



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۲۷۸۹-۲

چاپ اول

۱۳۹۴

**INSO**

**12789-2**

**1st. Edition**

**2015**

ارگونومی – آدمک‌های رایانه‌ای و  
الگوهای بدن  
قسمت ۲: صحت‌گذاری عملکردها و تایید  
ابعاد سامانه‌های آدمک رایانه‌ای

**Ergonomics – Computer manikins and  
body templates -  
Part 2: Verification of functions and  
validation of dimensions for computer  
manikin systems**

**ICS:13.180**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست-محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و 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 – آدمک‌های رایانه‌ای و الگوهای بدن – قسمت ۲: صحنه‌گذاری عملکردها و تصدیق  
ابعاد سامانه‌های آدمک رایانه‌ای»

<b>رئیس:</b> طباطبایی قمشه، فرهاد (دکترای مهندسی پزشکی)	<b>سمت و / یا نمایندگی</b> دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی - هیئت علمی
<b>دبیر:</b> توکلی گلپایگانی، علی (دکترای مهندسی پزشکی)	پژوهشگاه استاندارد هیئت علمی
<b>اعضاء:</b> (اسامی به ترتیب حروف الفبا) اسکوئی زاده ، رضا (کارشناس ارشد ارگونومی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی - مدرس گروه ارگونومی
بینافر، هما (کارشناس مهندسی پزشکی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی مسئول تدوین استاندارد مرکز رشد فناوری
پرنده، فرشته آزادی (دکترای کامپیوتر – نرم افزار)	دانشگاه علامه طباطبائی هیئت علمی
رضائی، علی (دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی پزشکی)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
علی محمدی، منیر (کارشناس ارشد مدیریت)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی مدیر داخلی مرکز رشد
حاجی شفیعه‌ها، محمدرضا (کارشناس مهندسی پزشکی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
حسینی، کامران (دکترای مهندسی پزشکی)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران – هیئت علمی

مدیر عامل شرکت کارپانیکا

خلجی، احد  
(کارشناسی ارشد ارگونومی)

سازمان بهزیستی کشور

کربلایی اسماعیل، حمیدرضا  
(کارشناس ارشد کاردرمانی)

پژوهشگاه استاندارد  
کارشناس مسئول

فرجی، رحیم  
کارشناس ارشد شیمی

دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی  
هیئت علمی

مختاری نیا، حمیدرضا  
(دکترای فیزیوتراپی)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر  
هیئت علمی

نخعی، کوروش  
(دکترای مهندسی پزشکی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	هدف و دامنه کاربرد ۱
۱	مراجع الزامی ۲
۲	اصطلاحات و تعاریف ۳
۳	شرایط لازم برای صحه‌گذاری آدمک رایانه‌ای ۴
۳	کلیات ۱-۴
۳	فهرست بندی عملکردها ۲-۴
۳	تشریح عملکردها ۳-۴
۳	صحه‌گذاری عملکردها- مثال‌های ارائه شده توسط مراکز ایجاد و توسعه ۴-۴
۳	صحه‌گذاری عملکردها- توانمندسازی سامانه کاربران آدمک جهت ثبت و گزارش کارایی ۵-۴
۴	الزامات مستندسازی منبع داده ۵
۴	فهرست بندی شاخص‌ها ۱-۵
۴	شرح شاخص ۲-۵
۴	روش نمونه‌گیری ۳-۵
۴	نمونه مربوط به جمعیت شناختی ۴-۵
۴	الزامات تایید آدمک رایانه‌ای ۶
۴	نیازهای عمومی ۱-۶
۶	عملیات استاتیکی ۲-۶
۷	گزارش نمودن نتایج آزمون ۳-۶
۸	پیوست الف (اطلاعاتی) فهرست واژه‌ها و تعاریف مربوط به حرکات یک مفصل برای مدل‌سازی انسانها

۱۹

۲۰

پیوست ب (اطلاعاتی) توافق نامه آزمون استاتیکی  
کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «ارگونومی – آدمک‌های رایانه‌ای و الگوهای بدن – قسمت ۲: صحنه‌گذاری عملکردها و تایید ابعاد سامانه‌های آدمک» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هفدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۰۶/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 15536-2:2007: Ergonomics – Computer manikins and body templates -  
Part 2: Verification of functions and validation of dimensions for computer manikin systems

## مقدمه

طراحان در بکارگیری آدمک‌های رایانه‌ای به شکل مطمئن و نیز برای اعتماد به فرآیند طراحی وسایل، نیازمند آگاهی از درستی و قابلیت اطمینان یا پایایی این وسایل هستند. درستی مورد نیاز به اهداف استفاده آنها بستگی دارد. برخی طراحان نیازمند درستی با درجات بالا هستند (مانند تحلیل‌های کمی دقیق) در حالی که برخی دیگر نیازمند درستی کمتری هستند (مانند شبیه‌سازی‌های آموزشی). یک روش بررسی پایه‌ای درجه درستی در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۷۸۹ ارائه شده است. این روش بر اساس مقایسه بین داده‌های آنترپومتری بکار رفته در تولید آدمک و اندازه‌گیری‌های مربوط به خود آدمک بنا شده است. این داده‌ها و اندازه‌گیری‌ها تنها در استانداردهای برای اندازه‌گیری طرز قرار گرفتن بدن در حالت ایستاده یا نشسته کاربرد دارند (استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱).

اگرچه، آدمک‌های رایانه‌ای برای شبیه‌سازی دامنه وسیعی از وضعیت‌ها و حرکات انسانی در حین فرآیند طراحی وسایل به کار می‌روند ولی برای وضعیت‌های استاندارد، ضروری است تا طراحان از سطح درستی داده‌های آنترپومتری در این وضعیت‌ها مطلع باشند.

علاوه بر این مشکلات هنگامی بوجود می‌آید که هدف ارزیابی درستی، تکرارپذیری و نیز کاربردهای مرتبط آدمک‌های رایانه‌ای باشد. چراکه پارامترهای بیومکانیکی و آنترپومتری متعددی در فرآیند ساخت آدمک‌ها استفاده می‌شود. برای اینکه تمامی اندازه‌ها، شکل‌ها و وضعیت‌های کاری ممکن که افراد می‌توانند نشان دهند به طور دقیق قابل اندازه‌گیری باشد آزمون‌های تخصصی زیادی مورد نیاز است. این مسأله هنگامی که داده‌ها و الگوریتم‌های مربوط به آدمک تغییر کند پیچیده‌تر شده و نیازمند آزمون‌های بیشتری جهت ارزیابی درستی ابعادی است.

با توجه به اینکه آزمایش کردن تک تک آدمک‌ها در تمامی شرایط ممکن برای یک سازمان توجیه اقتصادی ندارد لذا مراکز ایجاد و توسعه و کاربران نیازمند تقسیم مسئولیت پاسخگویی جهت ارزیابی درستی آدمک‌های کامپیوتری هستند.

ممکن است مراکز ایجاد و توسعه درستی سامانه آدمک را برای بیشتر وضعیت‌های معمول مورد آزمایش قرار دهند، اما آزمایش درستی و تکرارپذیری سامانه‌های آدمک از طرف کاربران برای کاربردهای خاص خودشان نیز ضروری می‌باشد. بنابراین کاربران نیازمند اندازه‌گیری درستی آدمک برای کاربردهای مخصوص خود بوده و مراکز ایجاد و توسعه لازم است آدمک‌های رایانه‌ای و فرآیندهای ساده برای اندازه‌گیری و ارزیابی درستی آدمک‌ها را فراهم کنند.



ارگونومی - آدمک‌های رایانه‌ای و الگوهای بدن - قسمت ۲: صحنه‌گذاری عملکردها و تایید ابعاد سامانه‌های آدمک رایانه‌ای

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، بیان الزامات برای صحنه‌گذاری عملکردها و تایید ابعاد آدمک‌های رایانه‌ای است. این الزامات دربرگیرنده مستندات مربوط به داده‌هایی است که برای ساخت آدمک‌های رایانه‌ای به کار می‌رود و نیز دربرگیرنده روش‌های اعمال شده برای صحنه‌گذاری و تایید عملکردها در ارتباط با درستی ابعادی آنها است.

این استاندارد، قابل‌تعمیم به داده‌های بیومکانیکی و آنتروپومتری و نیز در برگیرنده توابع نرم‌افزاری است که جهت ساخت آدمک‌های رایانه‌ای کاربرد دارند. اگرچه این استاندارد در ابتدا به داده‌های آنتروپومتری و روش‌ها رجوع می‌کند، اما برخی پارامترهای بیومکانیکی مورد نیاز هستند تا در ساخت و کاربرد آدمک‌های رایانه‌ای به کار روند و لذا این پارامترها باید لحاظ شوند.

این استاندارد، یک چارچوب کاری را برای گزارش نمودن صحت آدمک و داده‌های منابع انسانی را مهیا می‌سازد. هدف استاندارد، توانمند ساختن کاربران حتی غیرمتخصص سامانه‌های آدمک برای اندازه‌گیری مستقل هر عملکرد در شرایط آزمون با استفاده از نرم‌افزارهای خودکار که توسط مراکز ایجاد و توسعه تهیه شده، می‌باشد.

هدف این استاندارد، صرفاً این موضوع نیست که مراکز ایجاد و توسعه ملزم شوند تا تنها روشی خاص برای تأیید و تصدیق سامانه‌های آدمک خود انجام دهند و روش‌های دیگر نیز می‌توانند به کار روند.

## 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 باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۰۴۱، اصول اندازه‌گیری ابعاد بدن انسان برای طراحی فنی - قسمت ۱: تعاریف و شاخص‌های اندازه‌گیری بدن

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۴۹۳، الزامات کلی برای ایجاد پایگاه داده‌های آنتروپومتری

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۷۸۹، ارگونومی - مانکن‌های رایانه‌ای و الگوهای بدنی - قسمت ۱: الزامات کلی

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۷۸۹ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می روند:

#### **Manikin accuracy**

#### **۳-۱ درستی آدمک**

درستی آدمک مربوط به درجه دقتی می شود که یک آدمک کامپیوتری قادر است تا بر اساس اندازه، شکل، طرز قرار گرفتن، زوایا، مسیرهای حرکت و سایر خواص هندسی از روی شخص حقیقی که این اندازه گیری ها از روی وی انجام شده است، باز تولید کند.

#### **Developer**

#### **۳-۲ مراکز ایجاد و توسعه**

شرکت، موسسه و یا شخصی است که سامانه های رایانه ای آدمک را تولید می کند و توسعه می دهد.

#### **Field-Testing conditions**

#### **۳-۳ شرایط میدانی آزمون**

شرایطی که در آن کاربر سامانه آدمک، در شرایط طبیعی کار می کند و به طور نمونه شامل یک ایستگاه رایانه ای در یک محیط دفتری است. با این فرض که ابزار آزمایشگاهی بسیار تخصصی بیومکانیکی و آنتروپومتری و افراد پشتیبان در دسترس نیستند.

#### **Manikin function**

#### **۳-۴ عملکرد آدمک**

توانایی سامانه نرم افزاری آدمک رایانه ای برای شبیه سازی برخی ویژگی ها، فعالیت ها و یا شرایط بدن انسان است.

#### **Measurement landmarks**

#### **۳-۵ نشانگرهای اندازه گیری**

نقاطی که بر روی سطح بدن انسان یا آدمک رایانه ای در موقعیت های مشخصی قرار گرفته اند و برای اندازه گیری فاصله یا جابجایی از آنها استفاده می شود.

#### **Repeatability**

#### **۳-۶ تکرارپذیری**

میزان نزدیکی مقادیر اندازه گیری شده مربوط به ابعاد یک فرد در اندازه گیری های متعدد (بیش از یک مرتبه).

یادآوری یک اندازه گیری تکرارپذیر کامل دارای انحراف معیار صفر است.

#### **Manikin verification**

#### **۳-۷ صحت گذاری آدمک**

تایید فعالیت و عملکردهای کاری آدمک رایانه ای منطبق بر توصیف آن

## Manikin validation

### ۳-۸ تایید آدمک

اندازه گیری درستی آدمک رایانه‌ای  
یادآوری برای تعریف درستی آدمک به بند (۳-۱) مراجعه شود.

## Digital user documentation

### ۳-۹ مستندات دیجیتالی کاربر

محتوای مرجع الکترونیکی که به همراه سامانه آدمک رایانه‌ای ارائه می‌شود و هنگام کار با نرم‌افزار قابل دسترس باشد.

### ۴- الزامات بازبینی آدمک رایانه‌ای

#### ۴-۱ کلیات

الزامات بیان شده در بندهای ۴-۲ تا ۴-۵ برای توانا ساختن کاربران غیرمتخصص سامانه آدمک است تا به طور مستقل بتوانند درستی اندازه‌های آدمک و عملکردهای آن را در شرایط میدانی آزمون با استفاده از ابزار نرم‌افزاری خودکار تهیه شده توسط مراکز ایجاد و توسعه آدمک، اندازه‌گیری نمایند.

#### ۴-۲ فهرست‌بندی عملکردها

هر عملکرد از آدمک رایانه‌ای که به عنوان یک عملکرد توسط مراکز توسعه و تحقیق مشخص و ارائه شده است (به عنوان مثال تحلیل تداخلات یا دسترسی‌ها) باید در یک جدول با عنوان فهرست عملکردها آورده شود. این فهرست باید از مستندات دیجیتالی کاربر قابل دسترس باشد.

#### ۴-۳ توصیف عملکردها

شرحی از هر عملکرد آدمک رایانه‌ای، مندرج در جدول فهرست عملکردها، باید در مستندات دیجیتالی کاربر آورده شود. این شرح باید شامل هدف تعیین نهایی عملکرد و شرایط مرزی برای استفاده مناسب باشد.

#### ۴-۴ صحت‌گذاری عملکردها - مثال‌های ارائه شده توسط گسترش مراکز ایجاد و توسعه

هر عملکرد آدمک رایانه‌ای مندرج در جدول فهرست عملکردها باید در مستندات دیجیتالی کاربر با حداقل یک مثال توضیحی و شبیه‌سازی کاربرد آن عملکرد آورده شود. این مثال باید به کاربران اجازه دهد تا مقادیر انتخابی را وارد کرده و عملکرد مربوطه را در خروجی مشاهده کنند.

#### ۴-۵ صحت‌گذاری عملکردها - توانمندسازی کاربر سامانه آدمک برای ثبت / گزارش کارایی سامانه

کاربر سامانه باید مجهز به وسیله‌ای برای ثبت و گزارش الکترونیکی از کارایی هر عملکرد مطابق با بند ۴-۳ در یک قالب دیجیتال استاندارد باشد. این قالب دیجیتالی استاندارد باید مناسب برای خروجی قابل چاپ توسط وسایل چاپگر استاندارد باشد. همچنین یک وسیله جهت تهیه گزارش به صورت خودکار پس از آزمون هر عملکرد فراهم شود. گزارش باید شامل مقادیر ورودی توسط کاربر و کارایی عملکرد خروجی باشد.

## ۵- الزامات مستندسازی داده‌های مرجع

### ۵-۱ فهرست بندی پارامترها

نام پارامتر و واحد اندازه‌گیری مربوط به هر عملکرد آدمک رایانه‌ای که برای اندازه‌گیری خصوصیات انسان به کار می‌رود باید مشخص گردد. هر پارامتر باید براساس نام آن در یک جدول با عنوان «فهرست پارامترهای داده انسانی» فهرست شود و از قسمت مستندات دیجیتالی کاربر قابل دسترس باشد.

### ۵-۲ توصیف پارامتر

هر پارامتر داده مندرج در جدول «فهرست پارامترهای داده انسانی» باید در مستندات کاربر با شرح کاملی از خصوصیات آماری و روش اندازه‌گیری مربوطه آورده شود. هر جا که مقتضی باشد، فهرست اسامی، نقاط راهنما و روش‌های اندازه‌گیری مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱ باید بکار گرفته شوند. توصیف آماری هر پارامتر موجود در دسته داده انسانی باید شامل منبع، حجم نمونه، مقادیر حداقل و حداکثر، میانگین، مد یا نما، انحراف معیار استاندارد و مقادیر صدک یکم، پنجم، پنجاهم، نودوپنجم و نودونهم باشد. اگر اطلاعات موجود نبود، باید این موضوع به طور واضح بیان گردد. اگر پارامتر داده از یک مجموعه داده قابل دسترس عمومی باشد، باید به منبع انتشار ارجاع داده شود.

### ۵-۳ روش نمونه برداری

برای هر پارامتر داده مندرج در فهرست جدول «فهرست پارامترهای داده انسانی»، روش‌های بکارگرفته شده برای نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری باید از تک تک اشخاص مربوط به جمعیت مورد نظر بیان شود. اگر اطلاعات مورد نظر موجود نباشد، این مطلب باید به طور واضح بیان گردد.

### ۵-۴ جمعیت شناسی نمونه

برای هر پارامتر داده که در جدول «فهرست پارامترهای داده انسانی» قرار دارد باید جنس و سن تک تک اشخاص مورد اندازه‌گیری مطابق با استاندارد ملی شماره ۱-۱۲۷۸۹ مشخص شود، اگر اطلاعات مورد نظر موجود نباشد، این مطلب باید به طور واضح بیان گردد. اگر دیگر اطلاعات جمعیتی از جمله گروه جمعیتی، شغل و یا سایر متغیرهای جمعیت شناختی برای تعیین مدل مورد استفاده قرار گیرند، این پارامترها نیز باید فهرست گردند.

## ۶- الزامات تایید آدمک رایانه‌ای

### ۶-۱ الزامات کلی

ابزار نرم‌افزاری خودکار باید برای پشتیبانی اندازه‌گیری و گزارش دهی درستی سامانه آدمک و نیز تکرارپذیری توسط کاربران تحت شرایط میدانی آزمون، فراهم شود.

به منظور تطابق یک عملکرد ویژه آدمک یا مشخصات آن با این قسمت از استاندارد ملی شماره ۱-۱۲۷۸۹، مراکز ایجاد و توسعه باید روش‌هایی را برای اندازه‌گیری آدمک و مستندسازی داده‌ها را مطابق با الزامات این استاندارد فراهم آورند. این تطابق تضمین‌کننده درستی برای هر آدمک خاصی نیست و فقط نشان می‌دهد که کاربر می‌تواند درستی آدمک را آزمون کند.

این استاندارد تعیین‌کننده این مطلب نیست که چه اندازه‌گیری و یا چه شرایط اندازه‌گیری برای تایید ترجیح داده می‌شود، چرا که بواسطه تنوع زیاد آدمک‌ها، اندازه‌ها، شکل‌ها، وضعیت‌ها و شرایط، تعداد زیادی آزمون مورد نیاز است تا دربرگیرنده تمام نیازهای کاربران و کاربردهای متنوع آنها باشد.

#### ۶-۱-۱ نقاط نشانگر اندازه‌گیری

نقاط نشانگر و صفحات مرجع به منظور اندازه‌گیری اندازه‌های بدن انسان باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱ (بند ۴) در نظر گرفته شود. این نشانه‌ها باید بر روی هر آدمک رایانه‌ای یا صفحات مسطح مقتضی قرار گرفته و این علائم و صفحات باید به شکلی باشند که قابلیت رویت و یا عدم رویت به صورت دکمه روشن/خاموش برای آنها امکان پذیر باشد.

#### ۶-۱-۲ افزودن نقاط نشانگر اندازه‌گیری جدید

وسيله‌ای برای اضافه نمودن نقاط نشانگر اندازه‌گیری جدید باید بر روی اجزاء ساختاری آدمک به منظور اندازه‌گیری‌های آدمک بطور خودکار در نظر گرفته شود. هر نقطه نشانگر که توسط کاربر ایجاد شده است باید خصوصیات عملکردی مشابه با نقاط نشانگر مشخص شده در بند ۶-۱-۱ را داشته باشد.

#### ۶-۱-۳ فهرست بندی نقاط راهنما

هر نقطه نشانگر اندازه‌گیری از پیش تعیین شده و یا اضافه شده به سامانه آدمک باید در یک جدول با عنوان «فهرست نشانه‌های اندازه‌گیری» درج شود و از طریق مستندات دیجیتالی کاربر باید قابل دسترس باشد.

#### ۶-۱-۴ گزارش اندازه‌گیری

کلیه پارامترهای آدمک رایانه‌ای که در جدول «فهرست پارامترهای داده انسانی» آورده شده‌اند، باید وسیله‌ای برای اندازه‌گیری و گزارش خودکار درستی آنها در نظر گرفته شده باشد. اگر وسیله‌ای برای اندازه‌گیری خودکار مقادیر ابعادی در نظر گرفته نشده است، این مطلب باید به طور واضح بیان شود.

#### ۶-۱-۵ درستی آدمک

باید وسیله‌ای در اختیار کاربر قرار گیرد تا بتواند درستی هر پارامتر را محاسبه کند. درستی آدمک به صورت تفاوت بین مقادیر ورودی و خروجی یک اندازه مشخص آدمک برحسب اختلاف و درصد خطا می‌باشد. مقادیر ورودی در واقع فواصل اندازه‌گیری شده بین نقاط نشانگر قرار گرفته بر روی شخص واقعی هستند، در

حالیکه مقادیر خروجی فواصل بین نقاط نشانگر متناظر بر روی آدمک ساخته شده به عنوان نمایشگر شخصی که اندازه‌های آن به عنوان ورودی استفاده شده است، می‌باشند. (به بند ۶-۱-۱ مراجعه شود) مقادیر ورودی بایستی متوسط حداقل سه مقدار اندازه‌گیری شده باشد. خطاهای اختلاف ( $e_{dif}$ ) به صورت تفاوت بین مقادیر ورودی و خروجی بیان می‌شود:

$$e_{dif} = V_{out} - V_{in}$$

که در آن:

$V_{out}$  مقدار خروجی

$V_{in}$  مقدار ورودی

درصد خطا ( $e_p$ ) به صورت درصدی از مقدار ورودی برابر استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۷۸۹-۱ بند ۴-۶ بیان می‌شود:

$$e_p = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{in}} \times 100$$

#### ۶-۱-۶ تکرار پذیری

کاربر باید به وسیله‌ای برای محاسبه تکرارپذیری هر پارامتر مجهز شود. روش استاندارد پیشنهادی برای محاسبه تکرارپذیری، محاسبه انحراف معیار استاندارد مقادیر خروجی یک عملکرد است هنگامی که محاسبات با یک حجم نمونه کوچک مانند ۱۰ نمونه بطور تکراری انجام پذیرد. به عنوان مثال اندازه‌گیری یک پارامتر از یک شخص واحد ده مرتبه به ورودی عملکرد اعمال و تغییرات نتایج خروجی مشاهده می‌شود.

#### ۶-۱-۷ پشتیبانی شرایط اندازه‌گیری میدانی آزمون

پیوست های الف و ب برای کمک به کاربر در اندازه‌گیری‌های مستقل از درستی آدمک و تکرارپذیری تحت شرایط میدانی آزمون در ارتباط با طراحی تجهیزات با کاربرد خاص در نظر گرفته شده است.

#### ۶-۲ عملکردهای ایستایی

یک رهیافت کلی برای تصدیق آزمون‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های ابعادی و زاویه‌ای عملکردهای ایستایی در پیوست ب پیشنهاد شده است.

#### ۶-۲-۱ آزمون ایستایی ابعاد آدمک

قابلیت‌های بیان شده در ۶-۲-۱ تا ۶-۲-۴ باید نیاز کاربر برای تایید خصوصیات کاربردی خاص آدمک در میدان آزمون را پشتیبانی کنند.

#### ۶-۲-۱-۱ اندازه‌گیری‌های خطی

وسيله‌ای باید برای اندازه‌گیری‌های فواصل عمودی و افقی و نیز اندازه‌گیری کوتاهترین فاصله بین هر کدام از نقاط راهنما شرح داده شده در ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ را فراهم آورد.

#### ۶-۲-۱-۲ اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای

باید برای کاربر وسیله‌ای مهیا گردد تا بتواند اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای در دامنه حرکتی هر مفصل از آدامک را اندازه‌گیری کند. زوایای جمع شدن، باز شدن و پیچش هر عضو باید نسبت به محور عضو مجاور اندازه‌گیری شود. یک چارچوب پیشنهادی برای بیان ویژگی‌های زاویه‌ای بخش‌های بدن و حرکات مفصل در پیوست الف آورده شده است.

#### ۶-۲-۱-۳ توابع دسترسی

برای آدامک‌هایی که دارای کاربری از نوع دسترسی هستند باید نوع دسترسی (مثلاً حداکثر آن) بیان گردد و وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری هر یک از محدودیت‌های مربوط به عملکرد دسترسی و مقایسه عملکرد دسترسی آدامک با داده‌های ورودی از افراد با عملکرد دسترسی مشابه تحت شرایط یکسان تهیه شود. در تصدیق اعمال وابسته به وضعیت قرار گرفتن و وابسته به دست‌یابی مانند دسترسی، این مطلب به خصوص مهم است که ابعاد آدامک و شخص با یکدیگر هم‌خوانی داشته باشد.

#### ۶-۲-۱-۴ مقایسه خودکار

باید وسیله‌ای خودکار برای مقایسه هر پارامتر بیومکانیکی و آنتروپومتریکی اندازه‌گیری شده از تک تک اشخاص با نمایش رایانه‌ای آدامک مربوطه مطابق بندهای ۶-۲-۱-۲ و ۶-۲-۱-۳ مهیا شود.

#### ۶-۲-۲ لباس یا وسایل محافظ شخصی متصل به فرد

آدامک‌های رایانه‌ای که قادر هستند تا لباس یا تجهیزات محافظ شخصی مانند کلاه، وسایل تنفسی یا لوازم ارتباطی را مدل کنند، بایستی به وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری درستی ابعادی این سامانه‌های آدامک موضوعی مجهز گردند.

#### ۶-۳ گزارش نتایج آزمون

تمام اندازه‌گیری‌های خودکار باید به صورت خروجی در یک فایل الکترونیکی در قالب استاندارد در دسترس باشد. گزارش باید هر پارامتر اندازه‌گیری شده را فهرست کند و شامل درصد خطای محاسبه شده، خطای اختلاف و تکرارپذیری باشد.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### علائم اختصاری و تعاریف پیشنهادی مربوط به حرکات مفصل برای مدل‌های انسانی

##### الف-۱ مقدمه

برای آنکه ورود و خروج داده‌ها به صورت روان و قابل اعتماد بین سامانه‌های آدمک رایانه‌ای صورت پذیرد و برای ایجاد یک ارتباط بین مشاهده حرکات افراد آزمون و حرکت های آدمک، لازم است که دستگاه مختصات مشابه و نیز تعاریف مشابه از حرکات انسانی به کار رود. این مفاهیم باید به صورت سازگاری تعریف گردند. علائم اختصاری و تعاریف داده شده در الف-۲ تا الف-۶ برای ساخت آدمک و نیز برای اندازه‌گیری داده‌های انسان واقعی طی مدل‌سازی پیشنهاد می‌شوند. یک واژه برای توصیف حرکات استفاده شده و واژگان دیگر جایگزین در پرانتز آورده شده‌اند.

##### الف-۲ صفحات پایه و اصلی

صفحات پایه در شکل (الف-۱) نمایش داده شده‌اند.

A صفحات افقی (صفحات عرضی): صفحات سطح مقطع بدن

B صفحه ساژیتال میانی<sup>۱</sup>: صفحه عمودی در جهت خلفی - قدامی که یک فرد را با فرض قرار گرفتن در حالت طبیعی به قسمت راست و چپ تقسیم می‌کند.

C صفحات فرونتال یا پیشانی<sup>۲</sup>: صفحات عمودی بدن که هم نسبت به صفحات افقی و هم صفحات میانی متعام هستند.

D صفحات ساژیتال<sup>۳</sup>: صفحات موازی با صفحه ساژیتال میانی هستند.

##### الف-۳ محورهای پایه

محورهای پایه در شکل (الف-۱) نمایش داده شده‌اند:

محور افقی صفحه ساژیتال (محور خلفی - قدامی) (X) از عقب تا جلو بدن امتداد دارد (از سمت خلفی به قدامی)

محور افقی صفحه فرونتال یا پیشانی (محور عرضی، محور جانبی) (Y) که به طور جانبی و وجهی از راست به چپ بدن امتداد دارد.

محور عمودی (محور بالایی/ پایینی) (Z) که از پایین به بالای بدن در حالت ایستاده امتداد دارد (از قدامی به خلفی)

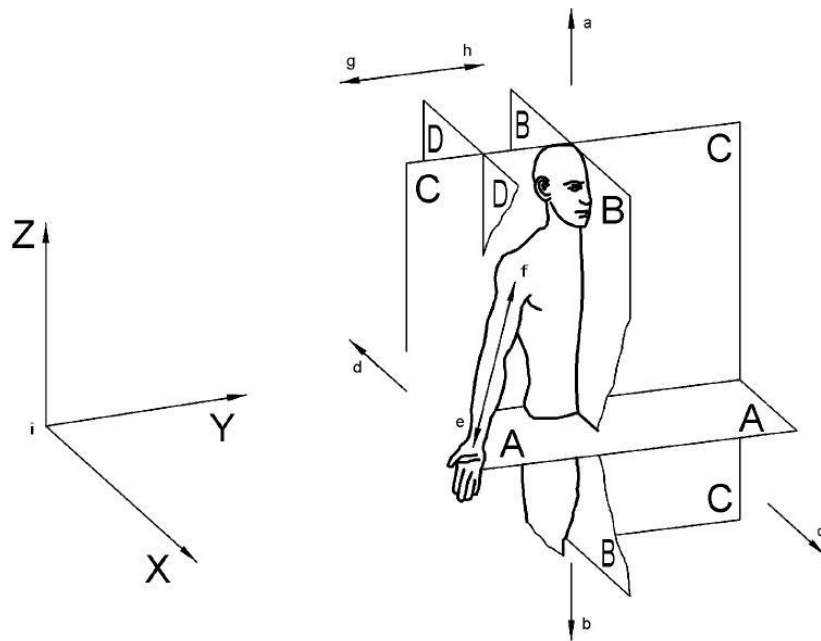
عبارت نزدیک به مبدأ<sup>۴</sup> به قسمت‌هایی اطلاق می‌شود که به مرکز جرم بدن نزدیک‌تر هستند و عبارت دور<sup>۱</sup> دور<sup>۱</sup> به قسمت‌های دور از مرکز جرم بدن گفته می‌شود.

---

1 Mid-Sagittal  
2 Frontal Planes  
3 Sagittal planes  
4 Proximal



برای تعاریف عبارات قدامی<sup>۲</sup> وابسته به پیشانی<sup>۳</sup>، قدامی<sup>۴</sup>، خلفی<sup>۵</sup>، پائینی<sup>۶</sup>، بالایی<sup>۷</sup>، دور<sup>۸</sup>، نزدیک<sup>۹</sup>، جانبی<sup>۱۰</sup> و میانی<sup>۱۱</sup> به استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱ مراجعه شود.



راهنما

a بالا	A صفحه عرضی
b پایین	B صفحه عمودی در جهت قدامی-خلفی
c قدامی	C صفحه پیشانی
d خلفی	D صفحه موازی با B
e دور	X محور افقی صفحه ساجیتال (محور قدامی-خلفی)
f نزدیک به مبدا	Y محور افقی صفحه پیشانی (محور افقی، محور جانبی)
g جانبی	Z محور عمودی (محور بالا-پایین)
h میانی	

i دستگاه مختصات، در هر راستا با بردارهایی در جهت مثبت نشان داده شده است

شکل الف-۱ صفحات پایه و محورهای پایه‌ای بدن

الف-۴ دستگاه مختصات

- 1 Distal
- 2 sagittal
- 3 Frontal
- 4 Anterior
- 5 Posterior
- 6 Inferior
- 7 superior
- 8 Distal
- 9 Proximal
- 10 Lateral
- 11 Medial

سامانه‌های مختلف CAD ملزم به استفاده از سامانه‌های مختصات متفاوت هستند. لذا این مطلب مهم است که مرکز ایجاد و توسعه سامانه مانکن رایانه‌ای سامانه مختصاتی را که در ساخت مانکن به کار رفته است، مشخص کند.

#### الف-۵ وضعیت پایه

وضعیت پایه عبارت است از موقعیت ایستاده به صورتی که کف دست‌ها به طرف جلو و سر در حالت بالا قرار دارد یعنی صفحه فرانکفورت (به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۰۴۱ و اشکال الف-۲ و الف-۳ مراجعه شود). این وضعیت، به عنوان وضعیت شروع برای بیان حرکات مفصل تعریف شده است و مقادیر زوایا در این وضعیت برابر صفر تعریف می‌شوند به غیر از حرکات چرخش خارجی و داخلی دست (به الف-۴-۶ مراجعه شود). وضعیت پایه به شکل توصیف شده فقط برای تعریف حرکات و زوایه‌ها کاربرد داشته و برای تعریف وضعیت ظاهری آدمک به کار نمی‌رود. واحد اندازه‌گیری زاویه باید برحسب درجه باشد.

#### الف-۶ تعاریف مربوط به زوایا و حرکت مفاصل

##### الف-۶-۱ خم/کش و باز شدن<sup>۱</sup>

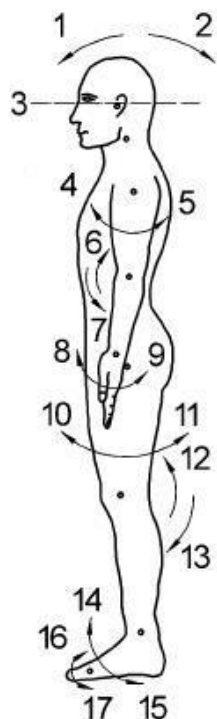
در حالت وضعیت پایه (به شکل الف-۱ مراجعه شود) خم/باز شدن به صورت حرکات در یک صفحه ساژیتال تعریف می‌شوند. برای سر، تنه بالایی و لگن، حرکتی که دو قسمت مجاور را به طرف جلو بهم نزدیک کند به عنوان خم و حرکت مخالف آن به عنوان باز تعریف می‌شود. در مورد مفاصل زانو و قوزک، جهات به صورت برعکس هستند.

خمش به صورت مقادیر مثبت (+) و کشش به صورت مقادیر منفی (-) بیان می‌شود. به شکل (الف-۲) مراجعه شود.

علاوه بر این واژگان معین، تعاریف زیر به کار می‌روند:

- برای خمش مچ، خمش کف دست به سمت مچ
- برای کشش مچ، خمش رو به پشت مچ
- برای خمش قوزک، خمش به سمت کف پای قوزک
- برای کشش قوزک، خمش به سمت بالای قوزک

جدا از سیستم پایه، حرکت افقی بازوی بالایی در قسمت مفصل شانه از طرف کنار به جلو (به شکل الف-۴ مراجعه شود) به عنوان خمش افقی (+) و حرکت مخالف آن به عنوان کشش افقی (-) تعریف می‌شود. تعاریف مشابه جهت حرکت افقی ران در مفصل لگن (مانند موقعیت نشسته) کاربرد دارد.



راهنما					
Extension of hip	باز کردن مفصل ران (-)	۱۱	Flexion of neck (forward bending of neck)	خم شدن گردن (خمش رو به جلوی گردن) (+)	۱
Flexion of knee	خم کردن مفصل زانو (+)	۱۲	Extension of neck (backward bending of neck)	باز شدن گردن (خمش رو به عقب گردن) (-)	۲
Extension of knee	باز کردن مفصل زانو (-)	۱۳	Frankfurt plane	صفحه فرانکفورت	۳
Dorsal flexion of ankle (extension of ankle)	خم کردن مچ پا از روی پا (کشیده شدن مچ پا) (-)	۱۴	Flexion of shoulder	خم شدن شانه (+)	۴
Plantar flexion of ankle (flexion of ankle)	خم کردن مچ از کف پا (خم کردن مچ پا) (+)	۱۵	Extension of shoulder	باز کردن شانه (-)	۵
Dorsal flexion of	خم کردن سینه	۱۶	Flexion of elbow	خم کردن	۶

forefoot	پا از روی پا (-)		آرنج (+)	
Plantar flexion of forefoot	خم کردن سینه پا از کف پا (+)	۱۷	Extension of elbow باز کردن آرنج (-)	۷
			Palmar flexion of wrist (flexion of wrist) خم کردن مچ دست به سمت کف دست (خم) کردن مچ دست (+)	۸
			Dorsal flexion of wrist (extension of wrist) خم کردن مچ دست از پشت دست (باز کردن مچ دست (-)	۹
			Flexion of hip خم کردن مفصل ران (+)	۱۰

### شکل الف-۲ تعاریف برای خم و باز شدن

#### الف-۶-۲ دور شدن<sup>۱</sup> و نزدیک شدن<sup>۲</sup> از/به مرکز بدن

دور شدن و نزدیک شدن حرکاتی هستند که در صفحهٔ پیشانی اتفاق می‌افتند. دور شدن از مرکز بدن حرکتی است که یک بخش بدن از تنه دور شود حال آنکه نزدیک شدن، حرکت نزدیک شدن یک بخش بدن به سمت تنه است. عمل نزدیک شدن به صورت مقادیر مثبت (+) و دور شدن به صورت مقادیر منفی (-) بیان می‌شود. به شکل‌های (الف-۳) و (الف-۴) مراجعه شود.

علاوه بر واژگان معین، تعاریف زیر نیز بکار می‌روند.

- برای دور شدن شعاعی مچ دست، انحراف شعاعی (خمش شعاعی) مچ
- برای نزدیک شدن شعاعی مچ دست، انحراف زند زیرین مچ

چرخش کف پا رو به بیرون، حرکت دورانی رو به خارج پا حول محور ساق است. دور شدن به صورت مقادیر منفی (-) و نزدیک شدن به صورت مقادیر مثبت (+) بیان می‌شود. این حرکت نه فقط حرکت مفصل قوزک

1 Abduction  
2 Adduction

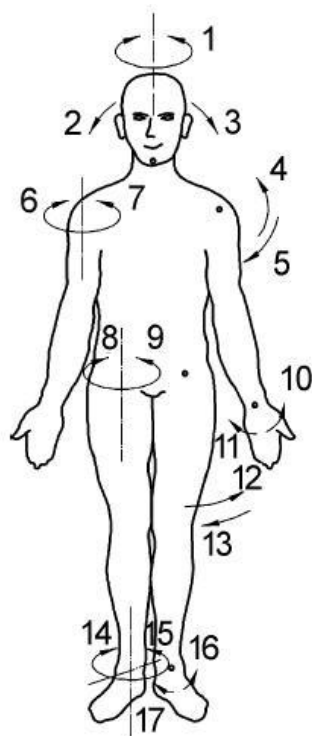
پا بلکه نتیجه چرخش جانبی و میانی لگن (در حال ایستاده) و یا گردش جانبی و میانی زانو هم می‌باشد (به قسمت الف-۶-۳ مراجعه شود)

### الف-۶-۳ چرخش جانبی و میانی

در چرخش جانبی شانه و یا چرخش لگن، بازوی بالایی یا ران حول محور طولی می‌چرخد بطوری که سطح جلوئی تنه از صفحه میانی دور می‌شود. در چرخش میانی نوع حرکت برعکس است. چرخش جانبی با مقدار منفی (-) و چرخش میانی با مقدار مثبت (+) بیان می‌شود. چرخش رو به بیرون مترادف چرخش جانبی و چرخش رو به درون مترادف چرخش میانی است. به شکل (الف-۳) مراجعه شود.

چرخش جانبی پا زمانی به کار می‌رود که کل پا به طور جانبی حول محور طولی خود در مفصل قوزک پا به دور از صفحه میانی چرخش کند. چرخش جانبی که پا به طرف بیرون گردش کند مقدار منفی (-) و چرخش میانی که پا به طرف درون گردش کند مقدار مثبت (+) می‌باشد.

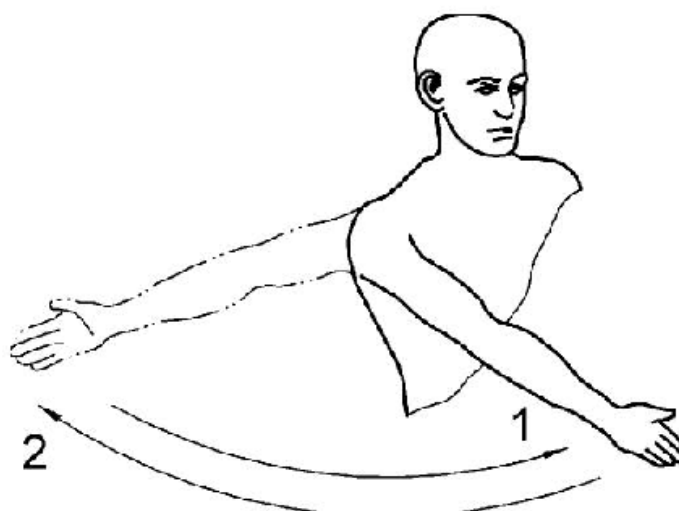
برای چرخش جانبی و میانی پا، تعاریف چرخش رو به بیرون کف پا<sup>۱</sup> و چرخش رو به داخل کف پا<sup>۲</sup>، چرخش رو به بیرون کف پا ترکیب حرکات خمش کف پای، دور شدن و قرار گرفتن پا رو به پائین می‌باشد حال آنکه چرخش رو به داخل کف پا ترکیبی از خمش رو به پشت، نزدیک شدن و قرار گیری پا رو به بالا می‌باشد.



- 1 Eversion
- 2 Inversion

راهنما					
Ulnar deviation (adduction) of wrist	خمش شعاعی اولنار (نزدیک شدن) مچ دست (+)	۱۱	Rotation of head (and neck)	چرخش سر (و گردن)	۱
Abduction of hip	دور شدن مفصل ران (-)	۱۲	Lateral flexion (side-bending) of head	خم شدن جانبی (خمش جانبی) سر (+)	۲
Adduction of hip	نزدیک شدن مفصل ران (+)	۱۳	Lateral flexion (side-bending) of head	خم شدن جانبی (خمش جانبی) سر (-)	۳
Abduction of foot	دور شدن پا (-)	۱۴	Abduction of shoulder	دور شدن مفصل شانه (-)	۴
Adduction of foot	نزدیک شدن پا (+)	۱۵	Adduction of shoulder	نزدیک شدن مفصل شانه (+)	۵
Lateral rotation of foot	چرخش جانبی پا (-)	۱۶	Lateral rotation of shoulder	چرخش جانبی مفصل شانه (-)	۶
Medial rotation of foot	چرخش میانی پا (+)	۱۷	Medial rotation of shoulder	چرخش میانی مفصل شانه (+)	۷
			Lateral rotation of hip	چرخش جانبی مفصل ران (-)	۸
			Medial rotation of hip	چرخش داخلی مفصل ران (+)	۹
			Radial deviation (abduction) of wrist	خمش شعاعی رادیال (دور شدن) مچ دست (-)	۱۰

شکل الف-۳ دور شدن، نزدیک شدن، چرخش جانبی و چرخش میانی در وضعیت ایستادن پایه



Horizontal flexion  
Horizontal extension

خمش افقی  
کشش افقی

راهنما

۱

۲

شکل الف-۴ خمش افقی (نزدیک شدن افقی) و کشش افقی (دور شدن افقی) بازوی بالایی در مفصل شانه

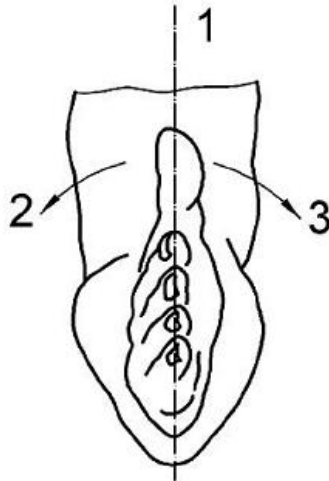
#### الف-۶-۴ چرخش داخلی<sup>۱</sup> و خارجی<sup>۲</sup> ساعد

چرخش داخلی ساعد، چرخش دست راست با نگاه از طرف آرنج می‌باشد و آن عبارت است از حرکت چرخشی خلاف عقربه‌های ساعت کف دست.

چرخش خارجی ساعد حرکت مخالف می‌باشد و آن چرخش در جهت عقربه‌های ساعت دست راست نسبت به دید از طرف آرنج می‌باشد. حالت خنثی یا زاویه صفر مطابق شکل (الف-۵) نمایش داده شده است.

چرخش داخلی و خارجی پا عبارت است از چرخش آن حول محور طولی است که حرکت چرخشی پای جلویی نسبت به پاشنه می‌باشد. حرکت رو به پائین پا در واقع چرخش پای جلو به گونه ای است که سطح جلویی یا بالایی پا به طرف صفحه میانی حرکت کند. در حرکت رو به بالای پا، نوع حرکت خلاف قبلی است. برای حرکت رو به پایین پا مقدار مثبت (+) و حرکت رو به بالای پا مقدار منفی (-) اعمال می‌شود.

1 Supination  
2 Pronation



		راهنما
Neutral position (0 degree)	وضعیت طبیعی ( صفر درجه)	۱
Supination	چرخش خارجی ساعد (-)	۲
pronation	چرخش داخلی ساعد (+)	۳

شکل الف-۵ حرکت رو به پایین و بالای دست.

#### الف-۶-۵ حرکات شست و انگشتان

#### الف-۶-۵-۱ خمش و کشش چهار انگشت

برای خمش و کشش چهار انگشت بدون شست، قاعده پایه‌ای نشان داده شده در شکل (الف-۲)، اعمال می‌شود.

#### الف-۶-۵-۲ دور و نزدیک شدن چهار انگشت

در حالت حرکت دور و نزدیک شدن چهار انگشت، انگشت وسط حرکت نکرده و نقش تنه را بازی می‌کند. این حرکات به انگشتان سیابه، انگشت و کوچک اعمال می‌شوند. برای حرکت خود انگشت وسط، دور شدن شعاعی و دور شدن زند زیرین کاربرد دارد. به شکل (الف-۶) مراجعه شود.

#### الف-۶-۵-۳ خمش و کشش شست

خمش و کشش محور شست عمود بر محور چهار انگشت است و صفحه حرکت آن موازی کف دست می‌باشد. (به شکل (الف-۶) مراجعه شود)

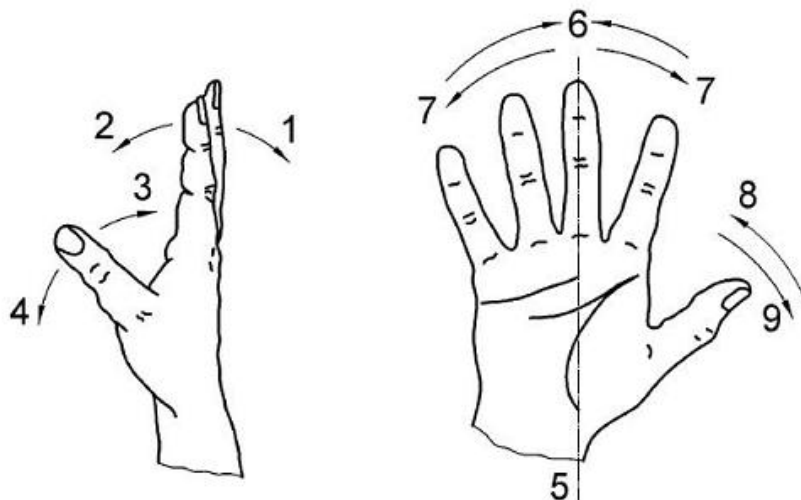
#### الف-۶-۵-۴ دور شدن و نزدیک شدن شست

دور شدن شست حرکتی است که شست به طور متعامد از کف دست دور می‌شود و نزدیک شدن، حرکت نزدیکی به طرف کف دست مطابق شکل (الف-۶) است.

#### الف-۶-۵-۵ تضاد شست در برابر انگشتان دیگر



تضاد شست، چرخش میانی استخوان کف دست در قسمت شست به طرف کف می‌باشد. تضاد انگشت کوچک حرکت خفیف گردش میانی استخوان کف دست در قسمت انگشت کوچک به سمت کف می‌باشد. حرکت متضاد مقدار مثبت (+) و مخالف آن مقدار منفی (-) دارد.



		راهنما
Extension of fingers	باز کردن انگشتان	۱
	(خم کردن به پشت دست) (-)	
Flexion of fingers	خم کردن انگشتان (+)	۲
Adduction of thumb	نزدیک شدن شست دست (+)	۳
Abduction of thumb	دور شدن شست دست (-)	۴
Reference line (middle finger)	خط مرجع (انگشت میانی)	۵
Adduction of fingers	نزدیک شدن انگشتان (+)	۶
Abduction of fingers	دور شدن انگشتان (-)	۷
Flexion of thumb	خم کردن شست دست (+)	۸
Extension of thumb	باز کردن شست دست (-)	۹

شکل الف-۶ حرکت شست و انگشتان

#### الف-۶-۶ حرکت سر، گردن و تنه

الف-۶-۶-۱ خمش و کشش سر و گردن و تنه

خمش (خمش رو به جلو) سر، گردن و یا تنه با مقایر مثبت (+) و کشش (خمش رو به عقب) با مقدار منفی نشان داده می‌شود.

الف-۶-۶-۲ خمش جانبی سر، گردن و تنه

خمش جانبی (خمش جانبی و خمش به اطراف) سر، گردن و تنه به سمت راست با مقدار مثبت (+) و به طرف چپ با علامت منفی (-) نشان داده می‌شود.

الف-۶-۶-۳ چرخش افقی سر، گردن و تنه

چرخش افقی سر، گردن و تنه (گرداندن سر، چرخش گردن و تنه) به طرف راست [به صورتی که اگر از بالا نگاه شود کلیه چرخش ها در جهت عقربه‌های ساعت است] با مقادیر منفی (-) و چرخش ها به سمت چپ و با مقادیر مثبت (+) نشان داده می‌شود.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### قواعد آزمون استاتیک

رهیافت کلی پیشنهادی برای سنجش تایید اندازه‌گیری‌های استاتیک مطابق زیر است:

الف) چندین نفر را که نماینده جمعیت افراد مورد نظر هستند انتخاب کنید (به استاندارد ۱-ISO 15537 مراجعه شود)

ب) نشانگرهای اندازه‌گیری را روی هر فرد قرار دهید (بند ۴ استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱). هر اندازه موردنظر را حداقل سه بار برای هر فرد با استفاده از این نشانگرها، اندازه‌گیری کنید (تا مقدار میانگین تخمین زده شود). به استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۰۴۱ برای دیدن روش‌های اندازه‌گیری و علائم راهنما مراجعه گردد) مقادیر آنترپومتریکی اندازه‌گیری شده را به عنوان ورودی وارد سامانه تولید آدمک کنید (مقدار متوسط براساس حداقل سه بار اندازه‌گیری) تا یک آدمک رایانه‌ای از شخص مورد اندازه‌گیری ایجاد شود.

ت) با استفاده از ابزار داده شده توسط نرم‌افزار و رجوع به علائم راهنمای ذکر شده در (ب) پارامترهای مشابه را که روی فرد تحت آزمون اندازه‌گیری شده بود و به عنوان داده ورودی برای تولید آدمک استفاده شده بود، مجدداً اندازه‌گیری کنید.

اگر تکرارپذیری را محاسبه می‌کنید، حداقل ده بار آدمک را با استفاده از داده‌های ورودی تولید کنید و مقادیر خروجی را هر بار اندازه‌گیری کنید تا انحراف معیار استاندارد محاسبه شود.

ث) جهت ارزیابی درستی پارامترهای آدمک و کاربردهای آن، خطاهای بین اندازه‌های فرد حقیقی و اندازه‌های آدمک رایانه‌ای را با استفاده از نرم‌افزار اندازه‌گیری خودکار که توسط سامانه آدمک رایانه‌ای تهیه شده است، محاسبه کنید.

ج) برای ارزیابی قابلیت اطمینان سامانه تولید آدمک، تکرارپذیری پارامتر را با استفاده از نرم‌افزار اندازه‌گیری خودکار که توسط سامانه آدمک رایانه‌ای تهیه شده است محاسبه کنید.

چ) گزارشی تهیه کنید که درستی و تکرارپذیری مقادیر اندازه‌گیری شده از انسان و سامانه آدمک رایانه‌ای را به طور خلاصه بیان کند.

ح) کاربرها سطوح قابل قبول جهت درستی و تکرارپذیری مورد نیاز برای کاربردهای مخصوص خود را تعیین خواهند کرد.

این رویه باید برای تمام وضعیت‌های بحرانی در جایی که کاربر سامانه آدمک نیازمند درجات بالای درستی است، تکرار گردد. به عنوان حداقل، وضعیت‌های ایستاده، نشسته و بیشتر وضعیت‌های کاری بحرانی باید ارزیابی شوند تا اطمینان حاصل گردد که سامانه آدمک مطابق آنچه مورد نظر است در حال کار می‌باشد و درستی مورد نیاز نیز حاصل شده است.

## کتابنامه

- [1] EN 614-1:2006, *Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles*
- [2] EN 547-3:1997, *Safety of machinery — Human body measurements — Part 3: Anthropometric data*
- [3] EN 1005-1:2001, *Safety of Machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions*
- [4] EN 1005-4:1998, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery*
- [5] ISO 15537, *Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs*
- [6] ISO 14738:2002, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*
- [7] ISO 9241-11:1998, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability*