استاندارد ملی ایران

۱۲۷۸۹

چاپ اول

جمهوری اسلامی‌ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI

12789

1st. Edition

ارگونومی- مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدنی- قسمت ۱: الزامات کلی

Ergonomics — Computer manikins and body templates —Part 1:General requirements

ICS:13.180

به نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می شود .پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشو ر و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه 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 سازمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها 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 مؤسسه است.

---

* موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization
2 - International Electro technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد "ارگونومی-مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدنی- قسمت ۱: الزامات کلی"

رئیس	سمت/نمایندگی
کیومرثی – فرشاد (دکترای کامپیوتر)	عضو هیئت علمی‌دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد شهرکرد
دبیر	
بیگی فر - مرضیه (لیسانس مهندسی تکنولوژی کامپیوتر)	کارشناس شرکت تدوام صنعت
اعضاء	
اسدی- محسن (فوق لیسانس مهندسی کامپوتر)	مدیرعامل شرکت کامپیوتری آناهیتای مهر زاگرس
بیگی خردمند- اعظم (فوق لیسانس مهندسی متالورژی)	عضو هیئت علمی‌دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد شهرکرد
بیگی فر- مجید (لیسانس مهندسی نگهداری هواپیما)	کارشناس فنی معاونت تحقیقات و جهاد خودکفایی نیروی هوایی
تاج‌الدین- اصغر (فوق لیسانس کامپیوتر)	عضو هیئت علمی‌دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد شهرکرد
رحیمی اصفهانی- فریبا (دکترای زبان انگلیسی)	عضو هیئت علمی‌دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد شهرکرد
علیدادی- اکبر (کارشناس معماری)	سرپرست گروه تیم رباتیک الکتروسیناپس

مردانی- مجید (دانشجوی کارشناس ارشد برق)	عضو گروه تیم رباتیک الکتروسیناپس
واحدی- صمد (کارشناس کامپیوتر)	کارشناس شرکت بهسازی صنایع چوب ایران
واحدی – سکینه (لیسانس ریاضیات کاربردی)	کارشناس انفورماتیک شرکت بهسازان بانک ملت

پیش گفتار

استاندارد "ارگونومی- مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدنی- قسمت ۱: الزامات کلی" که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوطه توسط شرکت تدوام صنعت تهیه و تدوین شده و دردویست‌وپنجاه‌وششمین اجلاس کمیته ملی مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۸۸/۱۲/۳ به تصویب رسیده، اینک به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی‌و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

ISO 15536-1:,2005 ,Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 1: General requirements

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۱ هدف ودامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ صحت و درستی ۲
۴-۱ کلیات ۲
۴-۲ صحت ایستایی مانکن‌ها ۲
۴-۳ موضوعات خاص در صحت آنتروپومتری ۳
۴-۳-۱ تاثیر خمیدگی ۳
۴-۳-۲ تغییر شکل بافت نرم ۳
۴-۳-۳ حرکت مفصلی ۳
۵ قابلیت استفاده ۳
۵-۱ کلیات ۳
۵-۲ وضوح ۴
۵-۳ سازگاری ۴
۵-۴ کارآیی ۴
۵-۵ تغییرپذیری ۴
۵-۶ سهولت تغییر آنتروپومتری ۴
۵-۷ سهولت تغییر پوسچر ۴
۵-۸ سهولت قضاوت بصری ۵
۶ مدارک ۵
۶-۱ کلیات ۵
۶-۲ هدف از کاربری ۵
۶-۳ منابع داده ۶
۶-۴ صحت آنتروپومتری در وضعیت‌های استاندارد ۶
۶-۵ فرضیات و تصحیحات- پوسچر ۶
۶-۶ فرضیات و تصحیحات ـ لباس ۶
۶-۷ سایر مشخصات تأثیر گذار بر صحت آنتروپومتری ۶
۶-۸ عوامل موثر بر صحت بیومکانیک ۷
۶-۹ روش‌های کنترل ۷
۶-۱۰ راهنمایی کاربر ۷
الف-۱ کلیات ۹
الف-۲ نمایش هندسی ۹

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

الف-۲-۱ مدل‌های دو بعدی انسان ۹
الف-۲-۲ مدل‌های انسانی سه بعدی ۹
الف-۳ ویژگی‌های ساختاری ۹
الف-۳-۱ تعداد قطعات و مفاصل ۹
الف-۳-۲ درجات آزادی حرکات مفصل ۱۰
الف-۳-۳ ساختار مفصل ۱۰
الف-۳-۴ محدودیت‌های زاویه‌ای ۱۰
الف-۴ ویژگی‌های وظیفهای ۱۰
الف-۴-۱ پوسچر ۱۰
الف-۴-۲ نشان دادن نواحی دسترسی و نواحی کاری پیشنهادی ۱۱
الف-۴-۳ نشان دادن میدان بینایی ۱۱
الف-۴-۴ الگوهای حرکت ۱۱
الف-۴-۵ ارزیابی بیومکانیکی ۱۱
الف-۵- ویژگی‌های آنتروپومتری ۱۱
الف-۵-۱ آنتروپومتری ثابت یا پارامتری ۱۱
الف-۵-۲ انتخاب‌های صدک ۱۲
الف-۵-۳ موارد چند متغیری ۱۴
الف-۶ دسترسی و صحت داده‌های آنتروپومتری ۱۴
الف-۷ سایر عوامل موثر بر صحت ۱۴
الف-۸ روش یکپارچه، طراحی ماژولار و معماری سیستم باز ۱۴
کتابنامه ۱۶

مقدمه

ساختار استانداردهای ایمنی در زمینه ماشین‌آلات به صورت زیر است:

الف) استانداردهای نوع A (استانداردهای پایه) مفاهیم اصلی، اصول طراحی و جنبه‌های عمومی را ارائه می‌دهد که می‌توان از آن برای ماشین آلات استفاده نمود.

ب)استانداردهای نوع B (استانداردهای عمومی ایمنی) که با حداقل یکی از جنبه‌های ایمنی و حفاظتی مرتبط است .

استانداردهای نوع B1 مخصوص جنبه‌های خاصی از ایمنی می‌باشد (مثل فواصل ایمنی، درجه‌حرارت سطح، پارازیت)

استانداردهای نوع B2 مخصوص موارد حفاظتی می‌باشد (مثل کنترل دو طرفه، دستگاههای ترکیبی قفل کننده، وسایل حساس به فشار، حفاظها)

ج) استانداردهای نوع C (استانداردهای ایمنی ماشین‌آلات) با گروهی از ماشین‌ها در ارتباط است که از دیدگاه ایمنی دارای الزامات زیادی هستند.

همانگونه که در استاندارد ISO12100 بیان شده، این قسمت از استاندارد ملی، استاندارد نوع B به شمار می‌رود.

اگر مقررات استاندارد نوع C متفاوت از مواردی باشد که در استانداردهای نوع B یا A بیان شده است، آن مقررات بر مقررات دیگر استانداردهای ماشین آلات که بر طبق مقررات استاندارد نوع C ساخته و طراحی شده اند ارجحیت پیدا می‌کند.

این قسمت از استاندارد ملی به الزاماتی مربوط می‌شود که تا حد زیادی از مهارت در پیشرفت سریع و به روز در زمینه‌ی ایجاد مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهایی از بدن و نیز از دردسترس بودن اطلاعات دقیق و به روز وداده‌های آنتروپومتری شاخص مستقل‌اند.

مشخصات فیزیکی بدن انسان یکی از نقاط شروع طراحی فضاها، چهارچوب‌ها، ماشین آلات و تجهیزات دیگر می‌باشد. فن آوری رایانه‌ای به سرعت در حال پیشرفت است و فرصت ساخت مانکن‌های رایانه‌ای را برای مدل‌سازی بدن انسان فراهم کرده و فعالیت‌های انسانی را شبیه‌سازی می‌کند. برای مثال از مانکن‌هایی با آنتروپومتری یا الگوهای بدنی صحیح، می‌توان برای به تصویر کشیدن روابط هندسی بین بدن انسان و محیط فیزیکی استفاده نمود. توابع مختلف ارزیابی مانند نشانه گذاری نواحی دسترسی، به تصویر درآوردن میدان دید، محاسبه‌ی بیومکانیکی قدرت مورد نیاز و شبیه سازی حرکات را می‌توان با مانکن و سیستم مانکن ادغام کرد.

از مانکن‌های رایانه‌ای برای کاهش نیاز به آزمون واقعی اشخاص و ارزیابی مدل‌های فیزیکی و نمونه‌های اولیه استفاده می‌شود. ولی با استفاده از اشخاص واقعی نه تنها می‌توان ابعاد درست و فیزیکی واقعی را ایجاد کرد بلکه می‌توان فعالیت‌های متفاوت عملکردی و ادراکی را به علاوه ارزیابی آسان عملکرد، راحتی و دیگر خصوصیات طرح را فراهم نمود (به استاندارد ISO 1553 رجوع شود)

مانکن‌های رایانه‌ای فرصت شناسایی سریع و آسان و اولیه‌ی کمبودهای ابعادی احتمالی را فراهم می‌کنند. عملکردهای محدود کننده ابعاد بحرانی مانند جاگیری در فضایی محدود یا دسترسی به اشیاء را می‌توان به سرعت با اندازه‌گیری‌های گسترده‌ی بدن ارزیابی کرد. از سوی دیگر اندازه‌گیری ابعادی به آزمون‌هایی با تعداد زیادی از افراد تحت آزمون احتیاج دارد.

در استفاده از مانکن‌ها، به چندین جنبه از موارد مربوط به ارگونومی(آنتروپومتری، پوستچر[1]، موارد بصری، موارد مرتبط با قدرت و پویایی و حرکت) در موقعیت یکتای آزمون ارجاع می‌شود. زمانی‌که هیچ توصیه‌ای در زمینه ابعاد موجود و موقعیتهای مرجع برای ارزیابی کلیه مقیاس‌ها در دسترس نباشد، مانکن‌ها به عنوان ابزاری جهانی در همه طراحی‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. در فرایند طراحی، با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای با امکانات مانکن می‌توان زمینه‌ی همکاری و تبادل اطلاعات بین متخصصان و کاربران را ایجاد نمود.

زمانی که این مانکن‌ها به‌گونه‌ای مناسب مورد استفاده قرار گیرند، می توان فرایند ارگونومی را ارزیابی کرده و هزینه‌های طراحی را کاهش داد. طراحی کار پژوهی فرآیند به صورت کلی در استاندارد EN614-1 ارائه شده است.

استفاده از مانکن‌های رایانه‌ای، سبب اطمینان از راه‌حل‌های اتوماتیک نمی‌شود، بلکه ممکن است در بعضی موارد از آن‌ها به‌درستی استفاده نشود. ممکن است طراح، مانکن‌ها را در موقعیت نامناسب یا در فضای حرکتی بسیار کوچکی، مورد استفاده قرار دهد و نیز از محدودیتهای ذاتی مانکن‌های رایانه‌ای یا دیگر جنبه‌های آنتروپومتری پوسچر و جنبه‌های بیومکانیکی اطلاع نداشته باشد. هر چقدر که سیستم‌های مانکن دارای پیچیدگی بیشتری باشند، ارتباط دهی و پیگیری ویژگی‌های انسانی این مانکن‌ها نیز پیچیده تر می‌شود.

مانکن‌ها و سیستم‌های آنها که تاکنون وجود داشته‌اند، دارای عملکردها و ویژگی‌های متفاوتی هستند. همچنین صحت کارائی و نوع استفاده از آن‌ها نیز گوناگون بوده است. در شرایط توسعه کنونی، ممکن است برای استفاده از مانکن‌های خبره و پیشرفته به کاربرهای آموزش دیده و سخت افزارهای توانمندی نیاز باشد که امکان داشتن آنها برای همه طراحان وجود نداشته باشد. در این مورد به آسانی می‌توان از نمونه‌های ساده‌تری استفاده نمود، اما این نمونه‌ها در طراحی ارزش محدود و کمی دارند. ممکن است سیستم‌ها به طور متفاوتی بر اجزایی مثل صحت آنتروپومتری، توانایی‌های بیومکانیکی، نمودارهای دیداری و طراحی هندسی، شبیه‌سازی و انیمیشن تأکید داشته باشد. انتخاب مانکن و سیستم طراحی مرتبط تا حد زیادی مبادله‌ای بین ویژگی‌های گوناگون است.

به هنگام انتخاب و به‌کارگیری سیستم مانکن، برای اینکه بتوان اثرات پارامترهای بیرونی را کنترل نمود، نیاز به تجارب گسترده و سطح بالایی از مراقبت و نگه‌داری سیستم می‌باشد.

1- postural

ارگونومی - مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدنی- قسمت اول: الزامات کلی

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این قسمت از استاندارد ایجاد الزامات کلی برای طراحی و گسترش مانکن‌های رایانه‌ای، الگوهای بدن و سیستم‌های مانکنی است. این استاندارد به خواص بیومکانیکی و آنتروپومتری اشاره می‌کند، و قابلیت استفاده از آن و محدودیت‌های پیچیدگی ساختاری و تغییرپذیری را مورد توجه قرار می‌دهد، و همچنین به عنوان راهنمایی برای انتخاب مانکن و سیستم‌های مانکن و ارزیابی صحت و قابلیت استفاده از آنها در کاربردهای خاص می‌باشد. این استاندارد اسناد مشخصات مانکن و سیستم‌های مانکن و هدف از کاربرد آنها و هدایت کاربران را معین می‌کند و همچنین برای اطمینان از ساخت مناسب مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدن به‌منظور طراحی فضای کاری و اطمینان از آنتروپومتری و رفتار صحیح بیومکانیکی ابزاری را فراهم می‌کند. هدف از تدوین این استاندارد این است که به کاربران مانکن‌ها اطمینان دهد که آنها قادر به انتخاب سیستم مناسب مانکن برای وظایف طراحی خاص هستند و از آن به روشی مناسب استفاده می‌کنند. این استاندارد نه تنها الزامات صحت ایستایی مانکن، بلکه پیشنهاداتی برای دیگر عوامل مؤثر بر صحت تحلیل تصمیمات انجام گرفته با استفاده از آنها را، فراهم می‌کند.

۲ مراجع الزامی

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

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی‌است:

2-1 ISO 7250, Basic human body measurements for technological design

2-2 ISO 9241-11, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11:Guidance on usability

2-3 ISO 12100-1, Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology

2-4 EN 614-1, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریفی که در استاندارد ISO 12100-1 ارائه شده است، از اصطلاحات و تعاریف زیر استفاده می شود:

۳-۱

مانکن رایانه‌ای

نمونه‌های گرافیکی دو بعدی و سه بعدی رایانه‌ای از بدن انسان که بر اساس اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری، ویژگی‌های حرکتی و ساختار اتصالات بدن پایه ریزی شده است.

۳-۲

سیستم مانکن رایانه‌ای

سیستم مدل‌سازی مانکن، شامل ابزاری برای کنترل و ایجاد تغییر در مانکن (مثل پوسچر، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری)، دستورالعمل‌های چگونگی تقلید از ویژگی‌ها و رفتارهای انسانی (مثل بیومکانیک، قدرت و حرکات) می‌باشد و ابزاری برای موقعیت دهی فیزیکی/محیطی مانکن، بر مبنای مدل رایانه‌ای است.

۳-۳

الگوی بدنه

مدل دوبعدی پیکره‌ی فیزیکی بدن انسان (معمولا بصورت بندبند)که در آن، حدفاصل‌ها برمبنای اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری بدن انسان است.

۴ صحت و درستی

۴-۱ کلیات

چندین عامل بر صحت تحلیل و مقادیر به‌دست آمده با مانکن تأثیر می‌گذارد. برخی از آنها به صحت آنتروپومتری ساختاری و بیومکانیکی خود مانکن وابسته می‌باشند، برخی دیگر به دانش و تجربه‌ی کاربر مانکن مانند چگونگی تنظیمات مناسب پوسچر و موقعیت مانکن یا چگونگی نشستن مانکن بر روی سطح زیرسازی شده، وابسته می‌باشد. صحت و درستی مورد نیاز به وظایف کاری و ابعاد بحرانی وابسته می‌باشد(دستیابی،دسترسی)[1]. این قسمت از استاندارد نه تنها الزامات صحت ایستایی مانکن، (به بندهای ۴-۲ تا ۴-۳ رجوع شود) بلکه پیشنهاداتی برای دیگر عوامل مؤثر بر صحت تحلیل تصمیمات انجام گرفته با استفاده از آنها را، فراهم می‌کند. این عوامل در پیوست الف توضیح داده شده‌اند.

۴-۲ صحت ایستایی مانکن‌ها

ساختار و شکل مانکن باید مطابق با شکل و مقادیر آنتروپومتری بدن انسان باشد (به بند ۴-۶ رجوع شود) توصیه می‌شود به طراحی مانکن به گونه‌ای توجه شود که اندازه‌های مانکن با اندازه‌های انسان واقعی در پوسچر آن (مثل نشست و برخاست) مطابقت داشته باشد.

1- Access , reach

مطابقت مانکن رایانه‌ای با داده‌های جامعه‌ی در دسترس و مقادیر آنتروپومتری باید به‌وسیله‌ی اندازه‌گیری مانکن بر طبق استاندارد ISO 7250 مورد بررسی قرار گیرد. اندازه‌های مربوط به مانکن را در مقایسه با داده‌های جامعه (یا مواردی که برای جامعه‌ی اروپا در استاندارد ISO 15534.3 ارائه شده است) می‌توان با اندازه گیری فواصل عمودی و افقی بین نقاط انتخابی به‌دست آورد و صحت موقعیت‌های استاندارد را تعیین نمود.

۴-۳ موضوعات خاص در صحت آنتروپومتری

۴-۳-۱ تأثیر خمیدگی

با در نظر گرفتن این‌که پوسچر بدن در حالت طبیعی، دارای کمی خمیدگی است، در پوسچر استاندارد شده، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری به صورت عمودی به‌دست می‌آید. توصیه می‌شود تغییر اندازه‌گیری‌های مرتبط با وضعیت بدن در حالت نشسته و ایستاده با تنظیم مناسب پوسچر تنه انسان یا با عامل خمیدگی مربوطه، مورد بررسی قرار گیرد (در حرکات رو به بالا این مقدار ۱۰ میلیمتر تا ۶۰ میلیمتر متغیر می‌باشد).

۴-۳-۲ تغییر شکل بافت نرم

بدن از بافت‌های سخت مثل استخوان که محکم می‌باشد و بافت‌های نرم مثل ماهیچه‌ها و چربی تشکیل شده است که این بافت‌ها زمانی‌که پوسچر تغییر می‌کند یا تحت فشار قرار می‌گیرند، تغییر شکل می‌دهند. توصیه می‌شود تمهیداتی برای تغییر شکل بافت نرم در مانکن وجود داشته باشد، به طور مثال در ناحیه نشیمنگاه، ارتفاع تنه به هنگام تغییر وضعیت از حالت ایستاده به نشسته تغییری نکند.

۴-۳-۳ حرکت مفصلی

قابلیت حرکت مفصلی بر درستی و صحت آنتروپومتری تأثیرگذار است. برای نمونه، شانه و مرکز چرخش مفصل شانه متحرک هستند که تا حد زیادی در دسترسی رو به جلو و بالا اثرگذار است. توصیه می‌شود کاربر مانکن از نوع دسترسی حرکتی مانکن اطلاع داشته باشد. (مانند دسترسی مناسب/بیشینه).

توصیه می‌شود حرکت شانه با تابع مناسب مانکن یا با ایجاد کاربر احتمالی برای تنظیم موقعیت مرکز چرخش مفصل در دامنه‌ی حرکت آن بررسی شود. برای اطلاعات بیشتر در مورد حرکت مفصلی به بند الف ۳-۳ رجوع شود.

۵ قابلیت استفاده

۵-۱ کلیات

سیستم‌های نرم‌افزار مانکن رایانه‌ای باید به آسانی برای پذیرش و تکمیل فرآیند طراحی طبق استاندارد EN614-1 مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین قابلیت استفاده از سیستم‌های مانکن بر صحت تحلیل انجام گرفته به کمک آنها تأثیر می‌گذارد. ویژگی‌های قابلیت استفاده از سیستم‌های مانکن در بندهای۵-۲ تا ۵-۸ توضیح داده شده است. الزامات کلی و قابلیت استفاده از کاربردهای نرم‌افزار باید مطابق با استانداردISO241.11 باشد.

۵-۲ وضوح

ساختار و واسط [1] سیستم‌های مانکن باید به‌گونه‌ای قابل فهم باشد که یادگیری استفاده از این سیستم، سریع و به‌کارگیری آن آسان باشد.

۵-۳ سازگاری

توصیه می‌شود واسط‌های نرم افزاری مانند دیالوگ‌ها و منوها تا حد امکان با دیگر برنامه‌های رایانه‌ای که مورد استفاده طراح است مثل نرم‌افزار طراحی CAD، نرم‌افزار پویانمایی، و برنامه‌های کاربرد عوامل انسانی/ارگونومی برای ارزیابی ، سازگار باشد.

۵-۴ کارآیی

پیشنهاد می‌شود روال نرم‌افزاری سیستم‌های رایانه‌ای کوتاه و ساده باشد. این امور شامل دسترسی به روال مورد نیاز برای حرکت از کاربرد یک نرم‌افزار به نرم‌افزار دیگر یا انتقال به مانکن دیگر یا از یک محیط کاربرد به محیط کاربرد دیگر می‌باشد. همچنین توصیه می‌شود تعداد مراحل در رویه‌های کاربر محدود شود و میزان سختی انتخاب در هر مرحله تا آنجایی که ممکن است در حد پائین نگه داشته شود.

۵-۵ تغییرپذیری

باید امکان دستکاری مانکن (در اندازه و پوسچر) و اصلاح محیط برای برنامه‌های کاربردی مشابه وجود داشته باشد. لازم است که سیستم مانکن به کاربر اجازه‌ی تعیین و توصیف میدان بینایی، دسترسی حرکت و محدودیت‌های زاویه‌ای مانند نواحی کاری بیشینه و ترجیحی را بدهد. (به استاندارد ISO14238 رجوع شود). تنوع‌پذیری سیستم مانکن تا حد زیادی تحت تأثیر معمار و طراح نرم‌افزار است (مانند معماری سیستم‌های باز و ماژولار، به بند الف-۷ رجوع شود)

۵-۶ سهولت تغییر آنتروپومتری

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری مانکن باید به آسانی قابل تغییر باشد، مثل انتخاب صدک مورد نیاز اندازه‌گیری یا تغییر مستقیم اندازه‌گیری‌ها، هر دو مورد، باید بر حسب صدک به کاربران نشان داده شوند. بسته به طراحی مورد نیاز، ترکیبات گوناگونی از بخش‌های مختلف بدن، برحسب درصد، باید در دسترس باشند و به طور مناسب توضیح داده شده باشند. باید امکان تنظیم اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری بین صدک‌های اول و نود و نهم جامعه‌ی مورد بررسی وجود داشته باشد. (به بند الف- ۵-۲ رجوع شود)

۵-۷ سهولت تغییر پوسچر

برای آزمون عملکردهای خاص مثل دسترسی موقت به یک شیء و برگشت به حالت اولیه پوسچر ، تغییر پوسچر باید آسان و ساده باشد.. سیستم مانکن باید فرصت انتخاب یا تغییر آسان پوسچر اصلی مثل ایستادن، نشستن، خم شدن و زانوزدن را فراهم کند. این فعالیت‌ها باید برای مانکن ساده باشد چراکه خواه‌ناخواه با اشیاء محیط در تماس می‌باشد.

1- interface

۸-۵ سهولت قضاوت بصری

تنظیم اندازه‌گیری‌ها یا پوسچرها باید به‌گونه‌ای باشد که کاربر به آسانی آن را درک کند و دارای روش‌های مناسب برای دستیابی به صحت مورد نیاز باشد. این موارد مبین نشانه‌های کافی از سطح یا ظاهر بدن و همچنین مفاصل حرکتی و میزان و جهت حرکت می‌باشد. در صورتی‌که مانکن دارای مو یا لباس و کفش و یا خطوط مرجع نشاندهنده‌ی تغییر زاویه مفاصل باشد، در این صورت باید از راهنما (علامت مشخصه) استفاده شود.

برای قضاوت در مورد این‌که آیا شی یا بدن ایجاد شده در محدوده‌های قابل قبولی است، توصیه می‌شود که در هر زمان، امکان نمایش واضح میدان بینایی، دسترسی و نواحی غیرپیچیده وجود داشته باشد.

تعیین موقعیت مانکن در وضعیت نشسته نیاز به نشان‌گذاری با استفاده از تعدادی نقاط مرجع مانند نقطه‌ی مرجع نشسته (SIP) [1] دارد.

۶ مدارک

۱-۶ کلیات

توسعه‌دهنده مانکن و سیستم مانکن، مسئول مستندات مربوط به ویژگی‌های این سیستم‌ها و اهداف استفاده از آن و همچنین راهنمایی کاربر است. الزامات مدارک در بندهای ۶-۲ تا ۶-۹ ارائه شده‌اند.

۲-۶ هدف از کاربری

هدف از کاربری مانکن مانند پویا نمایی، ارزیابی‌های آنتروپومتری و بیومکانیکی، همراه با هر محدودیتی در استفاده از آن، مخصوصاً از نقطه نظر آنتروپومتری، باید مستند شود. همچنین انواع تحلیل و ارزیابی‌های سیستم مانکن مانند موارد زیر باید مستند شود:

- ارزیابی اتوماتیک عملکردها یا ارزیابی با قضاوت بصری به تنهایی؛
- پویا نمایی حرکات یا ارائه تصویر ایستا به تنهایی؛
- تحلیل روابط هندسی مثل مشاهده، دستیابی، دسترسی و تصادم؛
- ارزیابی الزامات قدرت، بر اساس محاسبات بیومکانیکی؛

علاوه بر این باید اطلاعات مربوط به گروه کاربران مورد نظر، مانند مهندسان و متخصصان ارگونومی، مستند شوند. دامنه‌ی طراحی نیز مانند طراحی ماشین‌آلات و طراحی معماری، باید مستند شود. الزامات مرتبط با تجربه در موارد آنتروپومتری، طراحی محل‌کار و فن‌آوری‌های محاسباتی، که از توان کل نرم‌افزار در کاربردهای پیچیده استفاده می‌کند، نیز باید مستند شود.

1- Seat index point

۶-۳ منابع داده

منابع داده‌های آنتروپومتری مورد استفاده، باید مستند شوند. اگر داده‌ها، ترکیبی از منابع مختلف یا آمیزه‌ای از داده‌های یک جنس باشند، داده‌های منتج باید مشخص شده و حداقل در مقادیر صدک‌های پنجم، پنجاهم و نود و پنجم در یک جدول ارائه گردند.

۶-۴ صحت آنتروپومتری در وضعیت‌های استاندارد

برای ارزیابی صحت ایستایی مانکن رایانه‌ای (به بند ۴-۲ رجوع شود) حداقل اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری ارائه شده در جدول ۱ باید تعیین گردند. برای هر یک، داده‌ی اولیه (منبع، اصلی، ترکیبی یا گروهی) باید به‌گونه‌ای که در بند ۶-۳ مشخص شده، مستند گردد. علاوه بر این، زمانی که مانکن برای نمایش صدک‌های پنجم، پنجاهم و نود و پنجم، تنظیم می‌شود، باید به‌طور مستقیم بر روی آن اندازه‌گیری‌های یکسانی انجام شود. اختلاف بین این مقادیر باید به عنوان درصدی از مقدار اولیه مستند گردد.

در جدول ۱ چگونگی مستندسازی این مقایسه نشان داده شده است. این مقایسه، اختلافات ذاتی ناشی از مقایسه در مسیر قد مانکن و احتمالاً انتخاب‌های مربوط به انواع بدنه را نشان خواهد داد. برای کاربردهای خاص توصیه می‌شود صدکهای اول تا نود ونهم مورد استفاده قرار بگیرد(به بند الف-۵-۲ رجوع شود).

۶-۵ فرضیات و تصحیحات- پوسچر

هر فرضیه و تصحیح مربوط به اختلافات ابعادی بین پوسچر واقعی و استاندارد مانکن باید مستند شود، مانند تصحیحات ناشی از تأثیر خمیدگی و حرکت مفصل شانه باید مستند شود. (به بندهای ۴-۳-۱ و ۴-۳-۳ رجوع شود) در صورت یکپارچه‌سازی(ادغام) ویژگی‌های مانکن، توصیه می‌شود مقایسه‌های مورد نیاز در بند ۶-۴ مورد توجه قرار بگیرد.

۶-۶ فرضیات و تصحیحات ـ لباس

هر فرضیه و تصحیحی در رابطه با پوشش مانکن باید مستند شود. (مانند بلندی پاشنه کفش)

۶-۷ سایر مشخصات تأثیر گذار بر صحت آنتروپومتری

تمام مشخصات مانکن که بر صحت آنتروپومتری یا موارد بیومکانیکی تأثیر می‌گذارند چه آشکار باشد و چه نباشد، باید مستند شوند، که شامل ساختار درونی و نوع سیستم هماهنگ‌کننده‌ای است که جهت‌گیری اعضای بدن و در معرض کشش بودن این اعضاء را توصیف می‌کند.

حداقل موارد زیر باید مستند شوند :

- رفتاری که در آن هندسه‌ی آنتروپومتری مانکن ارائه می‌شود (مانند نوع ساختار مورد استفاده برای نمایش سطح دسترسی یعنی محل قرارگیری مانکن و اسکلت داخلی بدن)؛
- ایجاد یا عدم ایجاد یک بانک داده از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری از یک جمعیت خاص؛
- بررسی امکان ترکیب بانک‌های داده‌ای دیگر؛
- امکان تعیین اندازه‌گیری‌های افراد خاص؛

جدول۱- مقایسه‌ی بین داده‌های اولیه و اندازه‌گیری‌های مانکن در وضعیت‌های استاندارد

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری اصلی[الف]	P5 داده‌های اولیه	مانکن اندازه‌گیری شده	درصد اختلاف	P50 داده‌های اولیه	مانکن اندازه‌گیری شده	درصد اختلاف	P95 داده‌های اولیه	مانکن اندازه‌گیری شده	درصد اختلاف
۱ طول قد (حداکثر ارتفاع بدن)									
۲ ارتفاع سینه (قائم)									
۳ دسترسی رو به جلو									
۴ عرض شانه									
۵ عرض نشیمنگاه									
۶ عمق قفسه سینه (ایستاده)									
۷ فاصله جلوی شکم تا پشت (ایستاده)									
۸ عرض قفسه (ایستاده)									
۹ ارتفاع آرنج (ایستاده)									
۱۰ طول آرنج- شانه									
۱۱ ارتفاع زانو									
۱۲ ضخامت ران									
الف: توضیح اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری در استاندارد ISO7250داده شده است.									

۶-۸ عوامل موثر بر صحت بیومکانیک

وقتی مانکن در تحلیل بیومکانیک مورد استفاده قرار می‌گیرد، جزئیات مدل‌های بیومکانیکی و معادلات، منابع داده و کمیت‌های مورد استفاده (ابعاد، جرم، قدرت) برای محاسبات باید مستند شوند.

۶-۹ روش‌های کنترل

روش‌های کنترل پوسچر، تعادل، حرکت و عکس العمل‌های بین مانکن و محیط باید مستند شوند.

۶-۱۰ راهنمایی کاربر

کاربران را باید در مورد داده‌های آنتروپومتری مورد استفاده برای انتخاب صدک‌های مورد نیاز در ارزیابی‌های معین و ملاحظات دیگر، مانند خواص بیومکانیکی، راهنمایی کرد (علاوه بر کتاب راهنمای فنی[1]).

1- manual

الزامات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای استفاده از مانکن و سیستم مانکن باید ارائه شود. احتمال ارتباط با انواع دیگری از برنامه‌ها (استفاده از داده‌های قبلی[1] و یا ذخیره‌ی داده برای استفاده بعدی[2]) به علاوه رسانه‌های خروجی (رسام، چاپگر و ضبط کننده‌های ویدیویی) باید مستند گردند.

1- Import of data
2 -Export of data

پیوست الف

(اطلاعاتی)

عوامل موثر بر صحت آنتروپومتری مانکن‌ها و تحلیل و موارد تعیین شده با استفاده از آنها

الف-۱ کلیات

در این پیوست، ویژگی‌های عملی مانکن و سیستم مانکن‌ها در رابطه با صحت تحلیل انجام شده با استفاده از مانکن‌ها و سیستم مانکن‌ها در دامنه کاربرد آن‌ها توصیف و توضیح داده خواهد شد.

الف-۲ نمایش هندسی

الف-۲-۱ مدل‌های دو بعدی انسان

الگوی دو بعدی (2D) بدن مدل فیزیکی از بدن انسان می‌باشد که برای ارزیابی نمودارهای معمول طراحی استفاده می‌شود. مانکن دو بعدی رایانه‌ای ساده‌ترین نوع مانکن رایانه‌ای بوده و برای طراحی 2D مناسب است. این مدل‌های انسانی دو بعدی برای تصویرسازی و تغییردادن آسان‌تر هستند و به ظرفیت محاسباتی کمتری نیاز دارند. مانکن‌های 2D برای طراحی مناسب‌تر بوده و می‌توان از آن‌ها برای مطالعه پوسچر مانکن و حرکاتی که تنها در یک سطح و در یک زمان انجام می‌شود، استفاده نمود.

الف-۲-۲ مدل‌های انسانی سه بعدی

با مانکن رایانه‌ای سه بعدی (3D) انواع مختلفی از پوسچر و حرکات انسان را می‌توان مدل‌سازی نمود. پیچیدگی هندسی آن‌ها در مدل‌های منسجم ساده دارای تنوع می‌باشد که بر اساس مدل‌هایی با چهارچوب سیمی از اسکلت انسان است و نمایانگر سطح بدن و مدل‌های سطحی یا مدل واقعی از ساختار داخلی انسان می‌باشد. زمانی که ظرفیت محاسباتی برای کاربردهای خاص، مانند محاسبات بیومکانیکی و شبیه‌سازی‌های زمان واقعی [1] کافی نباشد از مدل‌های چوبی[2] استفاده می‌کنند. با تعریف جرئیات سطحی، می‌توان ظاهر واقعی بدن انسان را نشان داد.

مانکن‌های سه بعدی در درک و دستکاری پوسچر و کنترل حرکات، اشکالاتی به وجود می‌آورند. به‌علاوه ساخت محیط سه بعدی وقت‌گیر می‌باشد. بنابراین به‌طورکلی مانکن‌های سه بعدی برای طراحی مقدماتی کمتر مناسب می‌باشند اما برای تجسم و ارزیابی جایگزین‌های پیشرفته‌تر طراحی موثر هستند.

الف-۳ ویژگی‌های ساختاری

الف-۳-۱ تعداد قطعات و مفاصل

تعداد زیادی از اعضای بدن و مفاصل حرکتی قادر به انجام حرکات متنوع و طبیعی‌تر بدن به خصوص در اندام‌های انتهایی تنه و گردن می‌باشد. برای تعیین ابعاد در پوسچر نشسته و ایستاده در حالت معمول، تعداد کمتری از اعضا کافی می‌باشند. مانکن‌های دو بعدی به طور معمول ۶ تا ۷ مفصل حرکتی دارند که فرد را قادر می‌سازد، به آسانی اندام‌های مانکن را مفصل به مفصل دستکاری کند.

1- Real-time simulation
2 -Stick model

مدل‌های سه بعدی کمتر از ۱۵ مفصل دارند اما زمانی که لازم است انگشت‌ها و اجزای ستون فقرات در جزئیات عملکردی آناتومی‌مانکن نشان داده شوند، بیش از ۱۷ مفصل دارند.

الف-۳-۲ درجات آزادی حرکات مفصل

هر مفصل دارای درجه‌ای از آزادی حرکت (محورهای چرخش) می‌باشد که از یک مفصل انگشت به حداقل ۳ محور در استخوان قدامی و پشتی و استخوان‌های خم‌شونده جانبی و چرخشی متغیر می‌باشد. مفصل شانه چند محوری است و مرکز چرخش آن در سطحی وسیع به آرامی‌قابل حرکت می‌باشد. به دلایل عملی، مانند ساده‌بودن دستکاری پوسچر، ممکن است برخی از حرکات اختیاری مفصل‌ها محدود شود.

الف-۳-۳ ساختار مفصل

زمانی که رابط‌ها و مفاصل مانکن رایانه‌ای ساده‌تر از ساختار مفصل بدن انسان می‌شوند خطاها و اشتباهاتی به‌وجود می‌آید. برای مثال در صورتی‌که استخوان سینه بدون حرکت کتف مدل‌سازی شود و فقط دارای مفصل کاسه‌ای برای مفصل کاسه‌ای بازو باشد، در زمان حرکت به طرف جلو، حرکات طبیعی بازو را نمی‌توان شبیه‌سازی نمود. در این زمان دسترسی به طرف جلو بسیار کوتاه خواهد بود و خطاهای قابل توجهی به‌وجود می‌آید. به‌عبارت دیگر در مفصل زانو، با تغییر زاویه زانو، محور چرخش اندکی تغییر می‌کند، اما اگر مفصل زانو دارای بندی ساده با محور ثابت چرخش باشد، عدم صحت کمتری به وجود می‌آید.

الف-۳-۴ محدودیت‌های زاویه‌ای

ممکن است هر مفصلی دارای محدودیت‌های معینی در حرکات مفصلی باشد. این محدودیت‌ها می‌توانند محدوده‌ی کاملی از حرکات ممکن را توسط داده‌های آنتروپومتری دینامیکی توصیف کنند. همچنین ممکن است محدودیت‌های آسایش و راحتی در میان جمعیت وجود داشته باشد که برای فعالیت‌های خاصی مثل عملکردهای جمعی یا راندن وسیله نقلیه یا محدودیت‌های ارزیابی فعالیت‌کاری مرتبط با ماشین آلات تعیین می‌شوند.

الف-۴ ویژگی‌های وظیفه‌ای

الف-۴-۱ پوسچر

توصیه می‌شود مانکن قادر به تقلید انواع پوسچر طبیعی انسان باشد. به طور کلی زمانی که حرکت‌های مفاصل، بسیار زیاد و گوناگون است، اگر تغییر جایگاه‌ها با تشخیص بصری باشد، ممکن است مشکلاتی به‌وجود بیاید. بنابراین به طور معمول مجموعه‌ای از پوسچرهای اصلی (استاندارد) (مثل ایستادن، نشستن، خم شدن) مورد نیاز می‌باشد.

در برخی از کاربردها، کنترل تعادل، پیش‌نیاز حفظ پوسچر معین است. به منظور آزمایش تعادل کل بدن در پوسچر ایستایی، داده‌هایی از جرم اعضای بدن و موقعیت مراکز جرمی مورد نیاز می‌باشد. محاسبات را می‌توان به صورت خودکار انجام داد و پوسچر را به گونه‌ای یکپارچه نمود که وضعیت حفظ شده و حرکات مداومی، مانند پیاده روی، شبیه سازی شوند.

توصیه می‌شود رابطه قدرت با پوسچر، تعادل و راحتی شناخته شود. قدرت را نمی‌توان بدون ویژگی‌های پوسچر به درستی ارزیابی نمود. زمانی که بدن در حالت تعادل باشد و راحتی و آسایش به شدت مورد تاثیر قرار نگیرند، ظرفیت قدرت کلی، تنها در پوسچر معینی به وجود می‌آید.

الف-۴-۲ نشان دادن نواحی دسترسی و نواحی کاری پیشنهادی

توانایی دسترسی را می‌توان با توجه به تغییر پوسچر یا با نشان دادن نواحی دسترسی و نواحی حرکات دستی پیشنهادی برای عملکردهایی مثل نمایش محدوده دسترسی بررسی نمود. محدودیت‌های نواحی کاری پیشنهادی به عوامل مختلفی مثل وزن اجسام حمل شده، تناوب حرکات و مدت زمان دوره‌ی فعالیت کاری بستگی دارد.

الف-۴-۳ نشان دادن میدان بینایی

میدان بینایی برای حرکات چشم یا مشاهدات محیطی به علاوه خطوط دیداری راحت را می‌توان با روش‌های گوناگون تجسم کرد. همچنین پیشنهادات یا محدودیت‌های مرتبط با فواصل دید را می‌توان به صورت دیداری نشان داد.

توصیه می‌شود برای کاربردهای خاص، استانداردهای مربوطه در نظر گرفته شوند.

الف-۴-۴ الگوهای حرکت

توصیه می‌شود حرکت‌های اعضاء و تنه‌ی مانکن تا آنجایی که ممکن است به حرکات طبیعی انسان شباهت داشته باشد. به علت تعداد زیاد درجات آزادی می توان برای کنترل حرکات، از الگوهای حرکات یکپارچه از پیش معین، استفاده نمود که این عمل نیازمند داده‌هایی در مورد مسیر مفاصل و اعضای بدن در زمان حرکت و یا پیشرفت بهینه الگوریتم‌ها می‌باشد.

الف-۴-۵ ارزیابی بیومکانیکی

بارگذاری بر قسمت‌های مختلف بدن انسان در پوسچر ایستایی یا در طول حرکت را می‌توان به روش بیومکانیکی محاسبه نمود. چنین محاسباتی بر اساس نیروهای خارجی و جهت آن‌ها و نقاط عمل نیرو همراه با داده‌های مدل‌سازی ساختار هندسی بدن انسان پایه‌ریزی می‌شوند. این ساختارهای هندسی را می‌توان با داده‌های اضافی از جرم‌های اعضاء، مراکز ثقل اعضاء و اهمیت اعضای داخلی بدن ترکیب نمود که تا حدی به صحت و پیچیدگی موجود وابسته است. همچنین ممکن است که گشتاور مورد نیاز در مفاصل معینی برای انجام حرکات شبیه‌سازی شده محاسبه گردد. با مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده با مقادیر حدی، امکان ارزیابی شایستگی ارگونومی پوسچر و حرکات وجود دارد.

الف-۵- ویژگی‌های آنتروپومتری

الف-۵-۱ آنتروپومتری ثابت یا پارامتری

متغیرهای آنتروپومتری مانکن رایانه‌ای را می‌توان به عنوان موارد ثابتی انتخاب کرد که برای نمونه نمایانگر جنسیت‌های مختلف، گروههای سنی مختلف، گروهی از اندازه‌های آماری یا انواع بدن به شمار می‌روند. این

نمونه‌ها نوعی از مانکن‌های دو بعدی به شمار می‌روند. همچنین ممکن است مانکن به‌صورت پارامتری باشد. این نمونه‌ها اجازه‌ی انتخاب گروههای کاربری را داده که در آن هر انتخاب آنتروپومتری به چگونگی مرتب‌سازی اطلاعات و قابل تغییر بودن آن‌ها بستگی دارد.

الف-۵-۲ انتخاب‌های صدک

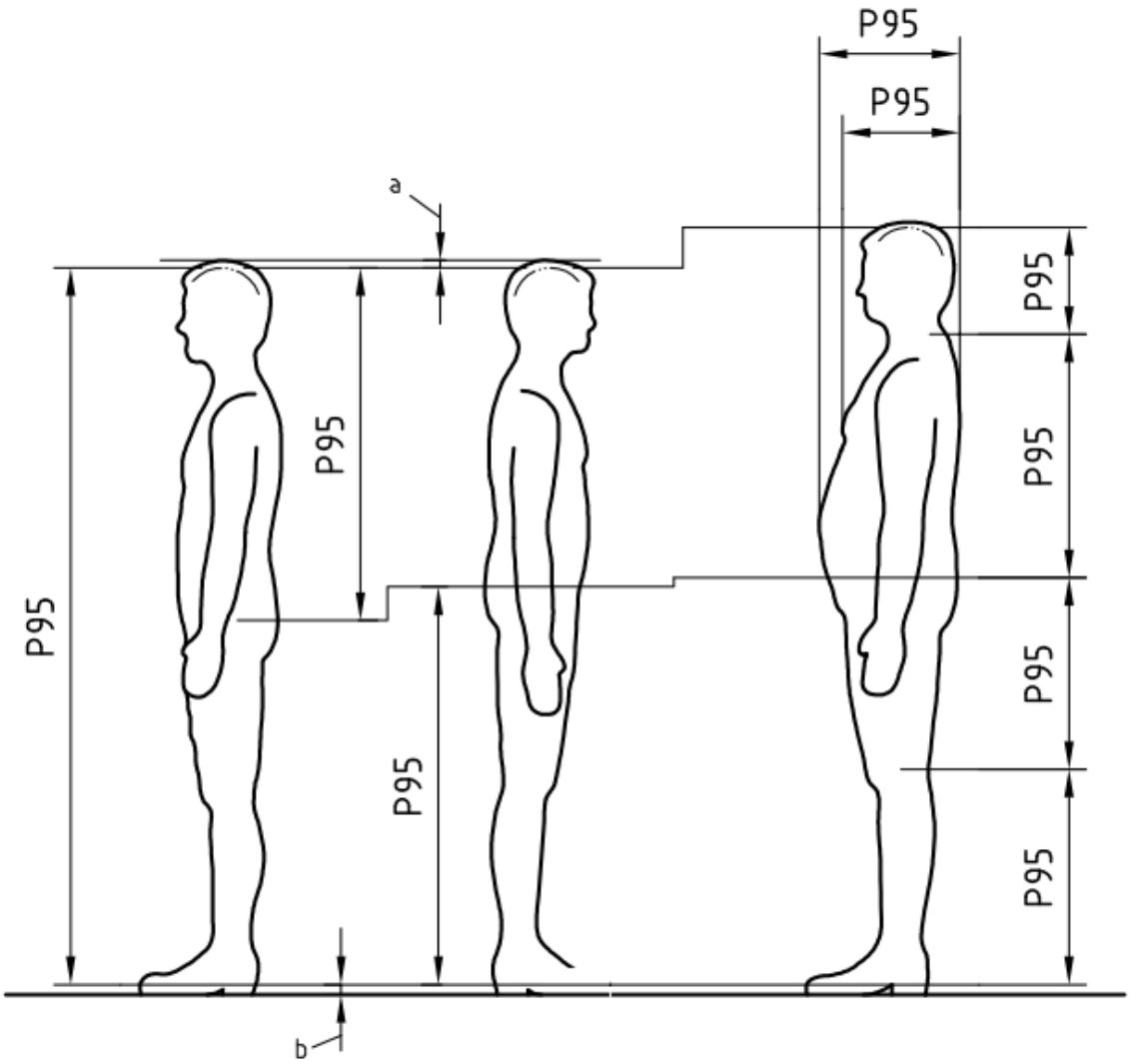
به طور معمول داده‌های آنتروپومتری در دسترس، در جمعیت بزرگسالان از نظر آماری توسط سن و جنسیت مرتب می‌شوند. در بین ترکیبات این گروه‌ها، ابعاد به صورت صدکهایی مانند P95,P50,P5 برای مقاصد کلی طراحی بیان می‌شوند. در برخی از استانداردهای آنتروپومتری برای طراحی ماشین‌آلات، اطلاعات جنسیتی با این صدک‌ها ادغام می‌شوند، همان‌گونه که در استاندارد ISO 15534-3 نشان داده شده است. در این قسمت از استاندارد صدکهای یکم و نودونهم نیز برای ملاحظات ایمنی مورد نیاز می‌باشد. توصیه می‌شود در صورت بیان جنسیت‌ها به صورت جداگانه، داده‌های اساسی که نمایانگر دو جنسیت زن و مرد می‌باشد در دسترس قرار بگیرند. پیشنهاد می‌شود ابعاد مانکن به طور جداگانه به صورت مقادیر صدکی مانند مقادیر مطلق قابل تنظیم باشد. اگرچه ممکن است به دلایل عملی، طراح به تعداد کمی از اندازه‌های از پیش‌معین بدن که نمایانگر اندازه‌ی میانگین نهایی است، نیاز پیدا کند.

به هر حال صدکهای تعیین شده از داده‌های آماری، شامل مسائل ذاتی است که به ویژه مربوط به صدکهای انتهایی می‌باشد. مانکن‌های کوچک و بزرگ را نمی‌توان با کل اعضای بدن که دارای مقدار یکسانی از صدک‌ها می‌باشند ساخت. برای مثال مانکن‌های P95,P5 معمولا برای تطبیق با قد P95,P5 برازش می‌شوند که منجر به انحراف‌های کوچکتری در اندازه‌گیری‌های عمودی مثل بلندی سر، گردن و تنه و اعضای پایین‌تر می‌گردد(به شکل ۱-الف رجوع شود). توصیه می‌شود کاربران، آنتروپومتری مانکن را با ابعاد بحرانی مشخص تنظیم نموده و ابعاد ایجاد شده را با مقادیر صدکهای پنجم یا نودوپنجم مشخص کنند و به ابعاد دیگری که دارای اهمیت کمتر هستند این امکان داده شود که دچار نزول شوند و این ابعاد در مکان‌های ادغامی مانکن قرار بگیرند. عملا می‌توان مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی P95,P5 را که مربوط به عمق و پهنا است، با بلندی P5,P95 ادغام نمود، ولی این عمل منجر به ترکیباتی می‌شود که واقعیت کمتری دارند. (کوچکی و لاغری، بزرگی و سنگینی).

در عمل زمانی که تعیین صحیح مواردی مانند فاصله دو پا یا قد نشیمن مورد نیاز است، حداقل دو نوع مختلف از اندازه‌ی حداکثر بدن لازم به نظر برسد. (P95,P5)

- مانکن P5 دارای قد P5 و طول پای P5 می‌باشد.
- مانکن P5 دارای قد P5 و ارتفاع نشسته P5 می‌باشد.
- مانکن P95 دارای قد P95 و طول پای P95 می‌باشد.
- مانکن P95 دارای قد P95 و ارتفاع نشسته P95 می‌باشد.

به علاوه برخی از موارد بدن مثل لاغری، ساختار متوسط و سنگین برای تعیین حداقل فضا مورد نیاز می‌باشد.



شکل الف- ۱ مشکل مانکن‌هایی با صدک‌های معمول

برای تعیین برخی از ابعاد بحرانی، ممکن است ترکیبات ارائه شده‌ای از **صدک**‌های بسیار دقیق اندازه‌گیری مورد نیاز باشد. یک "نمونه عام" برای طراحی هر ایستگاه کاری مورد نیاز است؛ برای داشتن این نمونه، باید از Table-top استفاده کرد که محتویات این جدول، ترکیبی از حداکثر عمق شکمی و حداقل طول بازو می‌باشد و نشان می‌دهد که کوچکترین فاصله‌های دستیابی کدامند. ترکیب حداقل عمق شکمی و حداکثر طول ساق پا در قسمت پایین‌تر نشان دهنده‌ی عمیق ترین فضای جاگیری پا می‌باشد. (به استاندارد ISO 1473-8 رجوع شود) در کاربردهای خاص لازم است ابعاد هر عضو بدن مانند بلندی، پهنا و عمق، به طور جداگانه تعیین شود.

الف-۵-۳ موارد چند متغیری

در صورت نیاز به محدودیت‌های مختلف آنتروپومتری مانند ارتفاع نشسته، ارتفاع چشم در حالت نشسته، ارتفاع آرنج در حالت نشسته و ارتفاع زانو در موقعیت طراحی، توصیه می‌شود توسعه‌دهنده، روش‌های چند متغیری را مورد بررسی قرار دهد.

الف-۶ دسترسی و صحت داده‌های آنتروپومتری

دسترسی و صحت داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری صحت و اعتبار مانکن رایانه‌ای را به میزان زیادی تعیین می‌کند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری در پوسچر استاندارد شده برای بسیاری از افراد علاقه‌مند در دسترس می‌باشد ولی برای بسیاری از افراد دیگر موجود نمی‌باشد و این داده‌ها به روز نیستند.

داده‌های جمعیتی مورد نیاز برای مدل‌سازی جزئیات سطوح بدن به علاوه برای مدل‌سازی بیومکانیکی، در حال حاضر در دسترس نمی‌باشند. در عمل تنها برای پارامترهای مورد نیاز که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند، این داده‌ها تخمین زده می‌شوند.

الف-۷ سایر عوامل موثر بر صحت

عوامل دیگری که بر صحت ایستایی و دینامیکی مانکن تأثیر می‌گذارند، موارد زیر می‌باشند:

- مدل‌سازی ناهمواری‌های سطح بدن (مثل چند وجهی، بیضی)؛
- معرف ساختارهای درونی (استخوان، ماهیچه، و یا بافت چربی؛)
- و ملاحظات پوشش و تجهیزات خاص ؛

الف-۸ روش یکپارچه[1]، طراحی ماژولار[2] و معماری سیستم باز

ساختار و معماری نرم‌افزار سیستم مانکن تاثیر زیادی بر میزان مناسب بودن سیستم مانکن برای درخدمت بودن کاربر و بهتر کردن این خدمت دهی دارد. این موارد همچنین بر احتمالات کنترل صحت آنتروپومتری کاربردهای خاص و صحت مانکن و به طور کلی عملکردها تاثیر گذار می‌باشد. دو جایگزین اصلی وجود دارد: روش یکپارچه یا روش ماژولار. روش یکپارچه (عملاً برای کاربردهای قبلی) چارچوبی را فراهم می‌کند که عملکرها و اطلاعات با هم در ارتباط داخلی می‌باشند و کسی نمی‌تواند بدون تأثیرگذاری بر فعالیت‌های درونی دیگر چارچوب‌ها، این عملکردها را تغییر دهد یا اصلاح کند. این موضوع اشکالاتی به‌وجود می‌آورد که این اشکالات در ویژگیها و عملکردهای مانکن و سیستم مانکن و در پیرو آن، در خطوط اطلاعاتی بیومکانیکی و آنتروپومتری نمود پیدا می کند. روش ماژولار چارچوبی را برای تجزیه، تحلیل و توصیف مانکن و عناصر قابل مدیریتی پیشنهاد می‌دهد که می‌تواند توسط متخصصان در حوزه‌های تکنیکی خاص کنترل و به کار گرفته شود.

1- integrated
2- modular

سیستم ماژولار مانکن از اجسام نرم‌افزاری مستقل و مستعد تشکیل شده است که در ترکیب، توانایی شبیه‌سازی فعالیت‌های انسانی را در طراحی و ارزیابی فضای کاری و تجهیز، به‌وجود می‌آورد. نمونه‌هایی از ماژولهای عملکردی عبارتند از: اجزاء ساختاری مانکن، اجزاء به‌صورت انفرادی (مثل دستها، پاها و گردن)، ساخت مانکن، موقعیت یا اندام مانکن، کنترل حرکت یا جایگذاری، موقعیت دیداری، توانایی، تعادل، پوشش و تجهیزات خصوصی. طراحی نرم‌افزار بصورت ماژولار، اجازه پیشرفت مستقلانه را داده و باعث پایداری عملکردهای مانکن شده و توانایی انتخاب افزایش اجزاء سیستم مانکن را برای موارد کاربردی ای فراهم می کند که به اطلاعات کاملاً صحیح و شخصی مثل طرح کلاه خود و پیشرفت عضو مصنوعی احتیاج دارد.

یک معماری سیستم باز بوسیله استانداردیزه شدن و تعریف رابطهای عامه پسند مشخص می گردد. این روش، واحدهایی را کاربردهای ویژه ای فراهم می کند که این واحدها قابل معاوضه با هم نیستند و به هیچ فراهم کننده خاصی برای پیشرفت، ادغام، تست، حفظ و نگهداری و پشتیبانی وابسته نمی‌باشد. یک معماری سیستم باز، امکان ارتقاء پشتیبانی‌های تخصصی را به نحو گسترده ای فراهم می آورد. این پیشرفت و پشتیبانی از اطلاعات تخصصی شده و الگوریتم کاربردی می‌تواند مشکل به نظر برسد و گاهی اوقات برای فراهم آورندگان سیستم‌های بانکی به علت دلایل اقتصادی غیر ممکن می‌باشد.

پیشنهاد می‌شود که کاربرد این قسمت از استاندارد ملی ۱۵۵۳۶ بوسیله آزمون‌های عملی و با کاراکتر انسانی تحقیق و اثبات شود.

کتابنامه

[1] ISO 12100-2, Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2:Technical principles
[2] ISO 14738, Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
[3] ISO 15537, Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs
[4] ISO 15534-3, Ergonomic design for the safety of machinery — Part 3: Anthropometric data