INSO
20340
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۳۴۰
چاپ اول
۱۳۹۴

شوک و ارتعاشات مکانیکی- مواجهه انسان- سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی

Mechanical vibration and shock - Human exposure –Biodynamic coordinate systems

ICS:13.160

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 ، از آخرین 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 درجه-بندی 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 ارزیابی 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

« ارتعاشات مکانیکی و شوک- مواجهه انسان- سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی »

رئیس :	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
خطیبی ، محمدمهدی (دکترای مهندسی مکانیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان
دبیر :	
دخانیان ، مطهره (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آل‌بویه ، حسن (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان
بهروزفر ، قاسم (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
بینش ، علی آقا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس استاندارد
سیف آقایی ، فریده (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	مرکز سلامت محیط کار وزارت بهداشت
شعیری، مونا (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	دانشگاه علوم پزشکی سمنان

اعضا:	سمت و/ یا محل اشتغال:
صحافی ، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	اداره کل کار، تعاون و رفاه اجتماعی
کرمانی، علی (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)	دانشگاه علوم پزشکی سمنان
میراج ، معصومه (دکترای پزشکی)	اداره کل بهزیستی استان سمنان

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار و
مقدمه ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ سیستم محورهای مختصات بیودینامیک ۲
۳-۱ جهت گیری ۳
۳-۲ سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی برای کل بدن ۳
۳-۲-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی بدن ۳
۳-۲-۲ سیستم محورهای مختصات بازی سنتربرای بدن ۴
۳ -۳ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی موضعی ۵
۳-۳-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: سر ۵
۳-۳-۲ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: گردن ۶
۳-۳-۳ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: بالاتنه ۶
۳-۳-۴ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: لگن خاصره ۶
۳ -۴ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی برای دست ۷
۳-۴-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: دست ۷
۳-۴-۲ سیستم محورهای مختصات وسط محوربرای نیرو یا حرکت گذرنده از دست ۸
پیوست الف (اطلاعاتی) تصاویر هندسی سیستم محورهای مختصات بیودینامیک ۱۰
پیوست ب (اطلاعاتی) نکات توضیحی در خصوص چارچوب آناتومی مرجع و سیستم‌محورهای مختصات بیودینامیک برای دست ۱۵
پیوست پ (اطلاعاتی) کتاب نامه ۱۷

پیش گفتار

استاندارد « شوک و ارتعاشات مکانیکی- مواجهه انسان- سیستم‌های مختصات بیودینامیک » که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۹مورد 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 می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 8727:1997, Mechanical vibration and shock - Human exposure – Biodynamic coordinate systems

مقدمه:

تعریف یک نقطه مبدا، مقدار و جهت پاسخ مکانیکی یا وارد شدن (نیرو یا حرکت) نسبت به یک سیستم محورهای مختصات متعامد برای بیشتر اهداف بیودینامیکی و مهندسی ارتعاشات در خصوص بدن انسان ضروری است. تعریف یک نقطه مبدا در بدن انسان یا یک چارچوب خارجی مرجع که بتوان آن را با سیستم محورهای مختصات آناتومی بدن مرتبط نمود، الزامی به نظر می رسد. ارزیابی مواجهه انسان با ارتعاش و شوک، تعریف دقیق از محل کارکرد و نحوه استقرار سیستم ابزار آلات بیودینامیکی، مدل سازی بیودینامیکی نیرو و حرکت وارد شده به بدن انسان و اجزای بدن، و در پایان مقایسه‌ی داده‌های بیودینامیکی اعضای داخلی بدن یک گونه را می-توان از جمله کاربردها برشمرد.

به منظور مقایسه داده‌های بدست آمده از افراد (یا از اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی یک فرد)، از اشخاص و مدلهای مشابه انسانی، یا مقایسه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری و حدود استاندارد ورودی‌های مکانیکی قابل قبول به بدن انسان یا اجزای آن، ضروری است نقطه مرجع و راستای هر سیستم محورهای مختصات آناتومیکی مورد استفاده، از یک سیستم محورهای مختصات آناتومیکی ثابت شناخته شده و قابل تعیین توسط یک روش رادیوگرافیکی یا استریوتاکتیک، منشاء گرفته، و موقعیت آن نسبت به همان سیستم تعریف شود. این استاندارد براساس این جمع‌بندی از این واقعیت که اگر نقطه مرجع یک سیستم محورهای مختصات در قلب یا سایر ساختارهای نرم و متحرک بدن تعریف شود، نتایج حاصل چندان رضایت بخش نیستند، تنظیم گردیده است. تعریف دقیق سیستم محور های مختصات آناتومیکی برای علوم بیودینامیکی بنیادی است زیرا همه اندازه‌گیری-های بیودینامیکی باید در نهایت با آناتومی بدن شخص مرتبط باشد.

ارتعاشات مکانیکی و شوک- مواجهه انسان- سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین سیستم محورهای مختصات وسط محور[1] و آناتومیکی[2] برای اندازه‌گیری‌های بیودینامیکی است. این استاندارد به‌طور کلی به عنوان یک مرجع جهت توسعه استانداردها و به‌طور خاص برای تشریح مواجهه انسان با ارتعاشات مکانیکی و شوک به کار می‌رود. سیستم‌های مختصات آناتومیکی موضعی برای سر، گردن (نقطه حرکتی سیستم سر و گردن)، لگن خاصره و دست در این استاندارد تعریف شده است. اصول کلی بر مبنای نحوه ارتباط بین سیستم محورهای مختصات آناتومیکی با سایر قسمت‌های آناتومی بدن می‌باشد. سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی تعریف شده در این استاندارد را به عنوان یک مرجع برای تشریح و اندازه‌گیری ارتعاشات انتقالی و دورانی و نیز حرکت منجر به شوک موثر بر بدن انسان می توان بکار برد.

یادآوری۱- اگرچه این استاندارد برای انسان تعریف شده است، اما این سیستم محورهای مختصات با استفاده از علم حاصل از مقایسه آناتومی بدن انسان با سایر پستانداران یا حیواناتی که ساختار اسکلتی آنان از لحاظ رادیوگرافی با آناتومی انسان قابل مقایسه است، بدست آمده و برای این موارد نیز انطباق پذیر است.

یادآوری۲- چنانچه نیاز به سیستم محورهای مختصات موضعی دیگری باشد (مانند بازو، مچ، ران و پا)، سیستم محورهای مختصات مورد نظر باید براساس اصول آناتومیکی و استانداردسازی بکار برده شده در این استاندراد تعریف شده و در تجدیدنظر بعدی این استاندارد لحاظ شود.

یادآوری۳- دراین استاندارد از نظر تعریف و کاربرد سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی هیچ تفاوتی بین میزان تحمل ساختار آناتومی مرد و زن منظور نشده است. علاوه براین، در خصوص تعریف سیستم محورهای مختصات آناتومیکی مورد استفاده در آزمون و ارزیابی، توسعه و پژوهش‌های بیودینامیکی در خصوص کودکان و حیوانات پستاندار نیز همین اصول رعایت شده است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

1- Basicentric
2- Anatomical

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 1503:1997, Geometrical orientation and directions of movements

یادآوری: استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳۶۰۸: سال ۱۳۸۹، جهت‌یابی فضایی و جهت حرکت – ملزومات ارگونومیک، با استفاده از استاندارد ISO 1503:2008 تدوین شده است.

2-2 ISO 5805:1997, Mechanical vibration and shock — Human exposure — Vocabulary

۳ سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی

هنگام جمع‌آوری، انتقال، تحلیل، گزارش، توصیف، مقایسه یا ارزیابی داده‌های شوک و ارتعاشات مکانیکی اعمال شده به بدن انسان و پاسخ سیستم و ساختار بدن، در صورت کاربرد باید یک سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی استاندارد مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری۱- یک سیستم محور های مختصات بیودینامیکی می‌تواند نسبت به یک مجموعه سلسله مراتب از سیستم محورهای مختصات در یک فضای لَخت[1] تعیین شود (به شکل الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود). سیستم مرجع لَخت می‌تواند زمین محور[2] باشد، یعنی محور اصلی یا محور عمودی آن در جهت گرانش زمین باشد یا با محورهای وسط محور منشاء گرفته از سطح تماس با زمین (یا برخی سازه‌های فقط چرخشی که به طور صلب به آن متصل است) موازی باشد که نیرو یا حرکت از طریق آن نقطه به بدن منتقل می‌شود. سیستم‌های مختصات وسط محور می‌تواند، به عنوان مثال، نسبت به سازه یک ماشین، یک کارگاه، یا یک آزمایشگاه، یک منبع ارتعاش یا شوک بی واسطه موثر بر افراد، مانند ماشین ابزار یا ابزارآلات مرتعش یا یک ماشین تحقیقاتی مولد ارتعاش، شبیه ساز حرکت یا دستگاه ضربه و مانند این ها تعریف شود. برای اهداف تحقیقاتی و ارزیابی، سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی ممکن است یک قاب خارجی مرجع برای سیستم محور های مختصات ابزار آلات فراهم آورد، که برای تعریف اندازه-گیری بر مبنای فضای لخت[3] انجام شده بر روی یا درون بدن انسان به کار می‌رود.

یادآوری۲- به زبان هندسی، برای هر موقعیت موجود، می‌توان با بدن انسان به عنوان یک شی کاملا چرخشی رفتار کرد (به شکل الف-۳ مراجعه شود).

یادآوری۳- استفاده از سیستم محورهای مختصاتی که در بافت نرم یا انعطاف‌پذیر یا دارای ساختار نامشخص برقرار گردیده و یا بر سطوحی با ویژگی های آناتومیکی تغییرپذیر یا با قابلیت حرکت آزادانه در بدن (به عنوان مثال سیستم محورهای مختصاتی که به طور آزادانه در قلب یا باسن قرار می‌گیرند) تعریف شده باشند، مانع از حصول داده‌های بیودینامیکی دقیق یا مقایسه بین آن‌ها می-شود. همه سیستم‌های آناتومیکی تعریف شده در این استاندارد نسبت به یک الگوی آناتومیکی (قابل لمس) که توسط روش‌های رادیوگرافی یا استریوتاکتیکی قابل تعیین هستند تعریف شده و استقرار می‌یابند. بعلاوه، این سیستم‌ها برای اهداف مقایسه‌ای بیودینامیکی، برای سایر پستانداران و مدل های مکانیکی مشابه انسان (آدمک یا مانکن) نیز انطباق پذیرند.

1 - Inertial space
2 - Geocentric
3 - Inertial measurements

یادآوری۴- یک الگوی قابل تعیین توسط رادیوگرافی، به معنی یک ابزار مرجع یا یک ابزار برای اهداف تحقیقاتی است که موقعیت آن با روش‌هایی مانند اشعه ایکس یا اندام سنجی رادیوگرافیکی یا اولتراسونیکی[1] اندازه‌گیری شده و تجسم می یابد. اگر در یک سطح آناتومیکی قابل لمس قرار داشته باشد (یا به ساختارهای قابل لمس بطور مستقیم متصل باشد) این الگو را می‌توان (اما ضروری نیست) با روش استریوتاکتیک هم تعیین نمود. البته این قابل درک است که در بسیاری از مناطق و کاربردها ممکن است تعریف آناتومی استخوانی مرتبط توسط روش‌های رادیوگرافیکی غیرممکن یا غیرعملی باشد. با این وجود سیستم مختصات آناتومیکی مورد استفاده هنگام اندازه‌گیری‌های لخت بر روی انسان و اندازه‌گیری‌های مربوط به سیستم مختصات آناتومی استاندارد باید تا حد امکان تعیین شود.

۳-۱ جهت گیری

تمام سیستم محورهای مختصات متعامد تطبیق داده شده در بیودینامیک باید راستگرد باشند (به شکل الف-۴ مراجعه شود). تعریف محورهای x، y و z برای سیستم محورهای مختصات آناتومی باید مطابق با استاندارد Iso 5805 باشد (به شکل الف-۵ و الف-۶ مراجعه شود). تعریف جهت‌ها و محورها برای سیستم‌های وسط محور باید براساس اصول مندرج دراستاندارد ملی شماره ۱۳۶۰۸ باشد (به عنوان مثال در وسایل نقلیه).

یادآوری- به طور استثنا برای سیستم محورهای مختصات در مواردی که سیستم مختصات آناتومیکی (دست) تعریف می شود می‌توان به طور خاص برای اندازه‌گیری‌های دست چپ از سیستم چپ گرد استفاده نمود (به شکل ۳-۴-۱ مراجعه شود).

۳ -۲ سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی برای کل بدن

۳-۲-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی بدن

برای بیشتر اهداف (به عنوان مثال، زمانی‌که شخص در حالت ایستاده ، نشسته یا خوابیده است و نیرو یا حرکت از سطح نگه دارنده یا محل تماس به تمام بدن وارد می‌شود)، یک سیستم محورهای مختصات آناتومیکی انتخابی برای لگن باید تعریف شود (به بند ۳-۳-۴ مراجعه شود).

یادآوری۱- هنگامی‌که ملاحظات عملی به وضوح بیانگر مناسب‌تر بودن استفاده از یک سیستم محورهای مختصات جایگزین در بالاتنه باشد، می‌توان ورودی‌های کل بدن را نسبت به یک نقطه مرجع تعریف کرد که در سیستم محورهای مختصات جایگزین در بالاتنه، همواره در موقعیت و جهت بدن نسبت به مرجع ارتعاش یا شوک قرار دارد. توصیه می‌شود هنگام گزارش، داده‌های ارجاع شده به این سیستم محورهای مختصات جایگزین به وضوح تعریف شود. برای مثال ورودی به کل بدن که به طور عمده از پشتی صندلی مرتعش یا دستگاهی موتوری که به صورت کوله پشتی حمل می شود به پشت شخص وارد می شود، می‌تواند نسبت به سیستم محورهای مختصات آناتومیکی نیم تنه بالایی تعریف شود. مگر این که به شکل دیگری تصریح شده باشد، اعمال ارتعاش یا شوک به کل بدن شخص باید در موقعیت آناتومیکی عادی در نظر گرفته شود، یعنی، با محور z که محور اصلی اجزا در سیستم محورهای مختصات آناتومی است، (مثلا سر و تنه) تقریبا موازی بوده، دست و پا ها در امتداد بدن و کف دست رو به جلو باشد. در طول اندازه‌گیری‌های ارتعاش، هنگامی که بدن در یک حالت خاص قرار دارد (مثلا نشسته)، توصیه می‌شود تلاش شود تا حد امکان جهت گیری سیستم محورهای مختصات اجزاء بدن با توجه به روش اندازه‌گیری تعیین شود. این کار را می‌توان با سنجش میزان

1 -Ultrasonic radiographical anthropometry

چرخش محورهای اصلی سیستم محورهای مختصات آناتومیکی موضعی (و اگر مناسب باشد، جابجایی نقطه مبدا سیستم) نسبت به موقعیت عادی آناتومی انجام داد.

یادآوری۲- فرض تقارن لترال (چپ – راست) ساختار اسکلتی بدن انسان، انطباق سیستم محورهای مختصات آناتومیکی توصیه شده در این استاندارد را امکانپذیر می کند.

۳-۲-۲ سیستم محورهای مختصات وسط محور برای بدن

۳-۲-۲-۱ سیستم محورهای مختصات وسط محور برای اشخاص ایستاده

مبدامختصات: نقطه وسط خطی گذرنده از پایین ترین نقطه استخوان پاشنه پا در صفحه تماس با صفحه کف (به عنوان مثال عرشه کشتی یا سطحی از وسیله نقلیه که خدمه یا مسافران روی آن ایستاده‌اند) که شخص ایستاده را نگه داشته است.

یادآوری- زمانی که ایستادن بر روی سطح در یک حالت به صورت عادت کاری است (مثلا اپراتور یک ایستگاه کاری)، جهت این خط در صفحه تماس با کف، نسبت به جهت متعارف در هنگام فعالیت شخص تعریف می‌شود.

جهت گیری: جهت مثبت محور y به سمت چپ فرد می‌باشد. محور x از مبدا می گذرد، در صفحه تماس قرار دارد و بر محور y عمود است. محور z بر هر دو محور دیگر عمود است (بنابراین بر سطح تماس عمود است).

یادآوری- جهت‌های سیستم محورهای مختصات وسط محور نسبت به جهت جاذبه (یا نسبت به سیستم محورهای مختصات زمین محور) با تغییر جهت وسیله و در نتیجه تغییر جهت سطوح نگه دارنده درون وسیله تغییر می کند. در یک لحظه ممکن است محور z آناتومی (سر، لگن خاصره) با سیستم‌های مختصات وسط محور و زمین محور تقریبا هم راستا شوند مثلا زمانی که شخص بر روی عرشه کشتی در دریای آرام ایستاده و به افق خیره شده است. با این حال، نامنطبق بودن راستای جاذبه و سیستم محورهای مختصات متداول‌تر و عادی‌تر است (مثلا زمانی که شخص به صندلی ماشین تکیه داده و ماشین در حال بالا رفتن از یک تپه است، به بند ۳-۲-۲-۲ مراجعه شود).

۳-۲-۲-۲ سیستم محورهای مختصات وسط محور برای اشخاص نشسته

مبدا مختصات: نقطه وسط خطی در صفحه تماس (مثلا صندلی ماشین) که شخص نشسته را نگه می‌دارد، و از سطح فشار باسن و پایین‌ترین نقطه برآمدگی استخوان لگن خاصره می‌گذرد.

یادآوری- زمانی که نشستن یک حالت معمول است و نشیمنگاه در یک سطح قراردارد (مثلا اپراتور یک ایستگاه کاری)، جهت این خط در صفحه موازی با کف، نسبت به جهت متعارف در هنگام فعالیت شخص تعریف می‌شود.

جهت گیری: مانند آنچه که برای سیستم محورهای مختصات وسط محور برای فرد ایستاده تعریف شد، نسبت به مبدا و صفحه تماس تعریف می‌شود. جهت مثبت محور y به سمت چپ فرد است.

یادآوری۱- در موقعیت‌های نشستن معمولی جهت محورهای اصلی سیستم محورهای مختصات وسط محور برای افراد نشسته بر روی صندلی صاف می تواند تقریبا به شکل سیستم محورهای مختصات آناتومی (لگن خاصره) تعریف شود.

یادآوری۲- برای برخی کاربردها، سیستم محورهای مختصات وسط محور برای راننده (یا آدمک شبیه سازی شده) در نقطه شاخص صندلی[1] قرار می‌گیرد، SIP، (به استاندارد ملی شماره ۸۴۰۸ مراجعه شود)، و به عنوان مرجع استفاده می‌شود؛ به عنوان مثال، در ارزیابی‌های ارگونومیک یا مهندسی عوامل انسانی صندلی‌های تراکتور و مانند آن. پیش فرض آن است که صندلی به طور عمود قرار گرفته است و مرکز آن در محدوده انطباق با چارچوب وسیله نقلیه است و با اندازه‌های ژئومتری وسیله در ارتباط است. مراجعه به نقطه H [2] (معادل SIP برای تنظیم عمود صندلی کاربر تراکتور) گاهی اوقات برای اهداف مهندسی انسانی در صنعت خودرو انجام می‌گیرد. به طور معمول در زمینه ارزیابی بیودینامیکی مواجهه انسان با ارتعاش و شوک ناشی از وسیله نقلیه، از این روش که عموما در سطح بین المللی پذیرفته شده نیست، استفاده نمی شود.

یادآوری۳- هنگام اندازه‌گیری ارتعاشات کل بدن توسط وسایلی که در سطح تماس راننده و صندلی‌اش بصورت مناسبی مونتاژ شده است (به استاندارد ISO 10326-1 مراجعه شود)، دستگاه مونتاژ شده در سطح تماس می‌تواند برای تعریف مبدا و جهت سیستم محورهای مختصات وسط محور برای شخص نشسته به کار رفته و به نوبه خود چارچوب مرجعی برای سیستم محورهای مختصات در ارتباط با آن وسایل فراهم می کند.

یادآوری۴- هنگام تحلیل، مقایسه و گزارش داده‌های بیودینامیکی یا تفسیر استانداردهای شوک و ارتعاش که به اشخاص نشسته اعمال می‌شود، هر زاویه مهمی که ممکن است بین صندلی و سیستم محورهای مختصات ادوات و سیستم محورهای مختصات زمین محور (یا مربوط به خودرو) وجود داشته باشد را باید در نظر گرفت.

۳ -۳ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی موضعی

یادآوری- تصور ضمنی در تعریف و تطبیق سیستم محورهای مختصات آناتومی که در ادامه آمده است این است که اجزای بدن که یک سیستم مختصات برای آن‌ها تعریف می شود، با تقریب مناسبی از قوانین مکانیک اجسام صلب تبعیت می‌کنند. (این مطلب برای اجزای اسکلتی مهم بیودینامیکی، مثل سر و لگن خاصره اثبات شده است) برای نمونه به شکل‌های الف-۱ تا الف-۶ مراجعه شود.

۳-۳-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: سر

مبدا مختصات: نقطه میانی خط اتصال لبه فوقانی ناحیه خارجی گوش راست و چپ در جمجمه

یادآوری- در آناتومی کلاسیک، این خط قاعده مثلثی است که صفحه گذرنده از جمجمه انسان را تعریف می‌کند (راس آن، یعنی نقطه سومی که صفحه را تعریف می کند، طبق قرارداد فرورفتگی زیر کاسه چشم چپ می‌باشد).

جهت گیری: محور X این سیستم از نقطه مبدا و نقطه وسط در صفحه گذرنده از سر می گذرد. محور Y از مبدا گذشته و در همان صفحه قرار دارد، جهت مثبت آن به سمت چپ می‌باشد و بر محورX عمود است. محور Z بر این دو محور عمود بوده و تقریباً از فرق سر می‌گذرد.

1 - Seat index point
2 - H-point

۳-۳-۲ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: گردن

مبدا مختصات: لبه فوقانی قدامی[1] از محل اولین مهره سینه‌ای[2] (T1) در صفحه‌ای که از وسط آن مهره می‌گذرد.
جهت گیری: محور x این سیستم از مبدا آغاز و در موقعیت پشت به جلو[3]، به نقطه وسط خطی در صفحه وسط T1 که نقاط خلفی فوقانی[4] و خلفی تحتانی[5] زائده خاری خلفی[6] مهره T1 را به هم وصل می‌کند، متصل می‌شود. محور y از مبدا گذشته و بر محورهای x و z عمود است. محور z از مبدا گذشته و در صفحه میانی T1 قرار دارد و بر محور x عمود است.

یادآوری- لزوماً محورهای این سیستم دقیقا با دیگر محورهای متناظر از سیستم محورهای مختصات آناتومی موضعی عمده (سر، لگن خاصره) در موقعیت آناتومی طبیعی موازی نمی‌باشد، و در هر موردی که با تغییر وضعیت همراه است، واگرایی وجود دارد. با این حال، به منظور توصیف نیرو و حرکت ورودی به نیم‌تنه بالایی و ریشه گردن در موقعیت عادی آناتومی، با تقریب مناسبی جهت صفحه میانی T1 و صفحه میانی[7] تنه را می توان منطبق فرض نمود. توصیف دقیق از ارتباط وضعی بین اجزای بدن نیازمند تعیین جهت گیری این سیستم‌ها در فضای لخت است.

۳-۳-۳ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: بالاتنه

مبدا مختصات: لبه فوقانی قدامی از چهارمین مهره سینه‌ای (T4) در صفحه میانی
جهت گیری: مطابق روشی که در بالا برای T1 ذکر شد، تعیین می‌شود.
یادآوری- یادآوری بند ۳-۳-۲ برای این سیستم نیز به‌کار می‌رود.

۳-۳-۴ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: لگن خاصره

مبدا مختصات: نقطه میانی خط اتصال بین خارهای ایلیاک قدامی فوقانی راست و چپ[8]. این خط فرضی قاعده مثلث وارونه‌ای را تشکیل می دهد که خارهای ایلیاک قدامی فوقانی را به بالاترین نقطه قدامی فوقانی برجستگی عانه[9] متصل می‌کند (مطابق آنچه که گفته شد سه راس مثلث را تشکیل می‌دهند).
جهت گیری: محور x این سیستم که از مبدا مختصات به سمت جلو ادامه می یابد، عمود بر صفحه مثلثی است که در بالا تعریف شد. محور y خطی است از راست به چپ که از خط اتصال خار ایلیاک فوقانی قدامی می‌گذرد. محور z این سیستم از مبدا گذشته و بر دو محور دیگر عمود است و در صفحه مثلث قرار داشته و آن را به دو نیم می‌کند.

---

1 - Anterior superior border
2 - Thoracic vertebra
3 - Posteroanteriorly
4 - Posterosuperior
5 - Posteroinferior
6 - Posterior spinous process
7 - Midsagittal plane
8 - Right and left anterior superior iliac spines
9 - Symphysis pubis

یادآوری۱- محور z سیستم محورهای مختصات آناتومی (لگن خاصره) در افرادی که بر روی یک سطح افقی صاف ایستاده‌اند یا بر روی یک صندلی مسطح افقی صاف نشسته‌اند، تقریباً عمودی است.

یادآوری۲- نقاط مرجع آناتومی لگن خاصره که مثلث پایه را تعریف می‌کنند برای ساختن این سیستم محورهای مختصات به کار می‌روند، اگرچه این نقاط به طور معمول در بدن انسان زنده و در جسد قابل لمس هستند (و از طریق رادیوگرافی قابل شناسایی‌اند)، اما تاکنون برای کسانی که برجستگی‌های استخوانی غیرعادی دارند، با جزئیات کامل تعریف نشده‌است. در این موارد نقاط مرجع که در ارتباط با لگن خاصره توسط آناتومیست‌ها بطور دقیق‌تری تعیین می‌شود، می‌تواند جایگزین گردد. علاوه بر این، برای کاربردهای بیودینامیکی این سیستم محورهای مختصات، متقارن فرض کردن دو طرفه لگن خاصره تقریب قابل قبولی به شمار می‌آید.

یادآوری۳- در اندازه‌گیری‌های بیودینامیکی که فرض می شود حرکت لگن خاصره یک ورودی مکانیکی به مهره های کمری ایجاد می‌کند، در تحلیل نهایی ضروری است موقعیت و جهت رابط بین استخوان خاجی و محل مهره پنجم کمر (L5) تعیین شود.

یادآوری۴- اگرچه در حالت تکیه داده یا خوابیده، بخش قابل توجهی از وزن شخص بین اندام‌ها و اعضای بالایی بدن توزیع می-شود، با این حال به منظور ارزیابی مواجهه انسان با شوک یا ارتعاش کل بدن، می‌توان فرض کرد شوک یا ارتعاش موثر از طریق لگن خاصره یا مرکز ثقل تقریبی بدن عمل می‌کند. استثنائات قابل توجه از این قاعده کلی باید گزارش شود.

۳ -۴ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی برای دست

۳-۴-۱ سیستم محورهای مختصات آناتومیکی: دست

مبدا مختصات: مرکز راس استخوان متاکارپال سوم (برآمدگی انگشت میانی) برای هر دست

جهت گیری: جهت این سیستم با استفاده ازآناتومی استخوانی دست به منظور جهت‌دهی به محور z تعیین می-شود، محور z از مبدا گذشته و در طول استخوان متاکارپال سوم امتداد می‌یابد. محور x این سیستم تقریبا عمود بر کف دست بوده، در حالی‌که کف دست در موقعیت آناتومیکی عادی رو به جلو باز می‌شود (به شکل الف-۳ مراجعه شود). محور y از مبدا گذشته، تقریبا از ریشه اولین انگشت کوچک عبور کرده و بر محور x و z عمود است.

یادآوری۱- به عنوان بخشی از سیستم محورهای مختصات متعامد راستگرد، محور y سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) از راست به چپ تعریف می‌شود (یعنی از ریشه انگشت اشاره به سمت ریشه انگشت کوچک دست راست در موقعیت آناتومیکی عادی). تصویر آینه‌ای این سیستم را برای اندازه‌گیری‌های دست چپ می‌توان اعمال کرد، اما توصیه می‌شود چنین موضوعی هنگامی‌که به عنوان مبنای گزارش مرتبط با داده های ارتعاش منتقل شده به دست به کار می‌رود، به وضوح مشخص شود (به استاندارد ملی شماره ۱۹۱۷۷ مراجعه شود). استفاده از سیستم محورهای مختصات آناتومی چپ گرد، هنگامی‌که نتایج مستقیما با داده‌های سیستم راستگرد مقایسه می‌شوند می‌تواند منجر به بروز نتیجه غیرعادی در جبر برداری شود (مثلا علامت نادرست در ضرب برداری). استفاده از سیستم چپگرد برای کاربرد اجزای متقارن سمت چپ بدن مناسب است.

یادآوری۲- جهت‌گیری مطلق سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) با توجه به موقعیت و حالت دست، مچ، ساعد و بازو تغییر می‌کند. در نتیجه، این سیستم به‌ندرت با سیستم محورهای مختصات اجزای محوری بدن (سر، قفسه سینه، لگن خاصره) موازی است. هنگامی‌که سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) به عنوان مرجع در نظر گرفته می‌شود، توصیه می‌شود حالت

دست و بازو، با توجه به کاربرد، به دقت تعریف شود. جهت گیری سیستم را می توان برای بسیاری از اهداف کاربردی، بصورت مستقل نسبت به یک سیستم محورهای مختصات وسط محور مناسب تعریف کرد. برای مثال، در تجهیزات مرتعش، قطعه‌کار، دستگیره یا وسیله کنترلی که نیاز است با دست نگه داشته شود. چنین سیستم محورهای مختصات وسط محور ممکن است به طور همزمان به عنوان چارچوب مرجع برای سیستم محورهای مختصات ابزار آلات تعریف شود تا ارتعاش منتقل شده به همان دست اندازه‌گیری شود (این ابزار آلات نسبت به شیء گرفته شده با دست ثابت هستند).

یادآوری۳- زمانی که، برای حمل ابزار ارتعاشی یا دستگیره ماشین آلات به طور معمول از دست استفاده می‌شود، به منظور چنگش یک دستگیره استوانه‌ای یا شبه استوانه‌ای، لزوماً نیاز نیست محور y سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) با محور دستگیره موازی فرض شود، اگرچه چنین فرضی به منظور برخی اندازه‌گیری‌ها با تقریب کافی مجاز است. شایان توجه است که، جهت‌گیری سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) با استفاده از جهت استخوان متاکارپال سوم در یک محدوده بزرگ حرکتی تعریف می‌شود و نسبت به حالت خمیده یا کشیده انگشتان دست مستقل می‌باشد (به شکل الف-۶ مرا جعه شود).

۳-۴-۲ سیستم محورهای مختصات وسط محور برای نیرو یا حرکت گذرنده از دست

۳-۴-۲-۱ در موردی که تجهیزات توسط یک یا دو دست با حالت چنگش گرفته می‌شود

مبدا مختصات: نقطه تعریف شده ای بر روی یک خط در سطح دستگیره یا اهرم دستگاه که با محور استوانه‌ای شکلی که دستگیره یا اهرم را تقریب می زند موازی است و اندازه‌گیری‌ها از روی آن گرفته شده یا استانداردها بر روی آن اعمال می‌شوند، یا بر روی خطی که توسط دو نقطه قابل شناسایی بر روی دستگیره یا اهرم تعریف می‌شود.

یادآوری- به عنوان جایگزین، نقطه وسط محور تقارن استوانه ای که دستگیره یااهرم دستگاه را تقریب می‌زند را می توان به عنوان مبدا مختصات سیستم وسط محور تعریف کرد اگر این محور به عنوان یک نقطه اندازه‌گیری برای ماشین آلات مستقیم یا تبدیلات هندسی داده‌ها در دسترس باشد. در هر مورد و برای هر روشی که تطبیق داده شود، موقعیت مبدا و جهت گیری سیستم محورهای مختصات وسط محور (دست) باید به دقت گزارش شود. در اندازه‌گیری ارتعاشات منتقل شده به دست، دقت در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

جهت گیری: محور x این سیستم از مبدا گذشته و بر روی خط شامل مبدا که در بالا تعریف شد، تصویر می‌شود. زمانی که محور x تقریبا در راستای محور عملکرد اصلی دستگاه است (مثلا به عنوان محور دریل برقی یا چکش پنوماتیک) یا یک خط موازی با آن است، جهت مثبت محور x باید در جهت عملکرد دستگاه فرض شود (غالبا به طرف قطعه کار). در مواردی که جهت عملکرد دستگاه، دستگیره در عرض قرار دارد یا زاویه بزرگی با آن می‌سازد (مثلا دستگیره‌های اره زنجیری)، جهت مثبت محور x باید در جهت کف دست در نظر گرفته شود (به سمت ریشه شست)، این راستا براساس روش دلخواهی که توسط یک کاربر راست دست برای نگه داشتن یا راهنمایی ابزار یا قطعه کار در هنگام چنگش به‌کار می‌رود، تعریف می شود. محور y سیستم محورهای مختصات وسط محور (دست) در مبدا با محور x متقاطع بوده و بر آن و بر سطح دستگیره یا محور در نقطه فرضی ورودی دست کاربر یا یک وسیله ماشینی، عمود شده است. محور z از مبدا گذشته و عمود بر هر دو محور x و y است.

یادآوری- روش تعریف شده، مناسب‌ترین روش برای اندازه‌گیری برروی ماشین آلات است (که شکل کلی وضعیت دست هنگام نگه داشتن یک تپانچه را تداعی می کند) و در آن یک دست دستگیره‌ای را نگه می‌دارد که محور آن با محورهای اصلی هندسی یا خط عملکرد ماشین‌آلات تقریباً زوایای قائمه می‌سازد در حالیکه دست دیگر می‌تواند برای نگه داشتن یا هدایت تنه یا محور دستگاه به‌کار رود. در بیشتر این نوع ابزار آلات (مثلا دریل برقی، چکش پنوماتیکی، ماشین های پرچ زن) بدنه با سیلندری که محور اصلی آن در جهت عملکرد ابزار قرار دارد تقریب زده می‌شود. سیستم‌های وسط محور مشابه را برای دستگیره‌ها یا سایر سطوح تماسی اره‌های برقی، آسفالت شکن‌ها و بیشتر ماشین‌آلاتی که به طور معمول با چنگش هر دو دست هدایت شده یا نگه داشته می‌شوند و همچنین برای ابزارها و قطعه کارهایی که جداگانه گرفته می‌شوند (مثلا قلم با چکش) می توان تعریف کرد.

۳-۴-۲-۲ در موردی که دستگاه‌ها یا قطعه‌کارها با کف دست و انگشتان بدون چنگش هدایت شده یا به پایین فشرده می‌شوند

مبدا مختصات: مرکز سطحی محدود در منطقه تحت فشار از سطح تماس بین دست و ابزار یا قطعه کار (در حالت عادی این نقطه، هنگام استفاده از کف دست یا انگشتان برای کار با ابزار یا قطعه کار، می‌تواند به دقت تعیین یا تعریف شود).

جهت گیری: محور x این سیستم از مبدا گذشته و به سطح اشاره شده در بالا عمود است. جهت مثبت محور x باید در جهت کاربرد دست به وسیله در نظر گرفته شود. محور y از مبدا گذشته و بر محور x عمود است و در سطح منطقه تحت فشار قرار می‌گیرد. این محور را می‌توان تقریبا موازی با محور y سیستم محورهای مختصات آناتومی دست عمل کننده در موقعیت عادی یا بیشتر تکرار شونده تعیین کرد. در روش دیگر راستای این محور را می‌توان به کمک خطی که از دو نقطه قابل شناسایی از ابزار آلات عبور می‌کند تعیین کرد. محور z سیستم وسط محور (دست) از مبدا گذشته و بر دو محور x و y عمود است. در روش دیگر، از سیستم محورهای مختصات بازی سنتری می‌توان استفاده کرد که مرکز آن بر روی دستگاه یا قطعه کاری است که دست بر روی آن قرار دارد و جهات هندسی آن نسبت به سازه ماشین آلات یا قطعه کار تعیین می‌شود. در همه موارد، مبدا و جهت‌های مربوط به سیستم محورهای مختصات وسط محور و سیستم محورهای مختصات ماشین‌آلات باید دقیق و واضح گزارش شود.

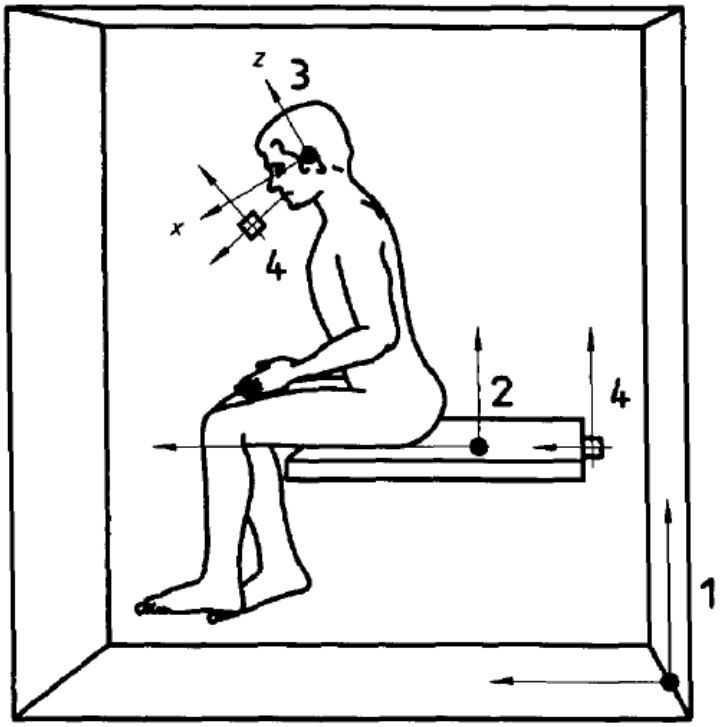
یادآوری- توصیه می‌شود در مواردی که به صورت عملی امکان‌پذیر است، جهت محورهای سیستم مختصات بر مبنای ماشین نسبت به محورهای کاری یا هندسه کلی آن با توجه به اصول مندرج در استاندارد ملی شماره ۱۳۶۰۸، تعریف شود. در برخی از کاربردها، مبدا سیستم محورهای مختصات وسط محور را می‌توان در یک نقطه بر روی محور عملکرد ماشین یا در موقعیت قابل شناسایی دیگری برروی قطعه کار در نظر گرفت.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تصاویر هندسی سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی

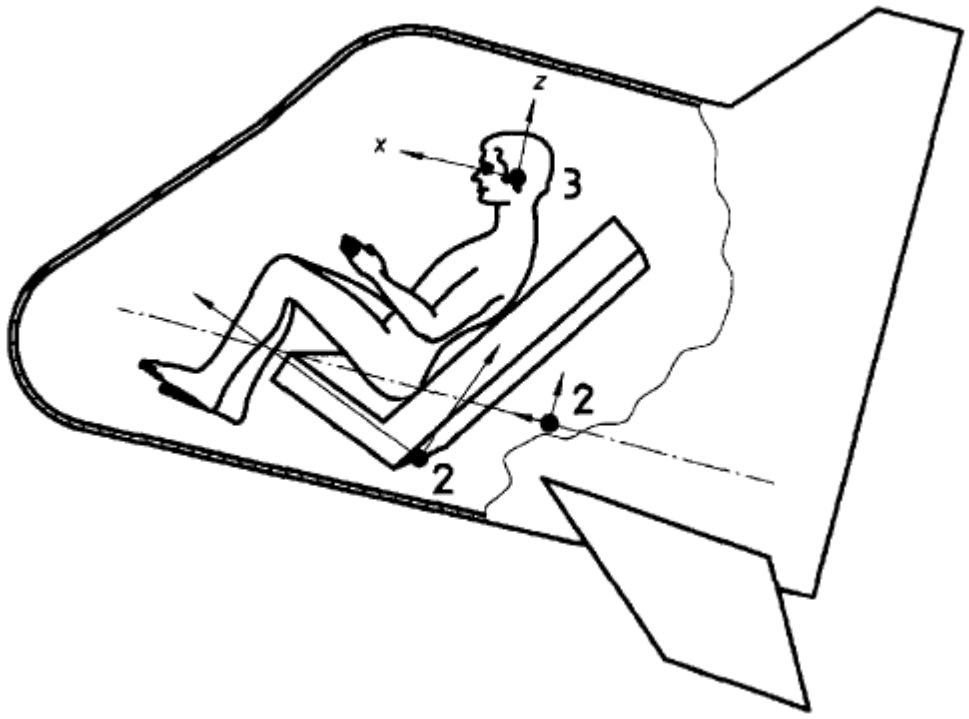
تصاویر سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی در شکل‌های الف-۱ تا الف-۶ نشان داده شده است. شکل‌های الف-۵ و الف-۶ راستای تقریبی محورهای x و z را برای اجزای اصلی آناتومی تعریف شده در این استاندارد، نشان می‌دهد. در هر مورد، محور y باید عمود بر صفحه مشخص شده تصویر شود. توجه داشته باشید این نمودارها تنها برای نمایش اصول کلی ترسیم شده‌اند و آناتومی دقیق بدن انسان و مقیاس‌ها مورد نظر قرار نگرفته است.



راهنما:

۱- سیستم محورهای مختصات زمین محور (چارچوب آزمایشگاهی مرجع)
۲- مبدا سیستم محورهای مختصات وسط محور (مثلا میز آزمون ارتعاش)
۳- مبدا سیستم محورهای مختصات آناتومی (سر)
۴- مبدا سیستم‌های مختصات تجهیزات (مثلا شتاب سنج هایی که بر روی صندلی و سر مونتاژ می‌شوند)

شکل ۱- الف- تصاویر هندسی سلسله مراتب سیستم محورهای مختصات بیودینامیکی در یک مکان ثابت مانند آزمایشگاه



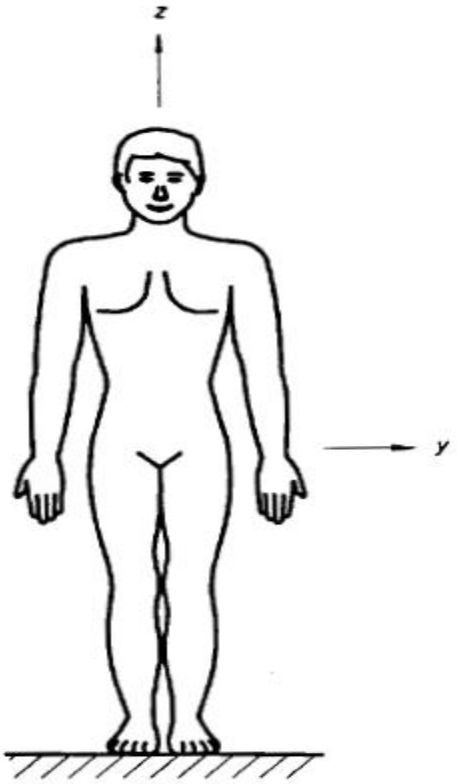
راهنما:

۲ مبدا مختصات سیستم محورهای مختصات وسط محور (مثلا مبدا مختصات صندلی و مرکز ثقل هواپیما)

۳ مبدا مختصات سیستم محورهای مختصات آناتومی (سر)

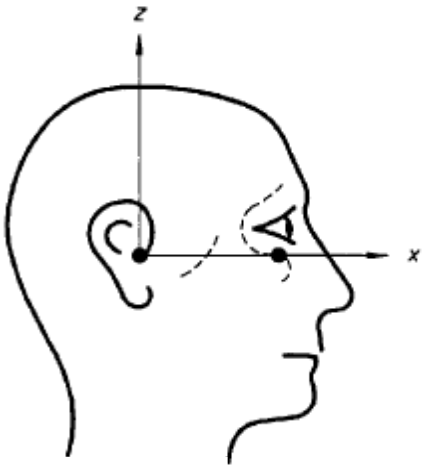
یادآوری- مثال نشان داده شده یک خلبان را در داخل هواپیمای در حال بلند شدن نشان می دهد. توجه داشته باشید که اگرچه در اینجا نشان داده نشده است، ممکن است هم شخص و هم تجهیزات نصب شده در هواپیما با هر سیستم نصب شده دیگر را نیزدر بر بگیرد. یک دستگاه محورهای مختصات تعیین می‌شود و مرجع آن آناتومی بدن انسان یا بدنه هواپیما است و برای تعریف جهت‌گیری لحظه‌ای سیستم محورهای مختصات هواپیما (بازی سنتر) نسبت به محور قائم دستگاه زمین محور (راستای جاذبه) به کار می‌رود.

شکل ۲- الف- تصاویر هندسی از سلسله مراتب سیستم‌های مختصات بیودینامیک در یک وسیله متحرک آزاد



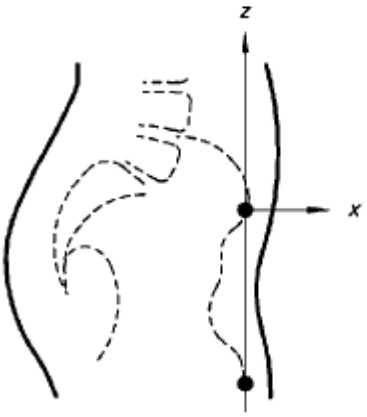
شکل ۳- الف- نمودار موقعیت آناتومی عادی (نمای جلو، یعنی تصویری که در راستای x دیده می‌شود)

شکل ۴- الف- تصویر هندسی جهت‌های سه محور درسیستم محورهای مختصات متعامد راستگرد، بیانگر محورهای x و y و z

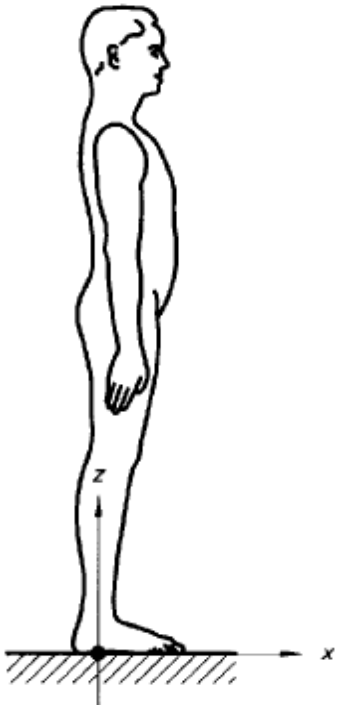


الف) سر

ب) مهره‌های گردن (T1 یا T4)



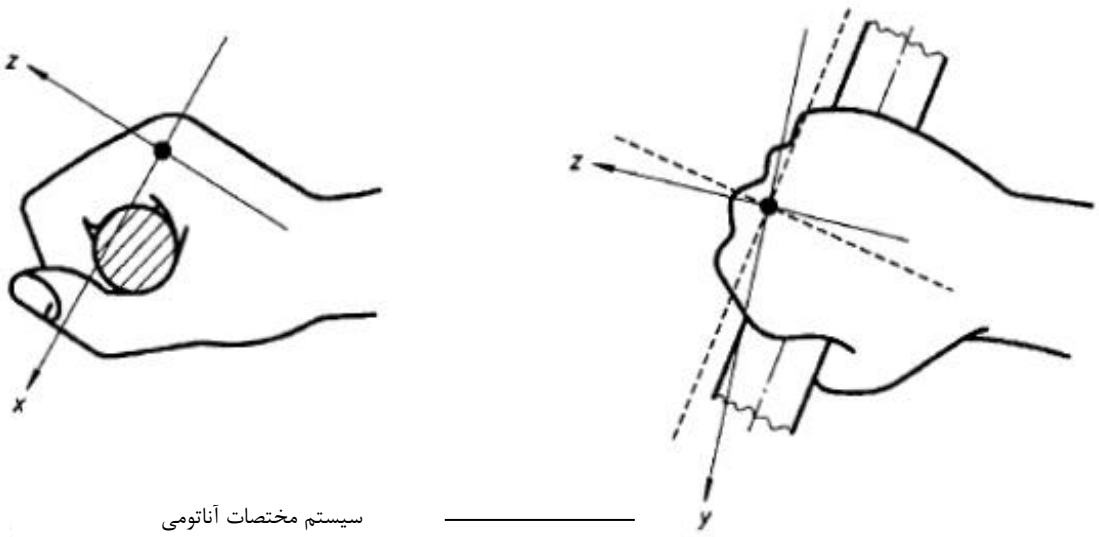
پ) لگن خاصره



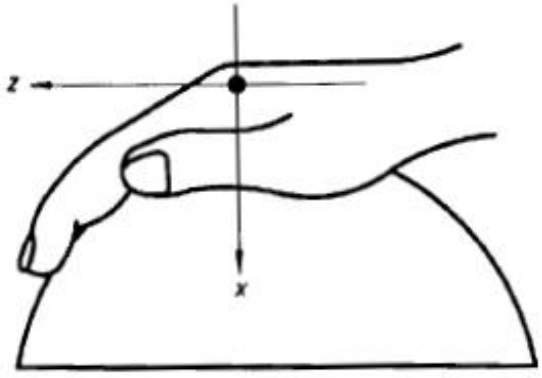
ت) شخص ایستاده بر روی سطح مسطح یا کف
(سیستم مختصات وسط محور برای کل بدن)

یادآوری- سه تصویر اول (الف، ب و پ) سیستم‌های مختصات آناتومی تعریف شده در این استاندارد را نشان می‌دهد. تصویر آخر (ت) سیستم محورهای مختصات وسط محور برای شخص ایستاده را تعریف می‌کند. در هر چهار تصویر محور y به سمت ناظر تجسم می‌شود.

شکل ۵- الف- تصاویر هندسی (بدون مقیاس یا جهت‌گیری) سیستم محورهای مختصات بیودینامیک که به طور مستقیم با شخص در ارتباط است



الف) موقعیت چنگش دست



ب) موقعیت تماس یکنواخت کف دست

یادآوری- مبدا سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست)، ابتدای استخوان متاکارپال سوم می‌باشد (قوزک انگشت وسط) و مستقل از عملکرد و حالت دست بوده (دو تصویر را مقایسه کنید) و با کف دست می‌چرخد. (به بند ۲ پیوست ب مراجعه شود).

شکل ۶- الف- سیستم محورهای مختصات بیودینامیک برای دست

پیوست ب

(اطلاعاتی)

نکات توضیحی در خصوص چارچوب آناتومی مرجع و سیستم محورهای مختصات بیودینامیک برای دست

ب-۱ سیستم محورهای مختصات بیودینامیک براساس قانون دست راست و تعامد تعریف می‌شوند. سیستم محورهای مختصات آناتومیکی هنگامی قابل استفاده هستند که با محورهای آناتومی اصلی بدن انسان (انسان با آناتومی طبیعی) در ارتباط باشند، به خصوص در موقعیت آناتومی عادی که با آناتومی کلاسیک منطبق باشد. در این موقعیت (که در هر کتاب آناتومی استاندارد توضیح داده شده است)، بدن به صورت راست ایستاده (یا بر پشت خوابیده برروی کف هواپیما) دیده می‌شود، با پاهای صاف که در کنار هم قرارگرفته است، سر عمود و نگاه رو به جلو است، دست‌ها صاف و در هر طرف رو به خارج است (کف دست‌ها رو به جلو است) به شکل الف-۳ مراجعه شود. البته، چنین حالتی به ندرت حین زندگی عادی رخ می‌دهد اما به عنوان موقعیت مرجع ابتدایی که ارتباط بین اندام‌ها و ساختارهای بدن با آن تعریف می‌شود، به‌کار می‌رود و با استفاده از آن همه حالت‌ها و تغییرات تعریف شده و اندازه‌گیری با استفاده از روش‌های آناتومی سنجی[1] انجام می‌شود.

در سیستم محورهای مختصات متعامد راستگرد (به شکل الف-۴ مراجعه شود)، سه محور (x,y,z) متقابلاً برهم عمودند و مبدا مشترکی دارند. علاوه بر آن، جهت آنها نسبت به هم در فضا منحصر به فرد است. چنین سیستمی را می‌توان با نگه‌داشتن انگشت‌های شست، اشاره و میانی دست راست در موقعیتی که در شکل الف-۴ دیده می-شود، تصویر کرد. براساس قرارداد، اولین محور سیستم محورهای مختصات آناتومی، بیانگر محور x بوده و به عنوان نزدیکترین محور موازی با راستای رو به جلوی بدن انسان در موقعیت عادی آناتومی تعریف می‌شود. (یعنی در امتداد خط دید از سر، یا عمود بر کف دست). محور دوم (y)، طبق قرارداد از راست به چپ از مبدا مشترک می‌گذرد درحالیکه محور سوم (z)، که متقابلا بر دو محور دیگر عمود است به سمت بالا می‌رود. جهت-هایی که انگشتان دست راست نشان می‌دهند، مانند سیستمی که در شکل الف-۴ دیده می‌شود، جهت مثبت هر محور می‌باشد.

ب-۲ در موقعیت چنگش عادی، به هنگام گرفتن دستگیره هر نوع ابزار دستی، فرمان دوچرخه یا غربیلک فرمان، یک مشت حول استوانه شکل می‌گیرد که شعاع آن برای بیشتر دستگیره‌ها معمولا حدود ۲۰ میلی‌متر است و از لحاظ ارگونومیک طراحی مناسبی برای چنگش توسط انسان است. با توجه به شکل ۶-الف در برخی از

1 - Anthropometry

چنگش‌ها، به طور معمول یک زاویه کوچک بین محور y سیستم محورهای مختصات آناتومی (دست) و محور تعریف شده برای دستگیره (سیستم محورهای مختصات بازی سنتر) وجود دارد. وقتی که از چنین سیستم بازی سنتری استفاده می‌شود، برای انتقال اطلاعات در نظر گرفتن این زاویه (مانند زاویه محاسباتی سیستم محورهای مختصات آناتومی) می‌تواند مجاز باشد.

در بسیاری از مشاغل، دست به سطحی با شعاع نسبتا بزرگ یا مسطح فشار می‌آورد تا آن را جلو برده یا ابزار قدرتی را هدایت کند. به منظور اندازه‌گیری استاندارد، می‌توان بسیاری از این سطوح را با کره‌ای با شعاع ۵۰ میلی‌متر تقریب زد. مبدا سیستم محورهای مختصات وسط محور در مرکز این کره یا نقطه‌ای در محدوده صفحه تماس که در سطح تحت فشار با کف دست قرار دارد، در نظر گرفته می‌شود (به بند ۳-۴-۲-۲ مراجعه شود).

پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتاب نامه

[1] ISO 2041:1990, Vibration and shock - Vocabulary.

[2] ISO 2631 -1:1997, Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - fart 1: General requirements.

[3] IS0 5349: 1986, Mechanical vibration - Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitfed vibration.

[4] IS0 5353:1995, Earth-moving machinery, and tractors and machinery for agriculture and forestry – Seat index point.

[5] IS0 5982:1981, Vibration and shock - Mechanical driving point impedance of the human body.

[6] IS0 6897:1984, Guidelines for the evaluation of the response of occupants of fixed structures, especially buildings and off-shore structures, to low-frequency horizontal motion (0,063 to 1 Hz).

[7] IS0 7096:1994, Earth-moving machinery - Laboratory evaluation of operator seat vibration.

[8] IS0 7962:1987, Mechanical vibration and shock - Mechanical transmissibility of the human body in the z direction.

[9] IS0 8041:1990, Human response to vibration - Measuring instrumentation.

[10] IS0 8662-1:1988, Hand-held portable power tools - Measurement of vibrations at the handle - Part 7: General

[11] IS0 9996:1996, Mechanical vibration and shock - Disturbance to human activity and performance -Classification.

[12] IS0 10326-1:1992, Mechanical vibration - Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration - Part 7: Basic requirements.

[13] Anonymous. Vibration Syndrome. Current Intelligence Bulletin 38, US Depaflment of Health and Social Services, National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinatti, Ohio: NIOSH Publication 83-1 1 O, 29 March 1983.

[14] Becker, E.B. and Willems, G.C., An experimentally validated 3-D inertial tracking package for application in biodynamic research, In: Proceedings of the 19th Stapp Car Crash Conference, Society of Automotive Engineering Transactions, Warrendale, Pennsylvania, 1975, pp 899-930.

[15] Brammer, A.J. and Taylor, W. (Eds), Vibration effects on the hand and arm in industry (edited presentations at the Third International Conference on Hand-Arm Vibration, Ottawa, May 1981), New York: John Wiley and Sons, 1982.

[16] Ewing, C.L. and Thomas, D.J., Human head and neck response to impact acceleration, United States Army and Navy Joint Report, Naval Aerospace Medical Research Laboratory Monograph 21 and US Army Aeromedical Research Laboratory Report 73-1, Pensacola, Florida, Naval Aerospace Medical Research Laboratory, August 1972.

[17] Gierke, H.E. von, Nixon, C.W. and Guignard, J.C., Noise and vibration. In: foundations of space medicine and biology. M. Calvin and O.G. Gazenko (Eds), Joint USNUSSR Publication. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, and Moscow: Academy of Science of the USSR, Vol. II, Book I, Ch 9, 1975.
[18] Griffin, M.J., Vibration injuries of the hand and arm: Their occurrence and the evolution of standards and limits. United Kingdom Safety and Health Executive Research Report No. 9, London: HM Stationary Office, 1980.
[19] Griffin, M.J., Handbook of human vibration. London and New York: Academic Press, 1990.
[20] Guignard, J.C., Vibration. In: Gillies, J.A. (Ed), a textbook of aviation physiology. Oxford: Pergamon, 1965, Ch 29.
[21] Guignard, J.C., Vibration. In: Guignard, J.C. and King, P.F., Aeromedical aspects of vibration and noise. AGARDograph AG-151. Neuilly-sur-Seine, France: NATO/AGARD, 1972, Part 1, pp 2-1 13.
[22] Guignard, J.C., Vibration. In: Patty's industrial hygiene and toxicology, Vol 3B, Theory and Rationale of Industrial Hygiene Practice: Biological responses, L.J. Cralley and L.V. Cralley (Eds), Ch 15, New York: John Wiley and Sons, 1985.
[23] Korhonen, O., Vibration and work. Proceedings of the finnish-Soviet-Scandinavian Vibration Symposium, Helsinki, 10 to 13 March 1975, Helsinki: Institute for Occupational Health, 1976.
[24] Taylor, W. and Pelmear, P.L., Vibration white finger in industry. London and New York: Academic Press, 1975.
[25] Thomas, D.J. (Chairman) and Committee Members: Robbins, D.H., Eppinger, R.H., King, A.I., Hubbard, R.P. and (in 1975) Reynolds, H.M., Guidelines for the comparison of human and animal analogue biomechanical data, first and second annual reports of an ad hoc-committee, Chairman, D.J. Thomas, Head, Biomedical Research Department, Naval Aerospace Medical Research Laboratory Detachment (now the Naval Biodynamics Laboratory), New Orleans, Louisiana, 6 December 1974 and 19 November 1975, respectively. (Requests for copies of these reports should be addressed to: Commanding Officer, Naval Biodynamics Laboratory, New Orleans, LA 701 89-0407, and USA.)
[26] Wassermann, D.E., Human aspects of occupational vibration. Advances in human factors/ergonomics, G.Salvendy (Ed) - 8. Amsterdam: Elsevier, 1987.