bar{F}_{fi}} \tag{۸}$$

ب) مردان

$$\bar{F}_{mi} = \ln\left(\bar{F}_{mi}\right) \qquad \sigma_{mi} = \ln\frac{\bar{F}_{mi} + \sigma_{mi}}{\bar{F}_{mi}}$$

نیروی متغیر در رابطه ۹

$$x = e^{x} \tag{۹}$$

گام‌های زیر به همان صورت که برای توزیع‌های نرمال کاربرد دارند، برای پارامترهای فوق به کار برده می شوند.

ج-۲-۳ نسل جدید توابع توزیع زیرگروه‌های زنان و مردان

الف) زنان: با استفاده از رابطه (۱۰)

$$DF_{fi}(x) = \frac{1}{\sigma_{fi}\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-0.5z_{fi}^{2}}\,dz \tag{۱۰}$$

که در آن

$$z_{fi} = \frac{x - \bar{F}_{fi}}{\sigma_{fi}}$$

و

x نیروی متغیر است.

ب) مردان، با استفاده از رابطه (۱۱)

$$DF_{mi}(x) = \frac{1}{\sigma_{mi}\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-0.5z_{mi}^{2}}\,dz \tag{۱۱}$$

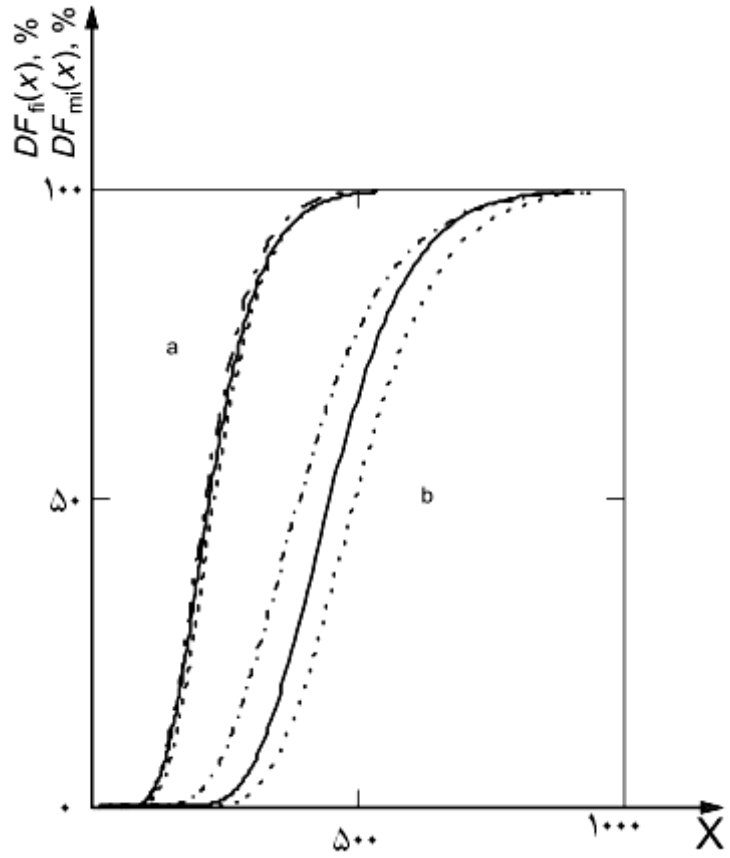
که در آن

$$z_{mi} = \frac{x - \bar{F}_{mi}}{\sigma_{mi}}$$

و

x نیروی متغیر است.

برای مثال، شکل ج-۳ را ببینید.



راهنما:

x نیرو بر حسب N

a زنان

b مردان

شکل ج-۳- مثالی از توابع توزیع جدید

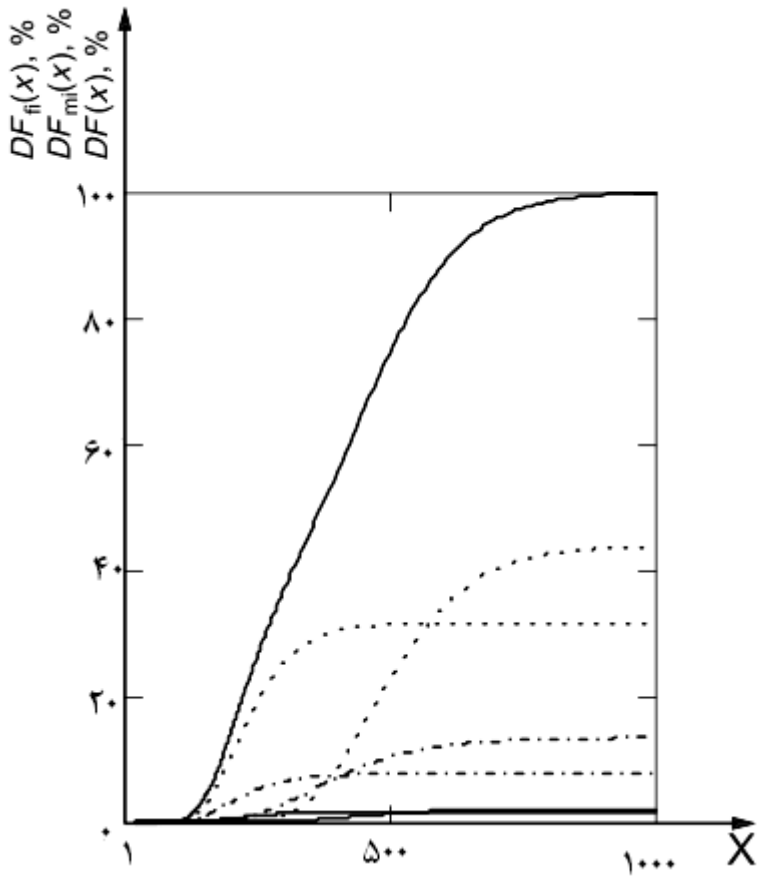
ج-۲-۴ وزن و ترکیب تمام توزیع‌های زیر گروه

این امر با رابطه ۱۲ بیان می‌شود.

$$DF(x) = \sum_j \frac{n_{fi} DF_{fi}(x) + n_{mi} DF_{mi}(x)}{100} \qquad (۱۲)$$

که در آن n_{fi} ، n_{mi} درصدهای تمام زیرگروه‌ها می‌باشند.

به عنوان مثال شکل ج-۴ را ببینید.



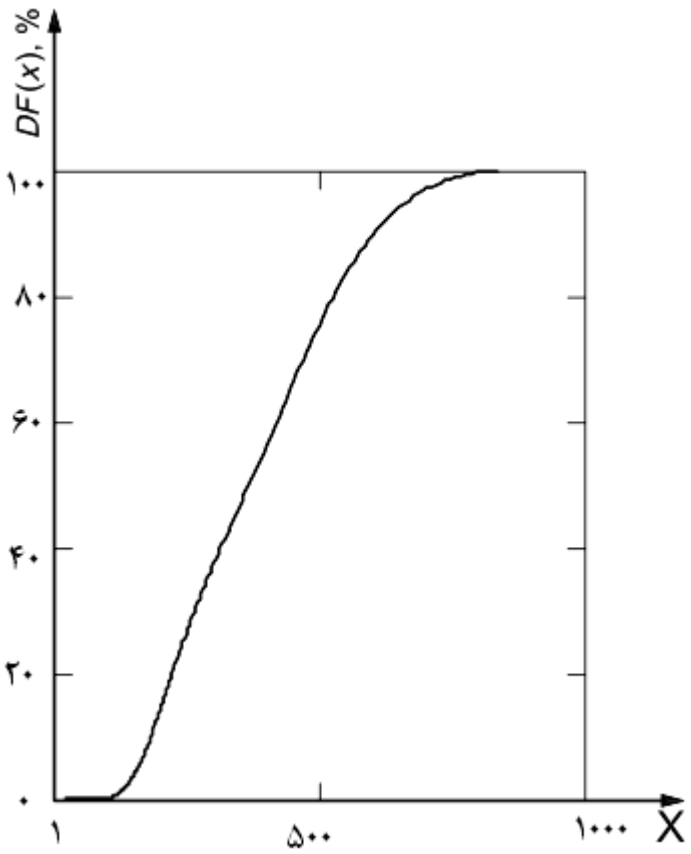
راهنما:

x نیرو بر حسب N

شکل ج-۴- مثالی از ایجاد توابع توزیع جدید

ج-۳ نتایج

DF(x) تابع توزیع قدرت ترکیبی همه زیرگروه‌های وابسته به نیروی x می‌باشد. شکل آن به دقت انعکاس‌دهنده ترکیب جمعیتی هر جامعه هدف خاص می‌باشد. به طور کلی این توابع توزیع مصنوعی جایگزین توزیع‌های مرجع زن اصلی در تمام مراحل دیگر محاسبه روش ۲ می‌باشد.



راهنما:

x نیرو بر حسب N

شکل ج-۵- مثال نتیجه

پیوست چ

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۸۹: ماشین آلات-ایمنی-اصول ارزیابی خطر

[۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۰۴۱: اصول اندازه گیری ابعاد بدن انسان برای طراحی فنی- قسمت ۱: تعاریف و شاخص های اندازه گیری بدن

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۴۵: ارگونومی ارزیابی وضعیت های استاتیکی بدن در حین انجام کار

[4] JÄGER, M. Belastung und Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule im Berufsalltag — Ein interdisziplinärer Ansatz für eine ergonomische Arbeitsgestaltung; Fortschrittberichte VDI, Reihe 17, Nr. 208, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2001

[5] JÄGER, M., JORDAN, C., THEILMEIER, A. and LUTTMANN, A. Dortmunder Lumbalbelastungsstudie 2: Ermittlung und Beurteilung vergleichbarer Tätigkeiten hinsichtlich der Körperhaltung und der Wirbelsäulenbelastung bei verschiedenen beruflichen Tätigkeiten; Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, St. Augustin, 2001

[6] ISO 7730, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of themal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

[7] SNOOK, S.H.and CIRIELLO, V.M. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces, Ergonomics 1991, vol 34, no. 9, 1197-1213

[8] SCHAEFER, P., BOOCOCK M., KAPITANIAK, B., SCHAUB K.H., MEYER F. Push & Pull by ISO 11228/2 —Force Limits Adjustable to Age, Gender and Stature Distributions, International Ergonomics Association Conference, CDROM 00905.pdf, Seoul, 2003

[9] ROSENBERG, S. Human Lumbar Spine — Structural Stabilities and Load Limits, PHD Thesis (under publication), Inst. of Ergonomics, TU München, Boltzmannstr. 15, 85747 Garching, Germany, 2004

[10] DIN 33411-5, Physical strength of man — Part 5: Maximale isometric action forces, values

[11] JÜRGENS,H.W.,AUNE, I.A., PIEPER, U. (1989): Internationaler anthropometrischer Datenatlas. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Feb. 587. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz

[12] MITAL, A., NICHOLSON, A.S., AYOUB, M.M. A Guide to Manual Materials Handling, 2nd edition, Taylor and Francis London, Washington, DC, 1997

[13] GLITSCH, U., OTTERSBACH, H.-J., ELLEGAST, R., HERMANNS, I., FELDGES, W., SCHAUB, K.-H., BERG, K., WINTER, G., SAWATZKI, K., VOSS, J., GÖLLNER, R., JÄGER, M., FRANZ, G. Untersuchung der Belastung von Flugbegleiterinnen und Flugbegleitern beim Schieben und Ziehen von Trolleys in Flugzeugen, BIA-Report, St. Augustin, 2004

[14] BSEN 1005-3:2002, Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation

[15] Eastman Kodak Company, Kodak's Ergonomic Design for People at Work, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2004, pp. 240, 553-557

[16] International Data on Anthropometry. Occupational Safety and Health Series # 65, ILO, Geneva, 1990, 113 pp. ISBN 92-2-106449-2

[17] JÄGER, M. and LUTTMANN, A. The load on the lumbar spine during asymmetrical bi-manual materials handling. Ergonomic, 1992, Vol. 35, 7/8, 783-805

[18] JÄGER, M., LUTTMANN, A. and LAURIG, W. Lumbar load during one-handed bricklaying. International Journal of Industrial Ergonomics, 8 (1991) 261-277

[19] For PC-tools for the work with synthetic distributions see the IAD-Toolbox körperliche Arbeit (physical workload) German page :http://www.arbeitswissenschaft de/Institut/info_produkte.htm

[20] HOOZEMANS M.J.M., KUIJER P.P.F.M., KINGMA I., VAN DIEEN, J.H., DE VRIES, W.H.K., VAN DER WOUDE, L.H.V. et al. Mechanical loading of the low back and shoulders during pushing and pulling activities. Ergonomics 2004, 47(1):1-18.)

[21] BSEN 614-2:2000, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks

[22] ISO/IEC Guide 51: 1999, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards

[23] ISO 6385, Ergonomic principles in the design of work systems