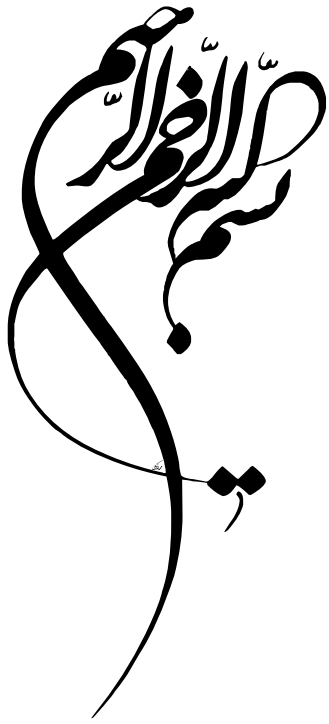
جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

شاخص های
آنتروپومتری استاتیکی کارگران ایرانی

۹-۰۹۰۲-۲۰۵۰۲۰۲

الزامات دستورالعمل ها و استانداردهای تخصصی ماکاسیمیت ها


بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

شاخص های آنتروپومتری استاتیکی کارگران ایرانی

الزامات، دستورالعمل ها و نمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست

- عنوان گاید لاین: شاخص های آنتروپومتری استاتیکی کارگران ایرانی
- کد الزامات : ۹-۰۹۰۲-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۹۸

مرکز سلامت محیط و کار:
تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری-وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار
تلفن: ۶۶۷۰۷۶۳۶-۰۲۱، دورنگار: ۶۶۷۰۷۴۱۷-۰۲۱
www.markazsalamat.ir

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:
تهران –میدان انقلاب-خیابان کارگر شمالی-نرسیده به بلوار کشاورز-پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم
تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱
http://IER.tums.ac.ir

کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی / سمت	محل خدمت
دکتر کاظم ندافی	دانشیار/ رئیس مرکز	مرکز سلامت محیط و کار
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد/ رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان
دکتر احمد جنیدی	دانشیار	دانشگاه تربیت مدرس
دکتر نوشین راستکاری	استادیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر عادل مظلومی	استادیار	دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس مریم رامین	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس خدیجه رحمانی	کارشناس	دانشگاه شهید بهشتی
دکتر اسماعیل فتح اللهی	کارشناس	دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهندس پارساییان	کارشناس	دانشگاه شهید بهشتی

از سرکار خانم مهندس فاطمه صادقی رئیس اداره کنترل عوامل شغلی مؤثر بر سلامت که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

فهرست

۱- مقدمه ۲

۲- تاریخچه آنتروپومتری ۳

۳- تعاریف ٦

٤- آنتروپومتری و طراحی ایستگاه کار ۷

٥- کاربرد داده های آنتروپومتریک ۹

٦- انواع طراحی بر اساس داده های آنتروپومتریک ۱۰

٦-۱ طراحی برای انسانهای کران (خیلی بزرگ یا خیلی کوچک) ۱۰

٦-۲ طراحی برای انسانهای متوسط ۱۰

٦-۳ طراحی برای محدوده قابل تنظیم و سازگار ۱۰

۷- عوامل مؤثر بر تغییرات اندازه های بدن ۱۲

۷-۱ سن ۱۲

۷-۲ جنس ۱۲

۷-۳ نژاد ۱۳

۷-٤ ساختمان بدن ۱۳

۷-٥ حرفه ۱۳

۷-٦ رژیم غذایی ۱۳

۷-۷ وضعیت سلامتی ۱٤

۷-۸ فعالیت های فیزیکی و تمرینات ۱٤

۷-۹ حالت و وضعیت بدن ۱٤

۷-۱۰ تغییرات ارادی ۱٥

۷-۱۱ زمان ۱٥

۷-۱۲ تغییرات دراز مدت ۱٥

۷-۱۳ لباس و تجهیزات فردی ۱٦

۸- روشهای اندازهگیری ابعاد بدن ۱٦

۸-۱ روش استاتیک ۱٦

۸-۲ روش دینامیک ۱۷

۹- متدهای آنتروپومتری ۱۸

۹-۱ روش اندازه گیری فواصل مستقیم ۱۸
۹-۲ روشهای عکاسی و فیلم برداری ۱۸
۹-۲-۱ روش انطباق زمینه شبکه ای روی شیء ۱۹
۹-۲-۲ روش فتومتریک : ۲۰
۹-۳ روش اندازه گیری سه بعدی ۲۰
۹-٤ روش رابطه بیومتریک ۲۲
۱۰- تحلیل آماری دادههای آنتروپومتریکی ۲٤
۱۰-۱ جمعیت ۲٤
۱۰-۲ نمونه ۲٤
۱۰-۳ انتخاب تصادفی ۲٤
۱۰-٤ انتخاب حدود استاندارد ۲٤
۱۰-۵ توزیع های آماری ۲۵
۱۰-۷ سایر پارامترهای مهم آماری مرتبط با آنتروپومتری ۲٦
۱۰-۸ تعیین اندازه نمونه ۲٦
۱۰-۹ عامل دقت و صحت در استخراج آمار آنتروپومتری ۲۷
۱۰-۱۰ صدکها و چگونگی استفاده از آنها در آنتروپومتری ۲۷
۱۰-۱۱ معادلات رگرسیون و ضرائب همبستگی ۲۹
۱۱- اندازه گیری ابعاد آنتروپومتری کارگران ایرانی ۳۰
۱۱-۱ روش اجرا ۳۰
۱۱-۲ ابزار و روش گردآوری داده ها ۳۱
۱۱-۳ روش محاسبه حجم نمونه ۳۲
۱۱-٤ تأثیر طراحی ۳۳
۱۱-۵ چهارچوب نمونه گیری در مناطق اجرای طرح ۳۳
۱۱-٦ تعیین تعداد و نوع ابعاد آنتروپومتریکی مورد نیاز ۳٦
۱۱-۷ ابعاد آنتروپومتریکی مورد مطالعه: ۳٦
۱۲- جداول شاخصهای آنتروپومتریکی شاغلین ایرانی ۵۳
۱۲-۱ تخمینهای آنتروپومتریک کارگران ۲۰-٦۰ ساله ایرانی (به تفکیک دانشگاههای مورد مطالعه) ۵٤
۱۲-۱ تخمینهای آنتروپومتریک کارگران ۲۰-٦۰ ساله ایرانی (به تفکیک قومیت) ۵٦
۱۳- یافته ها ٦۹
۱۳-۱ مقایسه هیستوگرام نرمالیتی قد در بین زنان و مردان شاغل ایرانی ٦۹

۱۳-۲ مقایسه چندگانه میانگین متغیرهای آنتروپومتری در دانشگاههای مورد مطالعه ۶۹
۱۳-۳ معادله رگرسیون متغیرهای وزن و قد در گروههای مورد مطالعه ۸۲
۱۴- محدودهٔ قابل تنظیم مورد نیاز برای طراحی ایستگاه کار ۸۳
۱۵- طراحی صندلی ۸۴
۱۵-۱ ارتفاع صندلی ۸۵
۱۵-۲ عمق صندلی ۸۵
۱۶- طراحی میز ۸۵
۱۶-۱ ارتفاع سطح بالائی و پایینی میز ۸۵
۱۶-۲ طراحی ارتفاع میز کار ۸۶
۱۶-۳ فضای مورد نیاز ران ها ۸۷
۱۷- پیشنهادات ۸۷
مراجع ۸۹

پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحبنظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاه های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

۱ – مقدمه

ارگونومی عبارتست از کاربرد روشها و اصول علمی و داده های برگرفته از اصول و شیوه های متعدد جهت توسعه سیستمهای مهندسی که انسان نقش مهمی را در آن ایفا می کند (۱).

نظر به اینکه در وضعیت‌های طبیعی بدن، تنه، بازوان و پاها درگیر کار استاتیک نمی‌شوند و حرکات طبیعی یکی از مهمترین عوامل در انجام کار با راندمان بالا تلقی می گردد لذا باید محیط کار را به گونه ای طراحی نمود تا با ابعاد بدن کارگر طبیق داشته باشد در چنین وضعیتی نیاز به دانستن این ابعاد جهت طراحی محیط های کاری اهمیت به سزایی دارد که پاسخگوی این نیاز مهم دانش آنتروپرمتری می باشد (۲).

آنتروپومتری از کلمات یونانی Anthropos به معنی انسان و Metri به معنی اندازه‌گیری مشتق شده است (۳) و بعنوان شاخه‌ای از فیزیکال آنتروپولوژی به اندازه‌های بدن انسان شامل اندازه - گیری اندازه‌های مختلفی از طول بدن، وزن و حجم اندام‌ها، فضای حرکتی و زوایای حرکتی هر یک از این اندازه ها پرداخته و در نهایت آمار و اطلاعات منتج از آن جهت تعیین شکل و اندازه ابزار و وسایلی که در محیط کار مورد استفاده این افراد قرار می گیرد بکار می‌رود (۴). تغییرات در شیوه های زندگی، تغذیه و نژاد جوامع منجر به تغییرات در توزیع ابعاد بدن می گردد. اطلاعات بدست آمده از تحقیق فیزنت و گریو، حاکی از آن است که مردان ۴۰ – ۳۰ درصد بلندتر، ۱۰۰ درصد سنگین‌تر و ۵۰۰ درصد قویتر از زنان می باشند و این تغییرات طبیعی انسانی مستلزم انتخاب روشی برای طراحی تمام محصولات و تجهیزات می باشد (۵).

آمارهای بدست آمده از مرکز سلامت محیط و کار حاکی از آن است که درصد بالایی از شاغلین کشور دارای وضعیت بدنی نامناسب[1] مشغول بکار می باشند (۶) (که این وضعیت منجر به ایجاد و افزایش ناراحتی های اسکلتی ـ عضلانی و صدمات مرتبط با کار خواهد شد). از طرفی به دلیل نداشتن بانک اطلاعاتی مناسب جهت تعیین ابعاد استاندارد و طراحی محدوده های قابل تنظیم، ناگزیر به استفاده از ابعاد آنتروپومتریکی کشورهای دیگر که دارای تفاوت‌های زیادی از لحاظ ابعاد آنتروپومتریکی با ابعاد بدن جامعه ما می باشند هستیم و یا اینکه طراحی براساس معیارهای ذهنی توسط شرکت های سازنده انجام می گیرد که بدلیل عدم تناسب ابعادی بین ابزارها و ایستگاههای کاری طراحی شده و ابعاد بدن کاربر عوارضی مانند اختلالات اسکلتی عضلانی، خستگی زودرس و

1. Awkward posture

سایر صدمات جسمانی را بدنبال خواهند داشت. آنتروپومتری می تواند دیدگاهی بسیار مفید درباره قابلیت استفاده در مراحل بسیار اولیه فرآیند طراحی بدهد، بعد از آن طراح می‌تواند از روش تجربی استفاده کرده و با استفاده از یک نمونه کوچک از کاربران، الگوهایی از قسمت‌های انتهایی دامنه آنتروپومتریکی را آزمون کند. لذا با عنایت به موارد مطرح شده ضرورت انجام تحقیقات آنتروپومتریکی و ایجاد بانک اطلاعاتی ابعاد آنتروپومتری مربوط به جامعه ایرانی به ویژه کارگران، جهت بکارگیری آن برای استانداردسازی وسایل و تجهیزات مورد استفاده این گروه و نیز ایجاد تناسب بین ماشین و انسان احساس می‌شود. به همین منظور تحقیق حاضر با هدف تعیین شاخصهای مورد نیاز برای طراحی ابزارهای کار و ایستگاههای کاری استاندارد و تدوین دستورالعمل طراحی ایستگاه کار ارگونومیکی به اجرا در آمد.

با امید به اینکه بتوانیم از یافته‌های این پژوهش جهت تدوین استانداردهای لازم برای طراحی وسایل، تجهیزات، ابزارها و ایستگاههای کاری متناسب با ابعاد بدنی ایرانیان کمک گرفته و گامی در جهت کاهش معضلات موجود بپردازیم.

۲- تاریخچه آنتروپومتری

آنتروپومتری عبارتست از اندازه گیری ابعاد بدن که با روشهای مختلف انجام می شود و در آنتروپومتری استاتیکی به اندازه گیری ویژگیهای بدن همانند شکل و اندازه بدن پرداخته می شود (۷).

ویتروس[1] که در قرون اول قبل از میلاد زندگی می کرد بدن را بدین صورت تفسیر کرد ارتفاع بدن شش برابر طول پا یا چهار برابر طول ساعد یا چهار برابر عرض سینه و یا ده برابر فاصله بین چانه تا پیشانی و یا ده برابر فاصله بین مچ دست تا نوک انگشت میانه می باشد. او صورت را به سه قسمت تقسیم کرد که عبارتند از قسمت تحتانی چانه تا زیر سوراخ بینی و از زیر سوراخ بینی تا خط بین دو ابرو و از خط بین دو ابرو تا قسمت بالای پیشانی. به عقیده ویتروس اگر فردی به پشت خوابیده باشد و دست به طرف بیرون کشیده شوند و پاها دور یک حلقه تماس پیدا کنند، ناف در مرکز بعنوان نقطه مرکزی در نظر گرفته می شود.

چیزی که در تاریخ در مورد آنتروپومتری می توانیم پیدا کنیم این است که در قدیم شکل انسان به تناسب اندازه گیری می شده است. در مصر طول انگشت میانه را بر اساس یک سوم طول سر

1 . Vitros

و گردن و یک هفدهم کل طول بدن محسوب می کردند. در اواخر قرن اول تعداد وسیعی از ارزیابیهای آنتروپومتری در قسمت های مختلف در دنیا انجام گرفت. در اوایل قرن نوزدهم نتایج اندازه گیری از استخوانها و اسکلت بدن ثبت شده است و در اواخر قرن نوزدهم علاقه زیادی به بررسی نحوه و جزئیات زندگی انسان ایجاد شد. در اوایل قرن بیستم آنتروپومتری به عنوان شاخه‌ای مهم درآنتروپولوژی مطرح شد. اما متدهای اندازه گیری متفاوت بود و مطالعه استاتیک از ابعاد بدن گسترش پیدا کرد که مقایسه ای برای رقابتها می باشد. همچنین علاقه زیادی در خصوص مطالعه حرکت بدن وجود داشته است. در سال ۱۹۲۰ گیلبرت[1] سعی در یک مطالعه علمی در خصوص حرکت انجام داد و مشخص کرد چه ابعادی از بدن برای طراحی میز و صندلی مورد نیاز است، در سال ۱۹۴۰ تحقیقاتی در مورد تاثیر ابعاد بدن بر روی طراحی وسایل مورد نیاز ارتش بعمل آمد، بعد از جنگ جهانی دوم متناسب بودن ماشین با انسان مد نظر قرار گرفت و مهندسی آنتروپومتری بوجود آمد و توسعه پیدا کرد (۸).

در سال ۱۹۴۰، William H. Sheldon, S.S. Stevens and W.B. Tucker کتابی به نام متفاوت بودن وضعیت فیزیکی بدن انسان منتشر کردند و در آن اصطلاحاتی را تشریح نمودند که عبارتند از سوماتوتیپ[2] و سه مشخصه انسانی که شامل: مزومورفی[3]، اندومورفی[4] و اکتومورفی[5] می باشد (۹).

در سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ با احتیاجات مهندسان جدید، روشهای اندازه‌گیری توسعه پیدا کرد و روشهای آماری پیشرفته راه را برای نوسازی مجدد تحقیقات آنتروپومتریکی و مهندسی کاربردی، نشان داد و گردآوری‌های مهم داده‌های آنتروپومتریکی، تکنیکها و روش‌ها در این مقطع زمانی انجام شده است (۱۰).

پس از جنگ جهانی دوم تأکید بر روی تطابق انسان و ماشین در هر دو بعد تجاری و سرویس های نظامی به قدری توسعه یافت که منجر به مطالعات ابعاد بدن و نیازهای فضاهای کاری به همراه عوامل فیزیولوژیکی و روانشناختی مربوط می شد. از این میان می توان به مطالعاتی که در دانشگاه

1. Gilberts
2. Somatotype
3. Mesomorphy
4. Endomorphy
5. Ectomorphy

هاروارد و یا مراکز نیروی هوایی آمریکا انجام گردید، اشاره نمود که مشارکت وسیعی در بدست آوردن اطلاعات دقیق و قابل اعتماد داشتند.

در دو دهه اخیر با پیشرفت تکنولوژی و کاربرد زیاد کامپیوتر در عرصه مطالعات، تغییرات بسیار زیادی در رویکرد جمع آوری اطلاعات و بکارگیری وسایل ویژه برای اندازه گیری هایی، که ناشی از نیازهای علمی، بودند بوجود آمده است. بطور مشخص نیاز مبرم به تعیین روابط فضایی در تطابق سه بعدی بعنوان یکی از وظایف و مشخصات آنتروپومتری در کارهای مهندسی شناخته شده است.

به همین منظور مهندسین نه تنها باید ابعاد بدن را بدانند بلکه باید از اینکه هنگام فعالیت این اجزا در کجا قرار می گیرند، نیز مطلع باشند. تا کنون متون زیادی درباره آنتروپومتری نگاشته شده است بخصوص در چند سال اخیر جزئیات بدن برای بیش از صد هزار گونه جمعیت در سرتاسر دنیا در دسترس می باشد.

اولین طرح اندازه گیری ابعاد جسمانی در ایران سال ۱۳۴۶ در نیروی زمینی ارتش و به منظور طراحی مناسب پوتین و لباس نظامی توسط مستشاران خارجی انجام شده است که البته بجز برخی از نتایج نهایی سایر اطلاعات طرح در دسترس نیست.

اندازه گیری ابعاد جسمانی دانشجویان دانشگاه تهران و همچنین دانش آموزان استان مازندران توسط آقای محمد امین موعودی در طی سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۷۲ (۱۱) و همچنین اندازه گیری ابعاد استاتیک دست در بین پرسنل نیروی زمینی ارتش توسط آقایان حامد صادقی علوی، خلیل دهقان، بابک جوانبخش و سرکار خانم مرجان کریمی در سال ۱۳۷۶، اندازه گیری ابعاد جسمانی پرسنل نیروی پنج گانه سپاه پاسداران انقلاب اسلامی توسط پژوهشکده طب رزمی دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (آقایان غلامحسین پورتقی، حامد صادقی علوم، خلیل دهقان)، از مهمترین و قابل توجه ترین پروژه های انجام شده در این زمینه در کشور ایران به شمار می رود (۱۲).

در تحقیقی که توسط yu-change line و همکارانش در سال ۲۰۰۴ انجام شد با بررسیهای آنتروپومتریکی به عمل آمده در برخی کشورهای آسیایی میانگین ارتفاع رکبی به ترتیب در کارگران زن چینی۲۷/ ۳۸ و سانتی متر و در کارگران زن کره ای ۳۸/۴ (۱۳) و در تحقیق yakohori و همکارانش در سال ۱۹۷۲ در خصوص بررسی ابعاد آنتروپومتریک کارگران زن ژاپنی این بعد ۳۶/۲بدست آمد (۱۰) و در کارگران زن هندی ۳۵/۴۳ سانتی‌متر است (۱۴). همچنین میانگین ارتفاع آرنج نشسته در کارگران زن ایرانی ۲۱/۵، چینی ۲۳/۸۶ و هندی ۲۲/۹۹ سانتی متر است. از طرفی میانگین قد در زنان ایرانی ۱۵۸، زنان چینی ۱۵۸/۶۲، زنان کره ای ۱۵۸/۸، زنان ژاپنی ۱۵۹/۶ و در

زنان هندی ۱۵۳/۲۳ سانتی متر می باشد لذا با مقایسه این ابعاد در کشورهای فوق الاشاره مشخص می شود که ابعاد مذکور در کارگران زن کره ای و چینی به کارگران زن ایرانی نزدیک تر می باشد. از طرفی کارگران زن هندی دارای جثه کوچک تری نسبت به زنان ایرانی، ژاپنی، کره ای و چینی می باشند. همچنین بر اساس همین تحقیق میانگین ارتفاع رکبی در کارگران مرد ایرانی ۴۱، چینی ۴۰/۱۳ و زاپنی ۴۰/۲۰ و هندی ۴۱/۷۰ سانتی متر است از طرفی میانگین قد در مردان هندی ۱۶۱/۴۰، چینی ۱۶۹، ژاپنی ۱۶۶ می باشد. همچنین نتایج پژوهش W.S.Marras و همکارانش نشان داد که میانگین قد کارگران بخش صنعتی آمریکا واقع در میانه غربی ایالات متحده ۱۷۴/۳۶ سانتی متر می باشد (۱۵). لذا با وجود اختلاف ۱۰ سانتی متری بین میانگین قد کارگران هندی و ایرانی ارتفاع رکبی در این دو گروه اختلاف چندانی ندارد و قد کارگران مرد ایرانی بطور متوسط ۳ الی ۱۰ سانتی متر بلند تر از کارگران مرد کشورهای آسیایی فوق الاشاره می باشد. بنا بر عقیده فیزنت، تغییرات ابعاد بدن گروههای مختلف را می توان بر حسب سایز بدن و نسبت بدنی ملاحظه نمود (۱۶). همچنین تفاوتهای معنی داری در خصوص نسبت بدنی نژادهای مختلف می‌توان مشاهده نمود (۱۷). با توجه به مقایسه نسبت های بدنی کارگران زن و مرد در برخی کشورهای آسیایی از جمله ایران ملاحظه می شود که اغلب ابعاد میانگین و کلیه نسبت‌های بدنی دارای اختلافات معنی داری هستند و ویژگیهای مورفولوژیکی این گروهها با هم یکسان نیستند چینی‌ها دارای بالاتنه باریک و اندام متوسط هستند. ژاپنی‌ها بالاتنه پهن تر و اعضاء بدن کوتاه‌تری دارند. شکل بدن کره‌ای‌ها در میان این گروهها دارای حد وسط است اما اعضای فوقانی‌شان بلندتر است تایوانی‌ها دارای شانه پهن و دست و پای بلند هستند.

۳- تعاریف

در آنتروپومتری لغات و اصطلاحاتی از قبیل ارتفاع، پهنا، عمق و ... مورد استفاده قرار می گیرد که مفهوم خاصی برای آن مشخص شده است لذا در این قسمت به معرفی این اصطلاحات می پردازیم (۱۱).

ارتفاع: منظور از ارتفاع، تعیین فاصله دو نقطه ابتدا و انتهای یک خط مستقیم به صورت عمودی است مثل ارتفاع قد.

پهنا: منظور از پهنا، تعیین فاصله دو نقطه عرض بدن بصورت مستقیم و افقی می باشد مثل پهنای باسن.

عمق: منظور از عمق، تعیین فاصله دو نقطه جلو و عقب بدن به صورت مستقیم و افقی می باشد مثل عمق سینه.

فاصله: منظور از فاصله، تعیین دو نقطه ابتدا و انتهای نقاط مشخصی از بدن به صورت خط مستقیم می باشد.

انحنا : منظور از انحناء، اندازه بخش هائی از بدن است که نه بسته است نه دایره ای مثل انحنای چانه.

محیط: منظور از محیط، اندازه های بسته ایست که انحناهای بدن دارد، این اندازه ها دایره ای نیست مانند محیط کمر.

حد دسترسی: منظور از حد دسترسی، اندازه محور طولی بازو (از شانه تا آرنج یا از شانه تا مچ) می باشد و در مورد پا محور طولی تمام پا یا ساق پا در نظر گرفته می شود.

درازا: ابعادی هستند که در محور امتداد بدن اندازه گیری می‌شوند مثل درازای دست.

برجستگی ها: فواصل مربوط به برآمدگی یک نقطه از بدن نسبت به نقطه‌ای دیگر مثل برآمدگی گوش یا برآمدگی بینی.

۴- آنتروپومتری و طراحی ایستگاه کار

در حال حاضر بدلیل عدم تطابق ابعادی بین ویژگیهای آنتروپومتریک شاغلین ایرانی و طراحی ایستگاه کار در محیط های کار کشور، درصد بالایی از شاغلین با مشکلات وضعیت نامناسب بدن مواجه اند (۷). بطوریکه بر اساس آمارهای مرکز سلامت محیط و کار در سال ۱۳۸۹، ۵۰ درصد از شاغلین کشور در حین انجام کار دارای وضعیت بدنی نامناسب می باشند، همچنین بر پایه همین آمارها ۲۶ درصد از شاغلین با ابزار کاری نامناسب[1] مشغول بکار می باشند (۶). انجام کار در شرایطی که وضعیت بدن حالت طبیعی و خنثی نداشته و فشار وضعیتی بر فرد وارد می گردد می تواند سلامت شاغلین را تهدید نموده (۸) و ریسک ابتلا به آسیب های شغلی بویژه اختلالات اسکلتی عضلانی را افزایش دهد. به گونه ای که مطابق آمار واحد طب کار مرکز سلامت محیط و کار آسیب های اسکلتی ـ عضلانی از نظر فراوانی رتبه دوم را در بین بیماری های شغلی در کشور دارا می باشد (۹). لذا با توجه به رابطه نزدیکی که بین وضعیت بدن حین انجام کار و طراحی ایستگاه کار وجود دارد، می توان سلامت، ایمنی و بهره وری کارگر را در گرو طراحی مناسب ایستگاه کار دانست.

1. Bad Designed Tools

از طرفی یکی از ارکان مهم در طراحی ایستگاه کار ارتفاع کار می باشد که به سطح کار و نوع کاری بستگی دارد که انجام می شود و وضعیت بدنی ایجاد شده بوسیله یک کاربر در ارتباط با اعضای فوقانی به مقدار زیادی بستگی به این دو عامل دارد. برای اینکه کاربران در حین انجام کار بتوانند وضعیت عمودی بدن خود را در حالت ایستاده یا نشسته حفظ نمایند باید ارتفاع کارشان در حد ارتفاع آرنج یا مقدار کمی زیر ارتفاع آرنج باشد. در وضعیت نشسته ارتفاع میز و صندلی ابعاد اساسی جهت نشستن راحت تلقی می شوند ارتفاع صندلی نباید بلند تر از ارتفاع رکبی کاربر باشد. در تعیین اینکه میز کار چه ارتفاعی داشته باشد تا کاربر بتواند روی کف ایستاده و کار را با ایمنی کامل انجام دهد عواملی نقش دارند. هنگامیکه در مورد ارتفاع کار صحبت می شود معمولاً این ارتفاع باضافه هرگونه ارتفاع اضافی برای قطعه کار یا فرآورده مد نظر می باشد. بعبارت دیگر ارتفاع کار به کمک ارتفاع آرنج محاسبه می شود و آن را می توان ارتفاعی دانست که دست های کاربر در آن ارتفاع مشغول به انجام کار می باشد. از آنجا که ارتفاع رکبی و ارتفاع آرنج در عمل چندان بهم مربوط نیستند لذا قابل تنظیم بودن ارتفاع صندلی و میز کار ضروری است.

برای طراحی ارگونومیک ایستگاه کار بایستی به جمعیت کاربر و محدوده لازم جهت قابلیت تنظیم ابعاد ایستگاه کار توجه نمود. ضمنا مقبولیت هزینه های اقتصادی طرح نیز بایستی در طراحی مد نظر قرار گیرد. همچنین صدک ها در مسایل طراحی مبنایی جهت اتخاذ تصمیم در مورد نسبتی از افراد که بسیار بالاتر یا پایین تر از حدود طراحی ممکن قرار می گیرند (۱۰). از آنجایی که طراحی برای تمام افراد یک جامعه از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست لذا با در نظر گرفتن نیاز اکثریت جامعه ۹۰ درصد افراد در این طراحی لحاظ شدند بنابراین صدک های پنجم و نود و پنجم از ابعاد بدن برای گستره حدود طراحی در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه تا کنون مطالعات جامعی در کشور در زمینه تدوین دستورالعمل ها و استانداردهای لازم جهت طراحی ایستگاه کار و وسایل مورد استفاده از آن مطابق ابعاد آنتروپومتری شاغلین ایرانی صورت نپذیرفته، لذا این بررسی جهت دستیابی به ابعادی که در طراحی میز و صندلی کار حائز اهمیت بوده و برای تنظیم دستورالعمل ها و راهنماهای فوق الاشاره مورد نیاز می باشد انجام گرفت.

۵- کاربرد داده های آنتروپومتریک

داده های آنتروپومتری به طراح اجازه می دهد که طراحی مناسب برای انسان انجام دهد. طراحی که تا حد ممکن تعداد بیشتری از جمعیت هدف را پوشش می دهد. این امر به معنی به حداقل رساندن تعداد افرادی است که از محدوده تحت پوشش طراحی کنار گذاشته می شوند. انسان ها در ابعاد زیادی باهم تفاوت دارند: نیازها، هوش، بینایی، تخیل، مهارت، قدرت عضلانی، سن، طول دست و پا و ...

آنتروپومتری بسته به نوع کاربرد به شیوه هایی گوناگون مورد استفاده قرار می گیرد. بطور کلی آنتروپومتری در دو زمینه کاربرد دارد:

۱- برای تطبیق و تناسب ماشین با انسان در جهت راحتی و افزایش راندمان کاربر

۲- جهت استانداردسازی وسایل و تجهیزات مورد استفاده برای فرد یا کل جامعه

بیشتر شاخص‌های آنتروپومتریک برای طراحی ایستگاههای کاری که محدودیت‌های بسیار زیادی دارند مانند کابین خلبان بکار می رود همچنین در طراحی تجهیزات نظامی مانند کفش، کلاه و سایر ادوات مرتبط نظامی کاربرد دارند در طراحی خودرو نیز برای طراحی صندلی خودرو و نیز سایر قسمت‌ها مانند پدال‌های خودرو الگوهای آنتروپومتری بکار گرفته می شوند.

شکل ۱- کاربرد داده های آنتروپومتریکی در طراحی کابین خودروها

در محیط های صنعتی که بیشتر افراد می توانند در اطراف ایستگاه کار خود آزادانه حرکت کنند برای طراحی آنتروپومتری به الگوهای پیچیده ای نیاز نیست و طراحی آنتروپومتریک ایستگاه کار به آسانی میسر است. فرض کنید می خواهیم جعبه سنگینی را از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل کنیم با توجه به واقعیت تفاوت انسان ها دو استراتژی اصلی برای این کار وجود دارد:

انتخاب افرادی قوی از بین کارگران برای حمل جعبه (تناسب انسان با شغل)

طراحی مجدد شغل بطوریکه هر فردی قادر به انجام آن باشد (تناسب شغل با انسان)

۶– انواع طراحی بر اساس داده های آنتروپومتریک

در تعیین داده های آنتروپومتری سه هدف مد نظر است:

۶–۱ طراحی برای انسانهای کران (خیلی بزرگ یا خیلی کوچک)

۱. در این طراحی حد بالا (صدک نود و پنجم) و حد پایین (صدک پنجم) جمعیتی که طراحی برای آن انجام می شود ملاک عمل قرار می گیرد.
۲. در این طراحی گاهی از حد بالا بطور مثال برای تعیین ارتفاع لبه فوقانی قاب درب ورودی و گاهی حد پایین بطور مثال برای تعیین حداکثر ارتفاع نصب سیستم های اعلام حریق استفاده نمود.

۶–۲ طراحی برای انسانهای متوسط

در این طراحی مبنای اطلاعات صدک پنجاهم جمعیت می باشد. عموماً برای طراحی وسایل و تجهیزاتی عمومی کاربرد دارد، مانند ارتفاع نشیمنگاه برای صندلی پارک ها، ابعاد دستگیره دربها و نظایر آن.

۶–۳ طراحی برای محدوده قابل تنظیم و سازگار

این نوع طراحی بیشترین کاربرد را در صنعت و مشاغل دارد چرا که متناسب با کاربر و قابل تنظیم می باشد (صدک ۵ تا ۹۵).

استدلال غلط مرد متوسط: طراحی وسایل و تجهیزات طوریکه فقط افراد متوسط مدنظر قرار گیرند اشتباه جدی می باشد که باعث بسیاری از عیوب و کاستیها در گذشته است. بنا به تعریف، ۵۰ درصد از افراد جامعه ممکن است بعلت طراحیهائی که برای صدک ۵۰ صورت گرفته است صدمه دیده و اصلا مورد توجه قرار نگیرند.

مثالها:

۱- وزن: صندلیهائی که برای افراد سنگین وزن طراحی شده اند می توانند برای استفاده افراد سبک وزن نیز مناسب باشند اما عکس آن صحیح نمی باشد. صندلیهائی که منحصرا برای افراد با وزن متوسط ساخته شده اند ممکن است نتوانند وزن افرادی را که در بالای صدک ۵۰ قرار دارند تحمل کرده و بشکنند.

۲- فاصله دسترسی: طراحی برای افراد کوچکتر باعث می شود که هم افراد کوچک و هم افراد بزرگ بتوانند براحتی از وسیله طراحی شده استفاده کنند عکس آن صحیح نمی باشد. اما طراحیهائی که منحصرا افراد متوسط را مدنظر قرار می دهند برای افرادی که در زیر صدک ۵۰ قرار دارند مناسب نمی باشد. از جنبه های دیگر استدلال غلط مرد متوسط این است که تعداد بسیار کمی از افراد از تمام جهات یا حتی در بعضی موارد دارای ابعاد متوسط می باشند.

بطور کلی کمتر از ۴٪ از کل افراد یک جمعیت دارای مقادیر متوسط در ۳ صفت یا بعد اندازه گیری شده می باشند و حدود ۱٪ از کل افراد جمعیت دارای مقادیر متوسط در ۴ صفت یا بعد اندازه گیری شده می باشند (یعنی اگر سه اندازه مثلا قد، وزن و محیط قفسه سینه را در نظر بگیریم تنها کمتر از ۴٪ از کل افراد جمعیت در هر سه این موارد ذکر شده دارای مقادیر متوسط می باشند). نکات ذکر شده برای قد و وزن و محیط قفسه سینه حقیقت داشته برخلاف اینکه این ابعاد مستقل نبوده بلکه وابسته اند. نه تنها از نظر تئوری فرضیه مرد متوسط غلط و سفسطه آمیز می باشد بلکه در عمل نیز مهندسان و طراحان ابعادی را به عنوان متوسط درنظر می گیرند که حقیقتاً از متوسط هر کدام از ابعاد به تنهایی اختلاف دارد.

۷– عوامل مؤثر بر تغییرات اندازه های بدن

تفاوت گروه‌ها در ابعاد بدن از فاکتورهای متنوع بیولوژیکی و محیطی متأثر است. فاکتورهایی مثل سن، جنس. در صورتیکه حالت خمیدگی در حالت نشسته طبیعی، ممکن است تاثیر خیلی کمی روی اندازه ها داشته باشد.

بطور خلاصه فاکتورهای تاثیر گذار روی ابعاد بدن شامل موارد زیر است:

۷–۱ سن

با افزایش سن همه ابعاد بدن پیوسته افزایش می‌یابد، ولی بعضی اوقات بدون قاعده از موقع تولد تا سالهای ۱۳ تا ۱۹ یا نزدیک ۲۰ سال رشد کامل می‌شود. رشد کامل برای مردان ۲۰ سالگی و زنان ۱۷ سالگی می باشد. اندازه‌های سر، بینی و لاله گوش به آرامی در طول زندگی افزایش می‌یابد گود شدن سینه در سن پیری در نتیجه خمیدگی غیرعادی ستون فقرات پشتی بطرف عقب[1] (افزایش انحنای ستون فقرات صدری) و بزرگ شدن بخش فوقانی قفسه سینه به طرف بیرون می باشد. وزن، پهناها، عمقها و محیط ها تماماً در طول میان سالگی افزایش یافته، و دوباره در سن پیری کاهش می - یابد. البته وزن هم تحت تأثیر رژیم غذایی و فعالیت‌های فیزیکی و سن می‌باشد.

۷–۲ جنس

معمولا ابعاد بدن مردان بزرگتر از زنان می باشد ولی در زنان بطور ثابت پهنا و دور باسن و محیط ران بزرگتر از مردان است، در مردان بازو و ساق پاها بطور مطلق از زنان دراز تر نیست و نسبت قد و ارتفاع تنه بزرگتر است. آبستنی بطور محسوس روی اندازه های بدن زنان (بیشتر روی ناحیه شکم و لگن و همچنین پستانها) تاثیر دارد. همچنین تغییرات آنتروپومتریکی مخصوص در حدود ماه چهارم آبستنی بوجود می آید.

1. Kyphosis

۷–۳ نژاد

اختلاف وسیعی در ابعاد مختلف بدن در میان نژادها، زیر نژادها و گروه های قومی و ملیتی وجود دارد. کمترین یا کوچکترین اندازه ها در آدم های کوتاه قد آسیا و آفریقا و سیاهان وابسته به رود نیل آفریقا و یا تعدادی از مردمان شمال غربی اروپا دیده شده است.

۷–۴ ساختمان بدن

باید توجه شود ریخت بدن در میان نژادها و همچنین در میان افراد یک نژاد متنوع است با قد مساوی شخصی ممکن است لاغر، دیگری چاق و سومی عضلانی باشد بطور مثال مرد ۱۵۰ پوندی (۶۸ کیلوگرم) ممکن است بلند قد و لاغر، کوتاه قد و چاق، کوتاه قد و عضلانی و ... باشد. خصوصیات بدنی همچنین در بدن اشخاص مختلف است. مردان با قد مساوی ممکن است ساق پاهای درازتر و یا تنه کوتاهتر داشته باشند و برعکس.

۷–۵ حرفه

اختلاف در سایز بدن در میان گروه های شغلی عادی می باشد. بطور متوسط، کارگران صنایع فولاد، رانندگان کامیون، ورزشکاران از دفترداران، پروفسورها و هنرپیشگان عضلانی تر می باشد. زیرا شغل های بخصوص، توانائی های فیزیکی و قابلیت های ویژه ای را ممکن است لازم داشته باشند.

۷–۶ رژیم غذایی

تأثیر بسزائی روی تعدادی از ابعاد بدن دارد. سوء تغذیه یا تغذیه نارسا در طی رشد مانع حداکثر رشد همه ابعاد بدن می شود. بعد از بلوغ رژیم غذایی بطور قابل ملاحظه ای بیشترین تاثیر را روی بافت چربی دارد در نتیجه محیطها، پهناها و عمق ها نسبتاً بیشتر از طول های ثابت بدن تحت تأثیر قرار می گیرند. رژیم غذایی ویژه ای را دنبال کردن، پرهیز و سوء تغذیه می تواند اندازه های بدن بخصوص عمق شکم یا کمر یا دور باسن را اساساً کاهش دهد. در گرسنگی طولانی ابعاد بدن بطور شدید کاهش می یابد در صورتیکه قد و دیگر طول های بدن کمتر کاهش می یابد با این وجود محسوس می باشد (KEYS و همکاران او ۱۹۵۰).

گروه های با سایز بدنی بزرگتر با وضع اقتصادی و اجتماعی بالاتر، نشانه داشتن تغذیه بهتر و بیماری کمتر می باشد.

۷–۷ وضعیت سلامتی

بیماری ممکن است اندازه های بدن را تغییر دهد اما تغییرات مهم در سایز بدن (بجز وزن) در نتیجه بیماری نادر است.

۷–۸ فعالیت های فیزیکی و تمرینات

ورزش، ابعاد وابسته به بافت چربی را کاهش و ابعاد وابسته به عضلات را افزایش می دهد. مقدار تغییرات با شدت، نوع و زمان تمرین تغییر می کند. ابعاد بعد از اینکه تمرینات متوقف شد بسمت مقدار اولیه اش بر می گردد (Seltzer - 1946, Tanner - 1952).

۷–۹ حالت و وضعیت بدن

تعدادی از اندازه های بدن با طرز قرار گرفتن یا وضعیت بدن تغییر می کند. برای استاندارد ساختن و مقایسه کردن آنتروپومتریستها معمولا به وضعیت های عمودی و کشیده نیاز دارند. قد، ارتفاع چشم، ارتفاع نشسته یا خمیدگی، بطور محسوس کمتر از موقعی است که بدن در حالت راست و کشیده اندازه‌گیری می‌شود (حدود ۱/۷۵ اینچ (۴/۵ سانتی متر) کمتر برای ارتفاع نشسته).

ارتفاع ایستاده کمتر از طول در حال درازکش می باشد، و ۰/۲ تا ۰/۸ اینچ (۰/۵ تا ۲ سانتی متر) کمتر از وقتی است که شخص بطور قائم و بدون تکیه بر چیزی ایستاده است.

در حالت نشسته پهنای باسن و عمق شکم بیشتر از وضعیت ایستاده است. بیشتر ابعاد دینامیکی با حرکت بدن عوض می شوند بنابراین حداکثر دسترسی بازو با حرکت آزاد شانه یا تنه خیلی بیشتر از حداکثر دسترسی بازو با شانه و تنه مهار شده می باشد.

۷-۱۰ تغییرات ارادی

شخص می تواند بطور ارادی پاره ای از ابعاد بدن خود را تغییر دهد مثلا عمق شکمی بوسیله کشش شکم کاهش می یابد. دور، عمق و پهنای سینه در هنگام بازدم کوچکتر از اندازه آن در هنگام دم می باشد. قد با قوز کردن کاهش می یابد. تغییرات ارادی برای طبیق دادن شخص با فضای محصور مورد استفاده قرار می گیرد اما این تدابیر موقتی و نامطلوب هستند.

۷-۱۱ زمان

در یک شبانه‌روز ابعاد بطور محسوسی تغییر می نمایند. شخص بعد از بلند شدن از خواب از طول قدش کاسته خواهد شد (به سبب فشرده شدن مهره های واقع در میان دیسکها). بنابراین ارتفاع - های بدن بلافاصله بعد از برخاستن از خواب بیشترین و قبل از استراحت شبانه کمترین مقدار را خواهد داشت.

این اختلاف بین این دو مقدار ۰/۵ اینچ (۱/۲ سانتی متر) برای بچه ها (Kelly, Maling Hansen - 1986 و همکاران) و ۰/۹۵ اینچ (۲/۴ سانتی متر) برای مردان بالغ (Bakman - 1924) می باشد. عموماً وزن در طول روز کم می شود. تغییرات در وزن در نتیجه خوردن، نوشیدن و دفع مدفوع و ادرار و عرق ریختن می باشد. مقدار معقول برای تغییرات طبیعی ۱ یا ۲ پوند (۴۵۳ گرم یا ۹۰۶ گرم) شاید ماکزیمم آن ۲ درصد از کل وزن بدن باشد (Dempster - 1961).

۷-۱۲ تغییرات دراز مدت

تغییراتی در سایز بدن انسان از ماقبل تاریخ تاکنون بوقوع پیوسته است. تمایل بسمت افزایش در قد و بیشتر اندازه های دیگر بدن می باشد که در اروپا در حدود ۱۰۰ سال قبل شروع شده است (BOWLES - 1932, HANSEN - 1912) این تغییرات به اندازه کافی در قرن حاضر بیشتر شده است لذا نتایج بررسیهای آنتروپومتری قرنهای ۱۹ و ۲۰ را برای مهندسی انسان که امروزه استفاده می شود را بهم می زند. اگرچه بهسازی محیط، بویژه پیشرفت امکانات پزشکی در دسترس و وضع تغذیه عامل بیشترین افزایش در سایز بدن می باشد یک فاکتور ژنتیکی نیز ممکن است نقشی را برعهده داشته باشد. این فاکتور در نتیجه یک اصلاح نژادی یا هیبریدهای قوی باعث افزایش تحرک هم جغرافیایی و هم اجتماعی و ازدواجهای خارج از گروه‌های داخل یک نژاد می باشد.

۷–۱۳ لباس و تجهیزات فردی

لباس و تجهیزات فردی بعضی اوقات بطور قابل توجهی روی ابعاد بدن انسان تاثیر می گذارد. حداقل افزایش بوسیله لباس راحتی داخل خانه یا لباس تابستانی شامل لباس زیرکتانی، پیراهن، شلوار، جورابها، کفش و شاید ژاکت باشد. حداکثر افزایش بوسیله لباسهای محافظ زمستانی حجیم، که معمولا شامل:

الف) برای اشخاص: پارچه های پشمی سنگین شامل زیرپوشهای بلند، شلوار، پیراهن، ژاکت گرم کن، اورکت، جوراب، چکمه، کلاه و دستکش.

ب) برای نیروهای ارتشی: زیرپوش بلند، پیراهن، لباس رزم، اورکت، کلاه، کلاه خود آهنی، جوراب، پوتین و دستکش اسلحه و مهمات و دیگر تجهیزات می باشد. لباس و تجهیزات فردی بعضی اوقات می تواند باعث کاهش ابعاد بدن شود تا اینکه آن را افزایش دهد. ادوات سنگین می تواند ارتفاع ننشسته و هم قد را بوسیله بازداشتن انبساط ستون فقرات کاهش دهند. محدوده دسترسی بازو در حال کار، یک اندازه دینامیک است که بوسیله ژاکتهای حجیم یا کت محدود می شود نتیجه اینکه ابعاد و اندازه های بدن افراد باید با تکنیک های یکسان چه در حالت برهنه (بدون لباس) و چه در حالت پوشیده اندازه گیری شوند. اختلاف بدست آمده به اندازه های بدون لباس جمعیت که از تجهیزات استفاده می نمایند اضافه می شود (۱۲).

۸– روشهای اندازه‌گیری ابعاد بدن

اندازه گیری بدن به دو روش استاتیک و دینامیک انجام می گیرد:

۸–۱ روش استاتیک

حدود ۹۷۳ متغیر آنتروپومتریک استاتیک در بدن شناسایی شده است که از این میان حدود ۳۵ متغیر در بدن بعنوان متغیرهای اصلی معرفی شده اند. در روش استاتیک یا ساختاری، ابعاد بدن در شرایط ثابت اندازه گیری می شوند. لازم به ذکر است که ابعاد بدن بصورت تابعی از سن و جنس تغییر کرده و در جمعیتهای مختلف متفاوت است. برای مثال در مورد سن، طول قد و سایر ابعاد مربوط به آن تا اواخر نوزده سالگی یا اوائل بیست سالگی افزایش، تا دوران میانسالی ثابت، در اواسط دوران میانسالی و اوائل پیری کاهش می یابد.

در روشهای آنتروپومتریکی استاتیک اندازه گیری ها عمدتا با دست انجام می شود این روشها نسبتا ساده، کم هزینه و زمانبر هستند.

۸-۲ روش دینامیک

در آنتروپومتری دینامیک، ابعاد بدن در حال انجام کار فیزیکی اندازه گیری می شوند. مانند چرخاندن فرمان اتومبیل یا درازکردن دست برای برداشتن نمکدان از روی میز که اندامهای بدن بطور هماهنگی عمل می کنند. همچنین در این روش معمولا حرکات نسبت به سه صفحه سنجیده می شوند:

۱. صفحه عمودی پسین - پیشین [1]

این صفحه بدن را به دو قسمت راست و چپ تقسیم می کند.

۲. صفحه عمودی جانبی [2]

این صفحه بدن را از عرض به دو قسمت پیشین و پسین تقسیم می کند.

۳. صفحه افقی یا عرضی [3]

این صفحه بدن را از قسمت کمر به دو قسمت بالایی و پایینی تقسیم می کند.

متغیرهای دینامیک در برخی موارد کمتر و در برخی موارد بیشتر از متغیرهای استاتیک است. بعنوان مثال طول قد در حالت دینامیک حدود ۹۷ درصد حالت استاتیک است و یا دسترسی بازو در حالت دینامیک حدود ۱۲۰ درصد حالت استاتیک است.

در این روش اندازه‌گیری‌ها به مراتب مشکل تر از انواع استاتیک بوده و شامل موارد زیر است:

۱- ارتفاع خزیدن از ناحیه گردن تا زمین
۲- طول خزیدن از نوک پنجه پا تا سر
۳- ارتفاع زانو از پشت سر تا زمین
۴- ارتفاع تنه در وضعیت خمیده
۵- پهنای تنه در وضعیت خمیده
۶- طول بدن در وضعیت دمر خوابیدن
۷- ارتفاع در وضعیت دمر خوابیدن

1. Sagital
2. Frontal
3. Transverse

در آنتروپومتری دینامیک وضعیت حرکت بدن و ماکزیمم انحراف بدن از حالت طبیعی مورد مطالعه قرار می گیرد یعنی باید بدانیم برای انجام یک کار، تغییرات زاویه ای بدن فرد چگونه است و حداکثر چگونه باید باشد. طبیعی است برای بدست آوردن این زوایا باید از عکسبرداری استفاده نمود.

۹– متدهای آنتروپومتری

روشهای ذیل انواع متداول متدهای آنتروپومتری می باشند:

۹–۱ روش اندازه گیری فواصل مستقیم

همانطوریکه از نام این روش پیداست ابعاد بدن انسان بوسیله اندازه گیری از روی سطح بدن اندازه گیری می شوند. این ابعاد چنانچه اندازه ها مستقیم باشند اندازه گیری کوتاهترین فاصله بین دو نقطه از بدن مطرح خواهد بود. مثلا درازای استخوانها، پهنا، عمق بدن، ارتفاع نقاط معینی از بدن تا سطح زمین در حالت ایستاده یا نشسته. اگر ابعـــاد و اندازه ها محیطی باشند اندازه گیری بین دو نقطه حول یک سطح از بدن و یا شروع از نقطه‌ای و رسیدن بهمان نقطه مورد نظر خواهد بود. چنین اندازه گیریهایی خصوصا در طراحی لباسهای ایمنی کاربرد دارند. در اندازه گیری ابعاد مستقیم معمولا از وسایل ساده اندازه گیری آنتروپومتری استفاده می شود. در اندازه گیری ابعاد محیطی نوارهای فلزی یا پارچه ای برای این منظور مناسب هستند.

۹–۲ روشهای عکاسی و فیلم برداری

این روشها مزایای زیادی نسبت به روش قبلی دارند مثلا ثبت سریع اندازه ها که می توان در یک زمان کم افرادی نسبتا زیاد را اندازه گیری کرد. در ضمن با این روش اندازه های بدن انسان در حالت حرکت (آنتروپومتری دینامیک) نیز بدست می آید. همینطور عکاسی می تواند هر سه بعد پیکر انسان را ثبت کند.

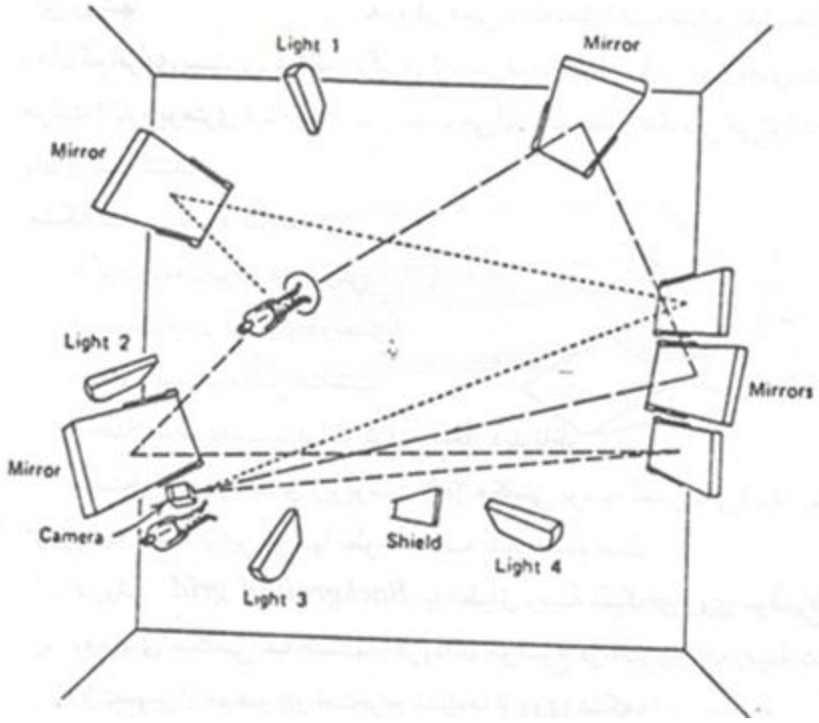
مشکلات این شیوه عبارتند از:

- گران قیمت بودن این روش
- بدست آمدن تصاویر دو بعدی
- دشوار بودن تهیه اشل مناسب

- اختلاف موقعیت با درنظر گرفتن محل دید ناظر
- استخوان های راهنمای زیر پوست را در عکاسی بوسیله لمس نمی شود آزمایش کرد.

در زیر دو نمونه از این روشها بطور خلاصه اشاره شده است:

۹-۲-۱ روش انطباق زمینه شبکه ای روی شیء[1]: یکی از معمولترین روشهای عکاسی عبارتست از قراردادن شیء در جلوی یک زمینه شبکه ای و گرفتن عکس و تصویر از آن و استخراج اندازه ها از روی شبکه.



شکل ۱-۱ : وضعیت اتاق فتومتریک

1. Backgraund grid

۹-۲-۲ روش فتومتریک[1] : این سیستم ترکیبی از آئینه های ثابت، واحدهای فلاش الکتریکی سینکرون شده و دوربین می باشد. آئینه ها به گونه ای تنظیم شده‌اند که چهار شمای کامل (جلو، عقب، بغل و بالای سر) از شخص ایستاده را به دوربین منعکس می نمایند (شکل ۲ – ۱) چگونگی کار را نشان می دهد.

۹–۳ روش اندازه گیری سه بعدی[2]

از آنجائیکه اندازه های سه بعدی انسان در طراحی برخی از وسایل که باید دقیقا براساس فرم اجزاء بدن ساخته شوند کاربرد زیادی دارند مثلا دستگاه های کنترل در کابین خلبان هواپیما و یا ماسک های اکسیژن که بصورت بسته می شوند استفاده از مانکنها با اندازه طبیعی انسان در مطالعات و بررسی های آماری آنتروپومتری مرسوم شده است. روشهای جدید مانند عکس برداری برجسته نما و سه بعدی[3] با چند دوربین یا آئینه، هولوگرافی استفاده از فیلم و نوارهای ویدئویی، بجای فتوگرافی مورد استفاده قرار گرفتند. به این دلایل روش فتوگرافی آنتروپومتری بطور گسترده ای مورد استفاده قرار نگرفته اند.

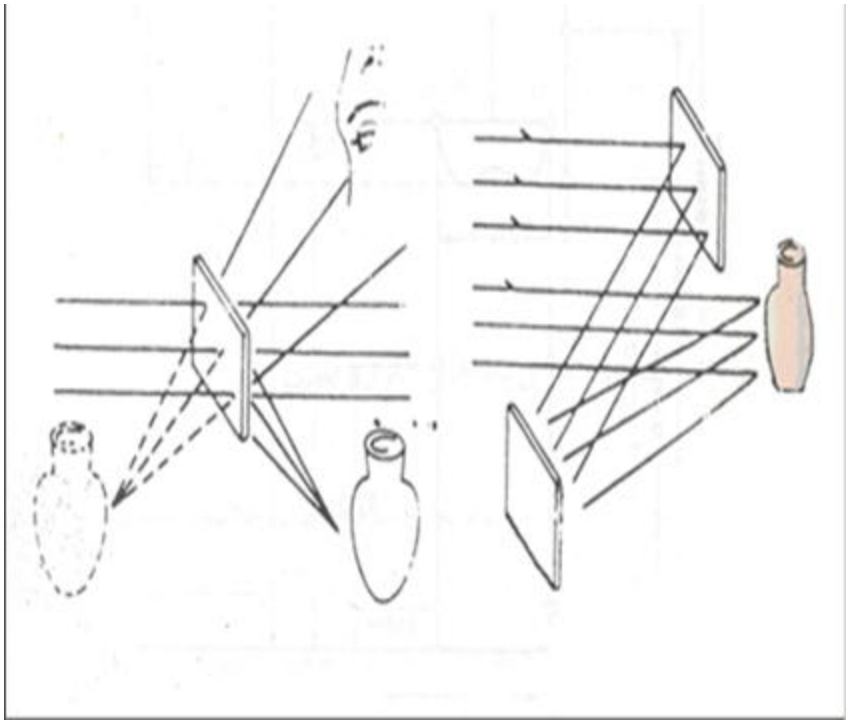
هولوگرافی[4]: چنانچه موفق شویم موجی را که از یک شی تحت تابش نور منعکس می‌شود و به چشم ما می‌رسد عیناً با همان دامنه و فاز بر یک شیشه عکاسی که بین شی و چشم حایل باشد (منجمد) کنیم و سپس همین موج را هر وقت که بخواهیم از حالت (انجماد) درآوریم یک تصویر سه بعدی همانند شیء بدست خواهیم آورد. این نوع عکسبرداری از اشیاء را (هولوگرافی) می‌خوانند و شیشه دارای تصویر نهفته را هم (هولوگرام) می‌نامند. در شکل (۱-۲) طرز تولید یک هولوگرام و نحوه استفاده از آن نمایش داده شده است. روش کار به این نحوه است که:

بخشی از پرتوهای لیزر را از طریق یک آینه، بر یک شیشه عکاسی می تابد (پرتوهای مستقیم) بخش دیگر همین پرتوها شی مورد نظر را روشن می کند و نور منعکس شده از شی (پرتوهای بازتابشی) با پرتوهای مستقیم بر شیشه عکاسی تداخل می‌کند (الف). اینک این دو دسته پرتو، بر

1. Photo metric
2 . Dimensiona measuring
3. Stereophotometry
4. Holography

حسب شدت و تناسب فاز موجها یکدیگر را در نقاط معین بر شیشه عکاسی تقویت یا تضعیف می کند. چنانچه پرتوها همفاز باشند اثر حاصل از تداخل بر شیشه عکاسی از اثر پرتو مستقیم به تنهایی روشنتر خواهد بود و اگر پرتوها با فازهای مخالف باشند اثر حاصل از تداخل از اثر پرتو مستقیم به تنهایی تاریکتر خواهد شد.

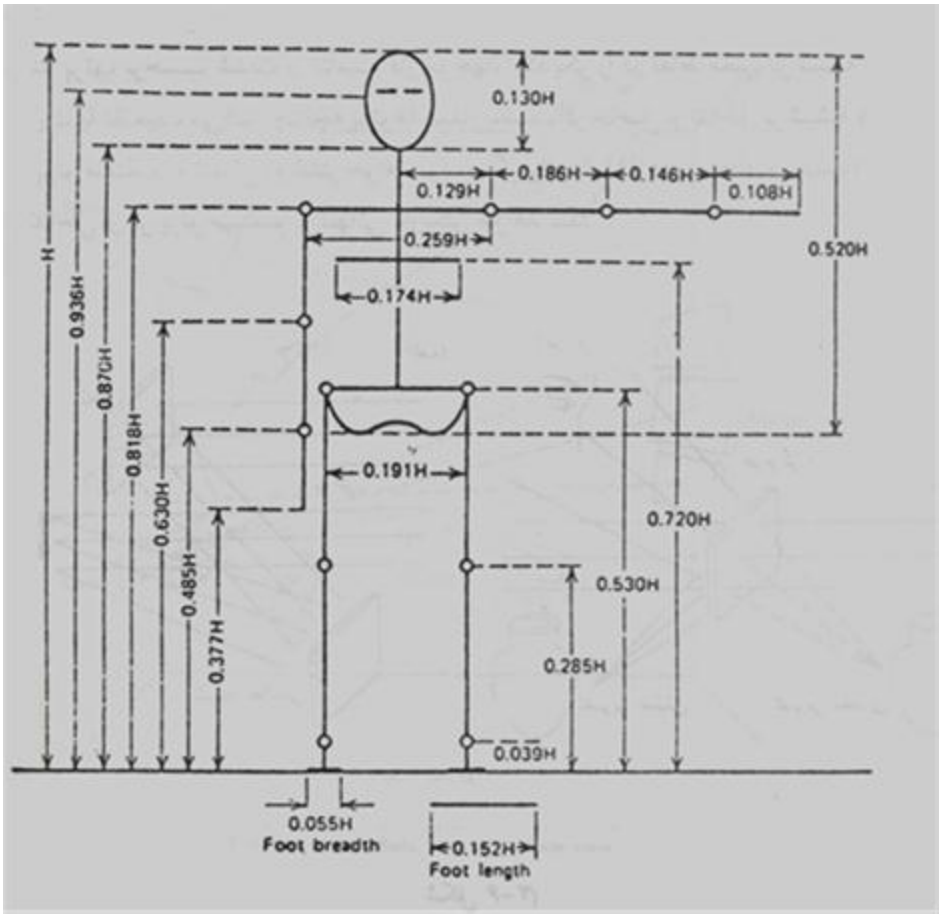
اینک این نمونه، پس از آنکه از مرحله ظهور گذشت هولوگرافی می شود که تحت پرتوهای لیزر یک تصویر سه بعدی در چشم ناظر نمایان می کند به این ترتیب که ناظر با جابجا کردن سر و تغییر دادن زاویه دید تصویر شی را در همه ابعاد می تواند ببیند.



شکل ۱-۲ الف : تولید یک هولوگرام ب) طرز استفاده از هولوگرام

۹-۴ روش رابطه بیومتریک[1]

بعضی از داده‌های آنتروپومتریکی در رابطه آماری نزدیک با یکدیگراند اگر نحوه ارتباط مشخص باشد می توان با استفاده از شاخصهای آماری از روی اندازه های داده شده اندازه‌های دیگر را محاسبه و تعیین نمود. در شکل(۳-۱) این ارتباط بین اندازه های مختلف بدن و قد انسان نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: طول هر جزء بصورت نسبتی از طول بدن (H = قد)

1. Biometric Relationship

علاوه بر ارتباط بین ابعاد مختلف که در فوق دیده می شود می توان تخمینهائی از کل سطح بدن، چگالی کل بدن و حجم بدن نیز ارائه داد. برای تخمین کل سطح بدن از فرمول زیر استفاده می شود:

فرمول (Dubois)

$A = ۷۱/۸۴ (W ۰/۴۳۵) (H ۰/۷۲۵)$

که در آن

A : کل سطح بدن بر حسب cm^2

W : وزن بدن بر حسب kg

H : طول قد بر حسب cm

می باشد.

$$A = ۵۰ W + ۸۰ h - ۳۳۰۰$$

که در آن :

W : وزن بر حسب Ib

h : طول قد بر حسب cm

می باشد.

چگالی بدن در ارتباط با سن تغییر می کند. از زمان تولد تا سن ۲۰ تا ۲۷ سالگی (برای متوسط جامعه) افزایش دارد و از آن زمان به بعد با افزایش سن، کاهش می یابد.

۱۰– تحلیل آماری داده‌های آنتروپومتریکی

تعاریف و مفاهیم اساسی آماری که در آنتروپومتری استفاده می شوند بشرح زیر می باشد:

۱۰–۱ جمعیت

موضوع مهم در طراحی و تحلیل مهندسی، تشریح آماری از تمام افرادیست که بنحوی در طول عمر مفید محصول، یا با آن کار می کنند یا آنرا تعمیر و نگهداری می‌کنند و یا بالاخره آن را مصرف می کنند. این گروه از افراد را می توان (کل جمعیت مصرف‌کننده) نامید.

۱۰–۲ نمونه

معمولا اندازه گیری تک تک افراد یک جمعیت غیرممکن و غیراقتصادی است. لذا یک گروه کوچکتر افراد بنام (نمونه) برای این منظور می توان استفاده کرد.

۱۰–۳ انتخاب تصادفی

لازم است که یک انتخاب تصادفی از جمعیت برای تعیین یک نمونه بعمل آید. فرضا در یک لیست هزار نفری از افراد یک جمعیت که ترتیب و آرای لیست بر طبق افزایش هیکل (قامت) باشد انتخاب یک نمونه ده نفری از ابتدای لیست طبعا تخمین های نادرستی از قد ارائه خواهد داد.

۱۰–۴ انتخاب حدود استاندارد

در مهندسی آنتروپومتری کاربرد عمده محاسبات آماری در ایجاد معیاری برای طراحی است که دامنه و محدوده هر یک از ابعاد بدن که برای آن محصول باید طراحی شود را مشخص کند. اصول برای برقراری یک چنین حدود آنتروپومتری بهمان اندازه که انتخاب تولرانس ها و انطباقات در طراحی اجزا ماشین مهم است حائز اهمیت می باشند.

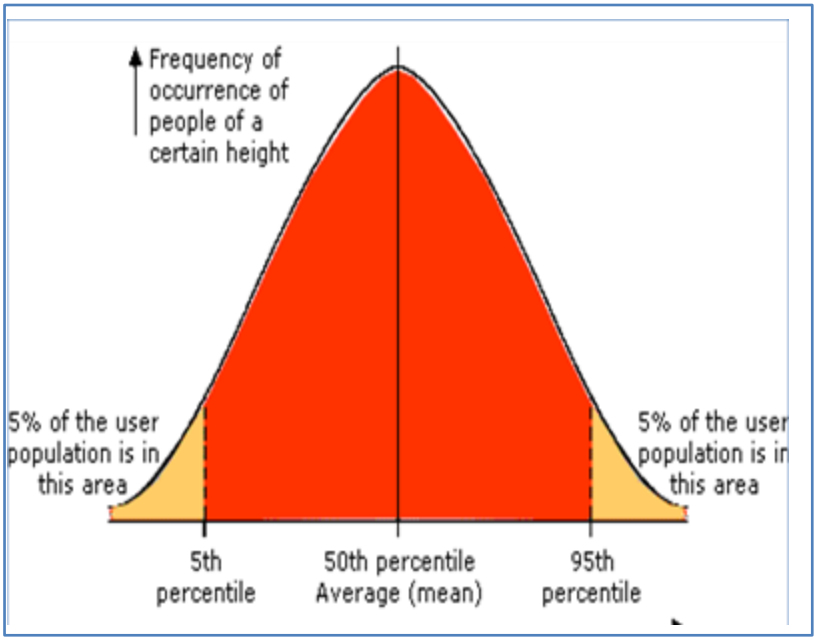
۱۰-۵توزیع های آماری

جهت تعیین درصدهای جمعیت از یک سری داده های آماری باید از ابزارهای ریاضی و مفاهیم آماری استفاده نمود. معمول ترین توزیع در تقریب داده های آنتروپومتری توزیع (نرمال) می باشد که رابطه ریاضی آن و چگونگی توزیع در ارتباط با فرکانس مشاهده است و قد افراد در شکل (1-4) آمده است:

۱۰-۶ نمودار توزیع فراوانی

نمودار توزیع فراوانی یک وسیله مناسب برای نمایش مقادیـــــر درصد در یک مجموعه از داده هاست. این نمودار از طریق بکارگیری جدول فرکانس و با محاسبه فراوانی تجمعی و درصد آن برای هر فاصله قابل ترسیم است. فراوانی تجمعی برای هر فاصله با اضافه کردن فرکانس‌های پایین تر به فرکانس همان فاصله بدست می آید.

شکل ۴-۱: منحنی توزیع نرمال



۱۰–۷ سایر پارامترهای مهم آماری مرتبط با آنتروپومتری

از پارامترهای آماری مهم دیگر می توان به مقدار میانه یک توزیع [1] و میزان پخش شدگی [2] حول این مرکز اشاره نمود. میانگین [3] برای مقصود اول مناسبترین بوده و میزان متوسط را در تابع توزیع بدست می دهد.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{N}$$

N. : تعداد افراد در نمونه یا جمعیت

Xi : تعداد دیمانسیون برای هر فرد

چنانچه داده ها در m رده گروه بندی شده باشند در این صورت میانگین عبارت خواهد بود از:

$$X = \frac{\sum_{j=1}^{m} f_j x_j}{\sum_{j=1}^{m} f_j}$$

که در آن :

f_j : فرکانس یا تواتر هر رده

x : تعداد افراد در هر رده

می باشد.

انحراف استاندارد (Standard deviation) برای هدف دوم بکار رفته و رابطه آن با پارامترهای دیگر بصورت زیر است.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{m} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

۱۰–۸ تعیین اندازه نمونه

از آنجائیکه توزیع اکثر اندازه های آنتروپومتری تقریبا نرمال می‌باشد لذا اندازه نمونه را بطور تقریبی از فرمول زیر می توان تهیه کرد.

1. Central Tendency
2. dispersion
3. Mean

$$n = (\frac{k_1 S}{d})^2$$

۱۰–۹ عامل دقت و صحت[1] در استخراج آمار آنتروپومتری

از آنجائیکه در روشهای اندازه گیری ابعاد بدن امکان بروز خطا و اشتباه وجود دارد لذا با توجه به دو عامل دقت و صحت می‌توان اطلاعات بدست آورده را بازبینی نمود. هر دوی آنها در اصطلاح معمول به معنی دقت می‌باشند ولی در اینجا بین آنها اختلاف باید قائل شد. نزدیکی اندازه های گرفته شده با یک مقدار استاندارد پذیرفته شده که بیانگر ارتباط مقادیر داخلی در پروسه اندازه گیری با مقادیر خارجی است، را صحت [2] گویند و نزدیکی داده های مربوطه به یک اندازه گرفته شده با هم که بیانگر ارتباط مقادیر داخلی در پروسه اندازه گیری است، دقت [3] خواهد بود.

در عمل در اندازه گیری های متوالی ممکن است انحرافات کوچک پیش آید. بنابراین متوسط یا میانگین ریاضی از یک چنین اطلاعات خوانده شده به عنوان صحت نتایج تلقی شده و انحراف استاندارد این اطلاعات از میانگین، دقت روش اندازه گیری نامیده می شود.

۱۰–۱۰ صدکها و چگونگی استفاده از آنها در آنتروپومتری

صدک ها شاخص آماری هستند که در مسائل مربوط به طراحی اهمیت بسیار زیادی دارند که از آنها جهت طراحی ابزار و تجهیزات استفاده می‌شود و در مهندسی طراحی کاربرد زیادی دارند. طبق تعریف، اگر ۱۰۰ نفـر را براساس بلندی قد از کوتاه ترین تا بلندترین به صف کنیم، صدک‌ها اندازه‌هایی هستند که به درازای قد هریک از این افراد مربوط می‌باشد، بعنوان مثال، صدک نود و پنجم برابر با بلندی قد نفر نودو پنجم و صدک پنجم برابر با بلندی قد نفر پنجم می‌باشد صدک پنجاهم همان میانه [4] است که اگر صفت مورد نظر در جامعه از پراکنش طبیعی برخوردار باشد، برابر با میانگین خواهد بود. صدک یک متغیر از معادله زیر بدست می‌آید:

$$X(p) = m + Sz$$

1. Accuracy & Pracision
2. Accuracy
3. precision
4. Median

در این معادله، x(p) صدک p متغیر مورد نظر بوده، m میانگین متغیر و S انحراف استاندارد آن می‌باشد. Z برای صدک مورد نظر دارای مقدار ثابت است که از جدول آماری به دست می‌آید (۱۲).

مثال ها:

(۱) اولین صدک در طول قد، آن طول قدی است که از ۹۹٪ قد افراد یک گروه بلندتر است.
(۲) پنجاهمین صدک یا میانه یک نوع میانگین می باشد که با پیک منحنی توزیع نرمال در ارتباط است. از دیگر مقادیر متوسط آماری می توان میانگین حسابی را نام برد که در نمونه های بزرگ یا توزیع نرمال بسیار نزدیک به میانه می‌باشد. نیمی از افراد یک گروه دارای مقادیری پایین تر از میانه (صدک ۵۰) و نیمی دیگر دارای مقادیری بالاتر از میانه می باشند.
(۳) صدک ۹۵ مقداری است که از ۹۴٪ مقادیر مربوط به یک گروه بیشتر و تنها ۵٪ مقادیر مربوط به یک گروه کوچکتر است.

موارد استفاده صدکها: صدکها در موارد مختلفی مورد استفاده مهندسان طراح قرار می‌گیرند. صدک ۵۰ بطور تقریبی مقدار متوسط یک بعد را برای یک جامعه مشخص می‌کند. صدکها بیان کننده مفهوم واقعی از پراکندگی ابعادی است که بایستی در محدوده طراحی قرار گیرند، می‌باشند و در این زمینه بهتر از مقادیر حداقل و حداکثر که در یک جامعه وجود دارد عمل می‌کند. دو حد نهایی در بالا و پائین بیان کننده اتفاقاتی شانسی هستند و بایستی از محدوده طراحی خارج شوند. حذف یک درصد در هر دو حد نهائی (بالا و پایین) باعث می گردد که مقادیر اتفاقی و شانسی از محدوده مورد نظر خارج شده و تنها ۹۸٪ از جمعیت مورد توجه قرار گیرند.

برای بعضی از ابعاد و تجهیزات ممکن است اولین تا نود و نهمین صدک در محدوده طراحی قرار گیرند. اما برای بعضی دیگر محدوده صدک ۵ تا ۹۵ یعنی ۹۰ درصد جامعه بایستی مورد توجه قرار گیرد. بطور کلی یک طراح بایستی سعی کند که حداقل ۹۰ درصد از جمعیت را در محدوده طراحی قرار دهد و درصورت امکان این مقدار به ۹۵ درصد یا بیشتر افزایش یابد.

صدکها در انتخاب صحیح اپراتورها نیز به ما کمک می کنند. اگر وسایل و تجهیزات بعضی محدودیتها را از نظر اندازه و ابعاد اپراتور ایجاد می کند می توان بوسیله حذف کسانی که دارای ابعاد بحرانی بالاتر یا پایین تر از نقطه در نظر گرفته شده هستند و از عدم تطابق و تناسب احتراز نمود. نقاط بحرانی را می توان بدون استفاده از صدکها تعیین نمود (مثلا ۷۰ اینچ (۱۷۸ سانتی متر)

برای قد و ۱۸۰ پوند (۸۱/۵ کیلوگرم) برای وزن. اما صدکها تعیین کننده نسبت اپراتورها ی حذف شده هستند. اگر این نسبت خیلی بزرگ باشد طراحی مجدد ضروری است.

چگونه می توان صدکها را بدست آورد:

اطلاعات آنتروپومتریکی را می توان بصورت صدک بیان نمود . حتی زمانی که این اطلاعات بصورت صدکها بیان شوند مهندسان طراح ممکن است به صدکهائی غیر از اینها احتیاج پیدا نمایند مثلا صدکهایی پایین تر از ۵ یا بالاتر از ۹۵ یا صدکهایی بین ۶۰ و ۷۰. می توان صدکها را در یک جامعه که دارای توزیع نرمال است بدست آورد به شرط اینکه دو صدک دیگر یا دو مقدار زیر مشخص باشد.

۱- میانگین (یا صدک ۵۰)

۲- انحراف معیار (S.D)

علت اینکه برای تعیین صدکها احتیاج به دو نقطه می باشد این است که طرح یک توزیع نرمال بر روی کاغذ احتمال نرمال بصورت یک خط راست که بوسیله دو نقطه تعیین می شود. انحراف معیار عبارت است از معیاری که پراکندگی کل داده ها را حول میانگین نشان می دهد و واحد آن از نوع واحد صفت مورد نظر است فرمول آن عبارت است از:

در یک جامعه ای با توزیع نرمال، میانگین (یا صدک ۵۰) دارای روابط زیر است:

X + 1 S.D 68%
X + 2 S.D 95%

یا در عمل کل افراد جامعه:

X + 3 S.D 99.7%

S.D را می‌توان بدون اینکه احتیاج به محاسبات دور و دراز باشد از روی طرح توزیع نرمال که در روی کاغذ احتمال نرمال رسم شده است بدست آورد. مقدار S.D عبارت است از مقدار مربوط به صدک ۸۴ منهای مقدار مربوط به صدک ۵۰.

۱۰-۱۱ معادلات رگرسیون و ضرائب همبستگی

معادلات ساده رگرسیون که همبستگی بالایی میان دو متغیر را نشان می‌دهد بوسیله مقدار X به پیشگوئی Y منتهی می شود و میانگینی از Y را برای مقادیر مختلف X تهیه می کند.

ضریب همبستگی به شخص اجازه می دهد تا خطای معیار تخمین را بحساب بیاورد. خطای معیار (S. E) و انحراف معیار (S. D) مجموعه Y به مجـــــذور مقدار r بستگی دارد ($1-r^2$) اگر

همبستگی در میان دو سری اطلاعات کاهش یابد میانگین خطای معیار تخمین نسبتا بالا خواهد بود و برعکس.

زمانیکه یک معادله رگرسیون چندگانه مورد استفاده قرار می گیرد و در آن دو یا چند متغیر برای محاسبه متغیر مناسب استفاده می‌شود، معمولا ترکیبی از یک ارتباط خطی میان متغیرها ساخته می شود. در این حالت محاسبه ضریب همبستگی چندگانه مورد نیاز می باشد. متغیرهای دوگانه و چندگانه بوسیله ضریب همبستگی، میانگین و انحراف معیار کاملا دارای توزیع طبیعی ویژه می باشند. همچنین اگر از معادلات رگرسیون خطی استفاده شود همبستگی برای پیشگویی به اندازه کافی از ارزش بالایی برخوردار می باشد و ضریب همبستگی ۰/۷ عموما برای برقراری یک مقدار حد قابل قبول حداقل استفاده شود اگر ضریب همبستگی یگانه یا چندگانه زیر ۰/۷ باشد پیشگویی ریاضی قابل اعتماد نمی باشد (۱۳).

۱۱ – اندازه گیری ابعاد آنتروپومتری کارگران ایرانی

۱۱–۱ روش اجرا

مطالعه اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتری کارگران ایرانی با توجه به وجود ۶ قومیت فارس، ترک، عرب، بلوچ، لر و کرد در کشور ایران و در ۹ دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی کشور از جمله تهران، اصفهان، فارس، لرستان، خوزستان، کردستان، آذربایجان شرقی، هرمزگان و سیستان و بلوچستان به اجرا در آمد به منظور تخمین پارامترهای جمعیت مورد مطالعه ابتدا حجم نمونه‌ای از افراد که نماینده جمعیت کارگران ایرانی هستند محاسبه شد. در این بررسی نمونه‌برداری بصورت خوشه‌ای انجام و جهت تصحیح اختلاف در طرح، حجم نمونه در ضریب تأثیر طراحی (۲ = D) ضرب گردید سپس چارچوب نمونه‌گیری جهت انتخاب نماینده از دانشگاهها (خوشه ها) از مناطق اجرای پروژه تشکیل و با استفاده از روشهای آماری خوشه‌ها بر حسب طبقه بندی که بر اساس قومیت انجام شد معین گشت. پس از تعیین حجم نمونه اطلاعات و شاخص‌های آنتروپومتریکی مورد نیاز که مشتمل بر ابعاد آنتروپومتریکی ۳۷ بعد از ابعاد بدن ۳۷۱۶ نمونه از کارگران زن و مرد ایرانی در محدوده سنی ۶۰–۲۰ سال می باشد اندازه‌گیری شد تمام پارامترهای آنتروپومتریک براساس استاندارد ISO 7250:1996 (E) گردآوری (۲۴) و شاخص‌های آنتروپومتری از این داده‌ها تعیین شد. از آنجا که

نمونه ها بطور تصادفی خوشه‌ای از میان کارگران زن و مرد شاغل در کارخانجات سراسر کشور از میان شش قومیت ایرانی انتخاب شدند. لذا طراحی ارائه شده در این پژوهش جهت جمعیت شاغل در کارگاههای کشور قابل استفاده می باشد.

همچنین با توجه باینکه اطلاعات جمع آوری شده از ابعاد بدن از نوع اطلاعات استاتیکی می‌باشد بنابراین اطلاعات آنترو پومتریکی بدست آمده را نمی توان بطور مستقیم برای طراحی تجهیزات، ابزارهای کار و فضای کار بکار برد برای این امر ابعاد بدنی وابسته به شغل که بیشتر بیانگر فعالیت های انسان هستند مورد نیاز می باشد. در مرحله بعد محدوده‌ای از جمعیت مذکور که در طراحی باید در نظر گرفته شود تعیین شد. در این مطالعه صدک پنجم زنان تا صدک نود و پنجم مردان جهت طراحی ابعاد میز و صندلی کار در محیط کاری که توسط زنان و مردان اداره می شود در نظر گرفته شد.همچنین محدوده طراحی برای صدک پنجم و نود و پنجم مردان برای طراحی محیط کار مردان و نیز صدک پنجم و نود و پنجم زنان برای طراحی محیط کار زنان محاسبه شد.

سپس از طریق صدک های تعیین شده به محاسبه مقیاس های مناسب جهت محدودهٔ قابل تنظیم مورد نیاز برای طراحی ابعاد ایستگاه کار از جمله: ارتفاع صندلی کار، ارتفاع میز کار، عمق نشستنگاه صندلی و فضای خالی برای رانها در یک ایستگاه کاری پرداخته شد.

اطلاعات جمع آوری شده پس از کد گذاری وارد رایانه شده و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

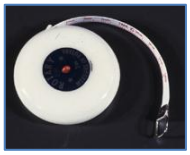
۱۱-۲ ابزار و روش گردآوری داده ها

- **مشخصات ابزار جمع آوری اطلاعات و نحوه جمع آوری آن:**

وسایل و تجهیزات مورد نیاز جهت استخراج ابعاد آنتروپومتری این تحقیق به شرح ذیل می باشد:

۱ – ترازو با خطای یک دهم کیلوگرم برای اندازه گیری وزن

۲ – بردهای مدرج آنتروپومتری به ابعاد ۲ * ۱ متر که قابل نصب روی دیوار با زاویه ۹۰ درجه می باشند.

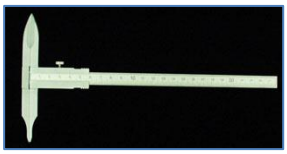


۳ – گونیا متر

۴ – متر نواری، جهت اندازه گیری محیط عضلات

۵ – متر فلزی بلند برای اندازه گیری طول اندام

۶ – شاقول، برای اندازه گیری فاصله مستقیم و دقیق برخی از نقاط بدن تا زمین (مفصل شانه، آرنج، مچ دست، برجستگی بزرگ ران، زانو)



۷ – کولیس به ابعاد بزرگ و کوچک

۸ – Spreading caliper برای اندازه گیری عمق سینه، عرض شانه ها و عرض لگن

۹ – صندلی گردان با ارتفاع قابل تنظیم

در این برنامه تعداد ۱۵ سری از وسایل و تجهیزات لازم جهت جمع آوری ابعاد آنتروپومتریکی مطرح شده، خریداری و بر حسب تعداد نمونه های هر دانشگاه در اختیار نمایندگان دانشگاههای منتخب قرار گرفت و نحوه کار با هر یک از این وسایل به اجرا کنندگان طرح آموزش داده شد. اتاقکهای آنتروپومتریک که از دو صفحه به ابعاد ۱*۲ متر تشکیل شده در هر بار نصب بایستی کالیبره گردند، همچنین ترازویی که جهت سنجش وزن بکار می رود نیز بایستی کالیبره گردد. ضمنا یک پرسشنامه نیز جهت جمع آوری اطلاعات دموگرافیک نمونه مورد مطالعه طراحی و مورد استفاده قرار گرفت.

۱۱–۳ روش محاسبه حجم نمونه

در این تحقیق از روش نمونه گیری تصادفی ساده محاسبه حجم نمونه مورد نیاز به شرح ذیل انجام شد:

$$n = \left(\frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}\sigma}{d}\right)^2$$

که با قرار دادن:

$$d = ۰/۵ \quad z_{1-\frac{\alpha}{2}} = ۱/۹۶$$

لازم به ذکر است که عدد ۱/۹۶ با توجه به حدود اطمینان از جداول آماری بدست می آید و $\sigma = ۱۱\,cm$ نیز با توجه به انحراف معیار قد کارکنان سپاه که در پژوهشی جهت تعیین ابعاد آنتروپومتریکی این افراد انجام گردیده بدست آمده است.

۱۱-۴ تأثیر طراحی

در یک بررسی آنتروپومتریکی نمونه برداری بصورت خوشه ای انجام می شود نه بصورت تصادفی ساده لذا جهت تصحیح اختلاف در طرح، حجم نمونه در ضریب تأثیر طـــــراحی ضرب می گردد در اینجا ما ضریب را ۲ = D در نظر گرفتیم : =۳۷۲۰

۱۸۵۹/۳ * ۲

خطای نوع اول ۵ درصد و توان مطالعه ۸۰ درصد در نظر گرفته شد.

۱۱-۵ چهارچوب نمونه گیری در مناطق اجرای طرح

چهارچوب نمونه گیری در مناطق اجرای طرح مطابق جدول ۶-۱ برای این مطالعه تعیین شد.

جدول۶-۱ چارچوب نمونه گیری در مناطق اجرای طرح

نام دانشگاه/دانشکده	جمعیت	جمعیت تجمعی	خوشه	تعداد شرکت کننده				قومیت
				نمونه	زن	مرد	کیت	
آذربایجان غربی	۱۹۹۸۷۰	۱۹۹۸۷۰						ترک
آذربایجان شرقی	۲۳۵۰۵۴	۴۳۴۹۲۴	۱	۸۹۴	۲۳۴	۶۶۰	۳	ترک
اردبیل	۲۱۱۱۰	۴۶۲۰۳۴						ترک
زنجان	۴۴۲۵۹	۵۰۶۲۹۳						ترک
اصفهان	۲۲۲۲۷۲	۲۲۲۲۷۲	۲	۸۴۵	۱۰۰	۷۴۵	۳	فارس
ایران	۳۵۶۱۴۶	۵۷۸۴۱۸						فارس
بابل	۳۱۶۱	۵۸۱۵۷۹						فارس
بوشهر	۴۵۲۰۶	۶۲۶۷۸۵						فارس
بیرجند	۱۶۰۰۵	۶۴۲۷۹۰						فارس
تهران	۱۳۰۴۷۸	۷۷۳۲۶۸	۳	۴۹۵	۱۰۰	۳۹۵	۲	فارس
جهرم	۴۹۰۴	۷۷۸۱۷۲						فارس
خراسان جنوبی	۴۲۳۷	۷۸۲۴۰۹						فارس
خراسان رضوی	۲۵۲۱۹	۹۷۵۹۹۶						فارس
خراسان شمالی	۱۹۳۵۸۷	۱۰۰۱۲۱۵						فارس
رفسنجان	۴۱۴۸۲	۱۰۴۲۶۹۷						فارس
سبزوار	۶۰۵۱۳	۱۱۰۳۲۱۰						فارس
سمنان	۲۶۲۷۵	۱۱۲۹۴۸۵						فارس
شاهرود	۶۵۴۶	۱۱۳۶۰۳۱						فارس
شهید بهشتی	۱۷۵۲۳۰	۱۳۱۱۲۶۱						فارس
فارس	۱۲۹۰۶۸	۱۴۴۰۳۲۹	۴	۴۹۰	۹۰	۴۰۰	۲	فارس
قزوین	۹۳۳۶۶	۱۵۳۳۶۹۵						فارس
قم	۶۵۰۳۴	۱۵۹۸۷۲۹						فارس
کاشان	۲۱۳۸۱	۱۶۲۰۱۱۰						فارس
کرمان	۵۲۷۸۷	۱۶۷۲۸۹۷						فارس
گلستان	۴۳۵۴۹	۱۷۱۶۴۴۶						فارس

نام دانشگاه/دانشکده	جمعیت	جمعیت تجمعی	خوشه	تعداد شرکت کننده				قومیت
				نمونه	زن	مرد	کیت	
گناباد	۲۷۰۴	۱۷۱۹۱۵۰						فارس
گیلان	۱۲۴۸۱۸	۱۸۴۳۹۶۸						فارس
مازندران	۱۰۸۱۵۹	۱۹۵۲۱۲۷						فارس
هرمزگان	۵۰۴۳۷	۲۰۰۲۵۶۴	۵	۱۹۲	۵۰	۱۴۲	۱	فارس
همدان	۳۷۷۸۹	۲۰۴۰۳۵۳						فارس
یزد	۱۳۵۲۸۸	۲۱۷۵۶۴۱						فارس
اهواز	۱۳۶۹۲۱	۱۳۶۹۲۱	۶	۵۲۰	۱۰۰	۴۲۰	۲	عرب
کردستان	۲۸۷۲۳	۲۸۷۲۳	۷	۱۱۰	۳۰	۸۰	۱	کرد
کرمانشاه	۳۷۶۰۰	۶۶۳۲۳						
زابل	۶۶۲۰	۶۶۲۰						
سیستان و بلوچستان	۱۰۲۹۴	۱۶۹۱۴	۸	۴۲	۲۰	۲۲	۱	بلوچ
ایلام	۱۲۵۴۸	۱۲۵۴۸						
چهار محال و بختیاری	۲۸۲۲۷	۴۰۷۷۵						
کهکیلویه و بویر احمد	۵۹۱۷۱	۹۹۹۴۶						
لرستان	۳۴۷۳۶	۱۳۴۶۸۲	۹	۱۳۲	۲۷	۱۰۵	۱	لر
جمع				۳۷۲۰				

۱۱-۶ تعیین تعداد و نوع ابعاد آنتروپومتریکی مورد نیاز

در این پژوهش اطلاعات جمع آوری شده از ابعاد بدن از نوع اطلاعات استاتیکی است و ابعاد و اندازه ها شامل طول ها، پهناها یا عمق های خطی می باشند. و کلیه انازه گیریها بر اساس وضعیت های بدنی استاندارد صورت گرفته است. در این طرح ۳۷ بعد از ابعاد بدن اندازه گیری شد که فهرست تفسیری این ابعاد به شرح ذیل می باشد:

۱۱-۷ ابعاد آنتروپومتریکی مورد مطالعه:

در این پژوهش ۳۶ بعد از ابعاد عمومی بدن باضافه وزن اندازه گیری شد که فهرست تفسیری آنها عبارتند از:

وزن

وزن بدن بر حسب کیلوگرم با استفاده از ترازو که متناوبا کالیبره می شود اندازه گیری می شود.

کاربرد: در طراحی فضای کار و استراحت، وسایل حمل ونقل، کف، نیمکت، صندلی، تخت خواب، مبلمان، تخت بیماران، نردبان، پلکان متحرک، ژل، سورتمه، اجزای ساختمانی مانند بستها، تکیه گاهها بکار می رود.

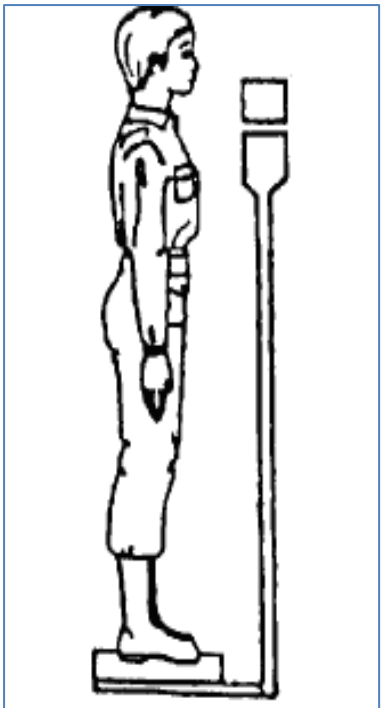
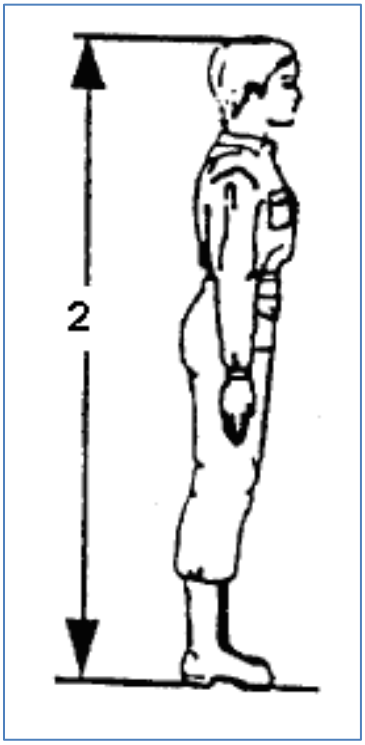


Figure.1

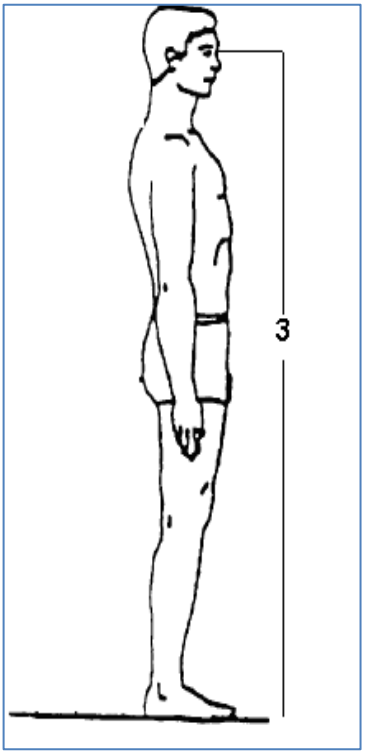
طول قد



تعریف : فاصله عمودی از سطح زمین تا نوک سر

کاربرد : بعنوان یک بعد برای تعیین فضای عمودی مورد نیاز در پستهای کار ایستاده و حداقل ارتفاع قابل قبول موانع بالای سر استفاده می گردد.

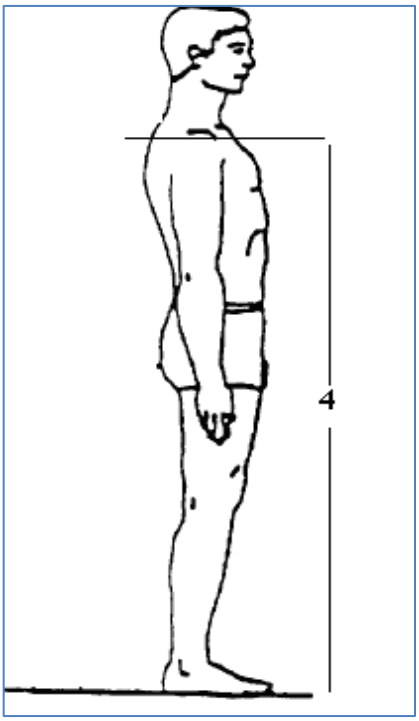
ارتفاع چشم



تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا گوشه داخلی چشم

کاربرد: برای تعیین مرکز میدان بینایی، محل قرار گرفتن نشانگرهای تصویری و حداکثر ارتفاع قابل قبول موانع بصری به کار می رود.

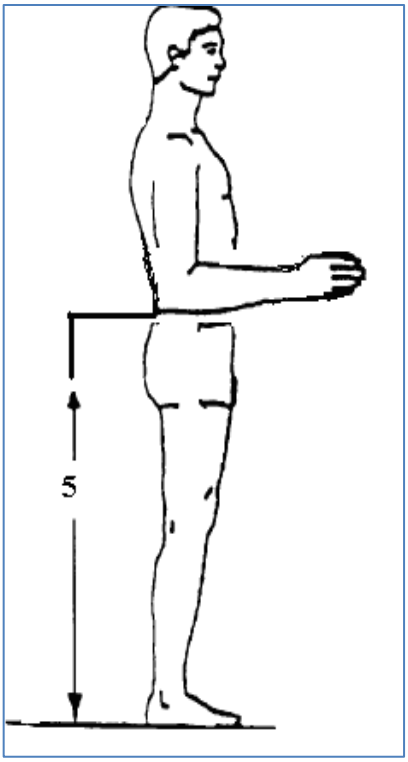
ارتفاع شانه



تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا زائده اخرمی استخوان کتف (نوک استخوان شانه)

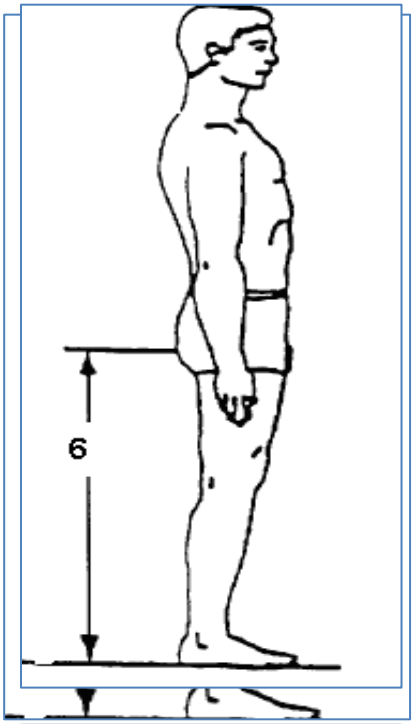
کاربرد: تعیین‌کننده مرکز تقریبی چرخش اندام فوقانی و از اینرو در تعیین منطقه حد دسترسی راحت به کار می رود.

ارتفاع آرنج



تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا زائده اعلایی مربوط به زند زبرین

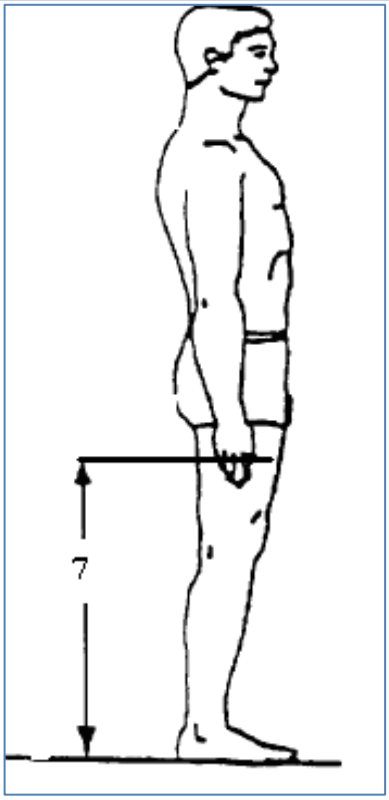
کاربرد: برای تعیین ارتفاع سطح میز کار



ارتفاع کفل

تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا برجستگی بزرگ انتهای استخوان ران و برجستگی پهن و وسیعی روی انتهای فوقانی استخوان ران که در سطح جانبی کفل قابل مشاهده است.

کاربرد: مرکز چرخش مفصل لگن و از این رو طول فونکسیونل اندام تحتانی را تعیین می کند.

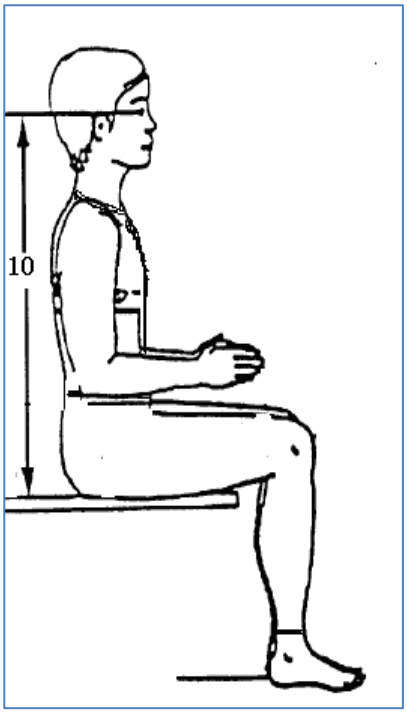


ارتفاع برآمدگی بند انگشت

تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا برآمدگی بند انگشت میانه

کاربرد: ارتفاع مرجع برای دستگیره ها

ارتفاع برآمدگی نوک انگشتان



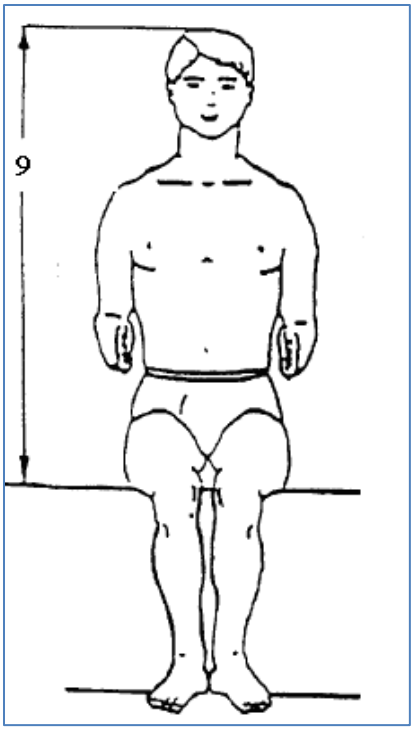
تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا نوک انگشت میانه

کاربرد: پائین ترین ارتفاع قابل قبول برای کنترل هایی که با انگشتان هدایت می شوند.

ارتفاع نشسته

تعریف: فاصله عمودی از سطح نشستنگاه تا نوک سر

کاربرد: فضای مورد نیاز بین سطح نشستنگاه و موانع بالای سر



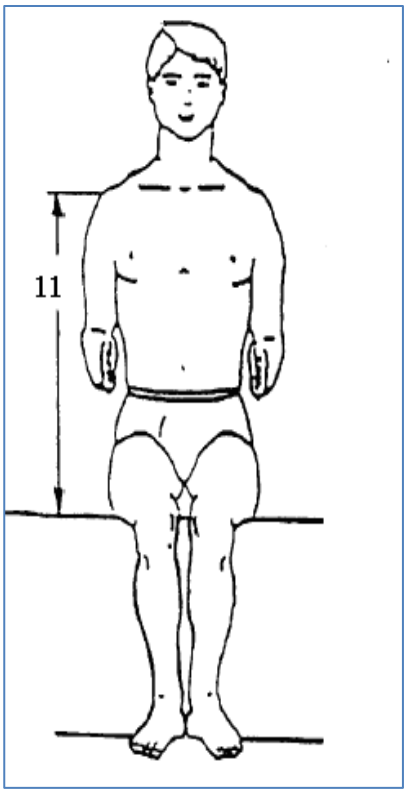
ارتفاع چشم، نشسته

تعریف: فاصله عمودی از سطح نشستنگاه تا گوشه داخلی چشم

کاربرد: همانند بعد شماره ۲

ارتفاع شانه، نشسته

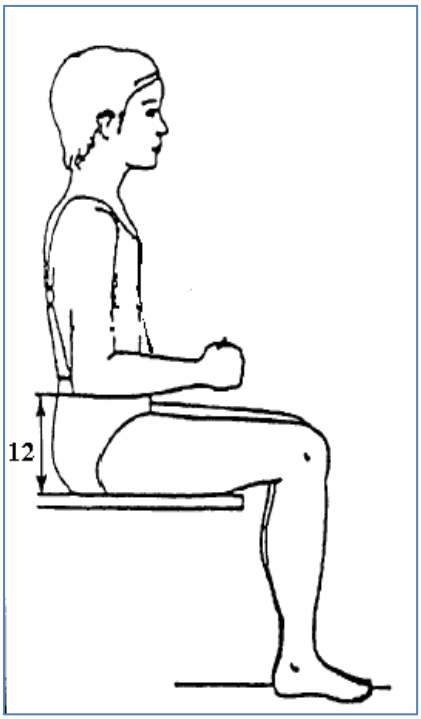
تعریف: فاصله عمودی از سطح نشستگاه تا نوک استخوان شانه



ارتفاع آرنج، نشسته (ارتفاع تکیه گاه آرنج)

تعریف: فاصله عمودی از سطح نشستنگاه تا سطح داخلی آرنج

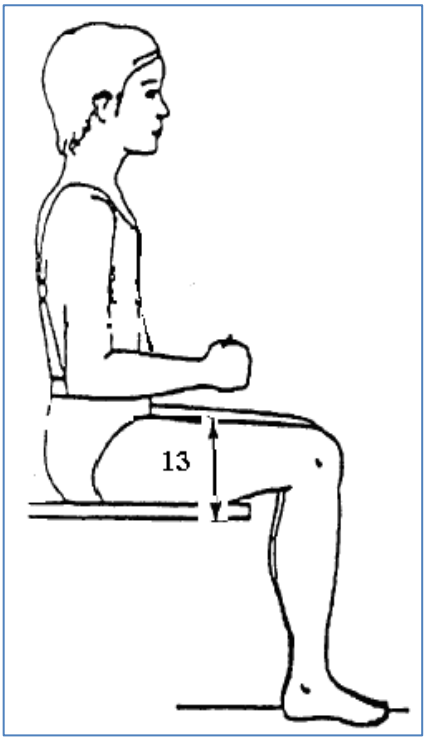
کاربرد: تعیین ارتفاع تکیه گاه آرنج، جهت ارتفاع سطح میزهای تحریر، صفحه کلید کامپیوتر



ضخامت ران (فضای ران)

تعریف: فاصله عمودی از سطح نشستنگاه تا سطح فوقانی بافت نرم ران و ضخیم ترین نقطه آن (معمولاً جایی که به شکم متصل می شود)

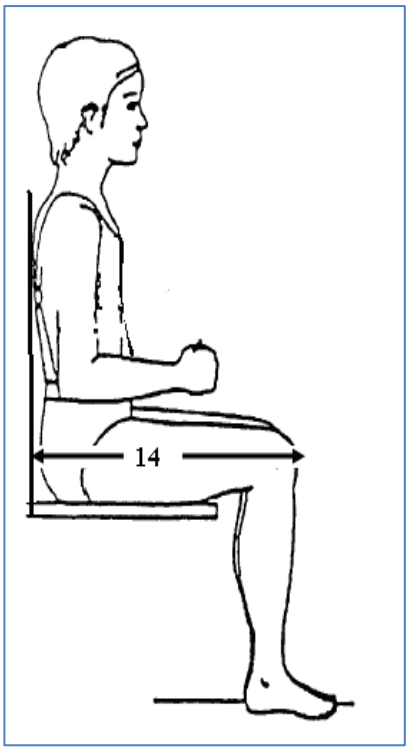
کاربرد: فضای مورد نیاز بین سطح نشستنگاه و سطح زیرین میز با سایر موانع



طول کفل – زانو

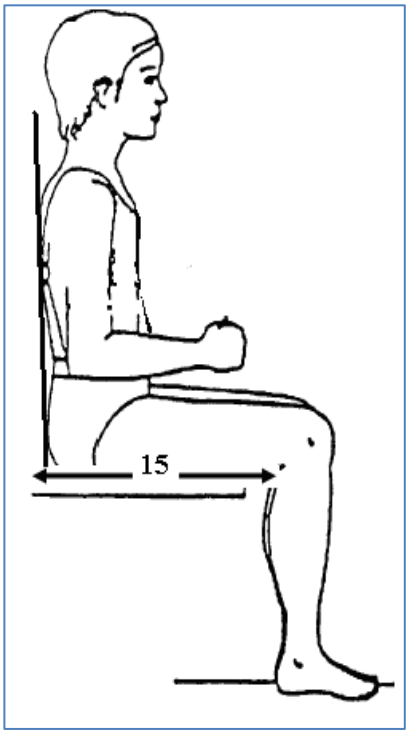
تعریف: فاصله افقی از پشت کفل تا جلوی کاسه زانو

کاربرد: فضای بین پشتی نشستنگاه و هر گونه مانعی در جلو زانو



طول کفل – فضای رکبی

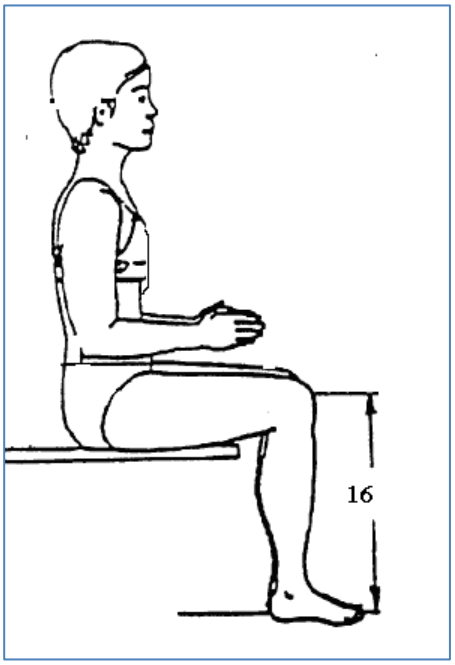
تعریف: فاصله افقی از پشت کفل تا زاویه رکبی، در پشت زانو، جایی که پشت ساق به قسمت تحتانی ران متصل می شود.



ارتفاع زانو

تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا سطح فوقانی زانو

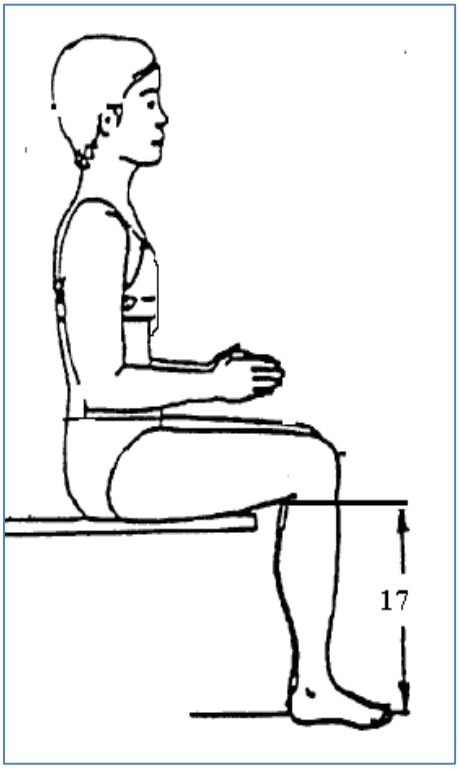
کاربرد: فضای مورد نیاز در زیر سطح میز

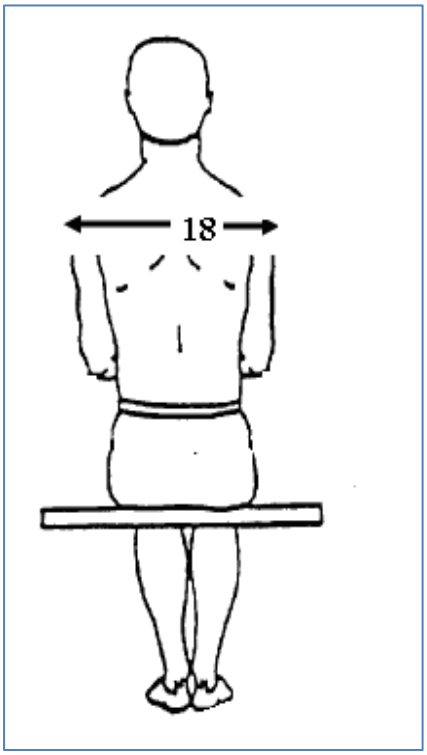


ارتفاع رکبی

تعریف: فاصله عمودی از سطح زمین تا زاویه رکبی داخلی زانو

کاربرد: تعیین کننده حداکثر ارتفاع قابل قبول سطح نشستنگاه

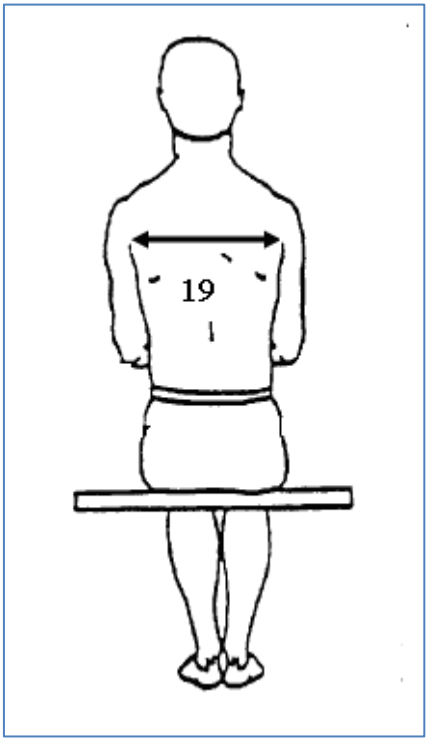




پهنای شانه (فاصله بین دو عضله دالی شکل)

تعریف: حداکثر پهنای افقی شانه ها که در محل پیش آمدگی عضله های دالی شکل اندازه گیری می شود.

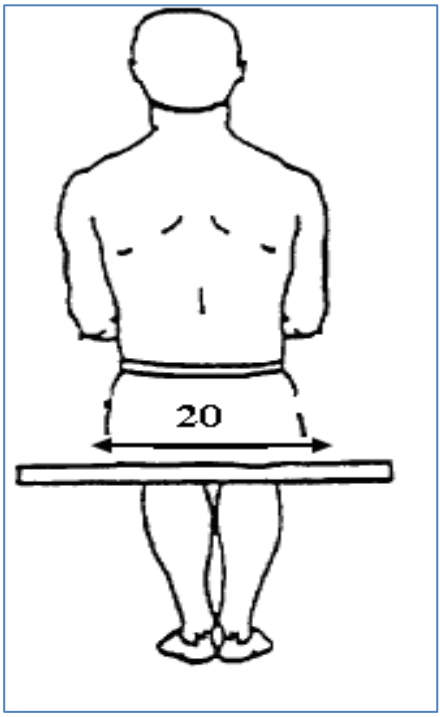
کاربرد: فضای لازم در سطح شانه ها



پهنای شانه (فاصله میان زائده های اخرمی دو کتف)

تعری : فاصله افقی در عرض شانه ها که در بین زوائد اخرمی دو کتف اندازه گیری می شود (نقاط استخوانی)

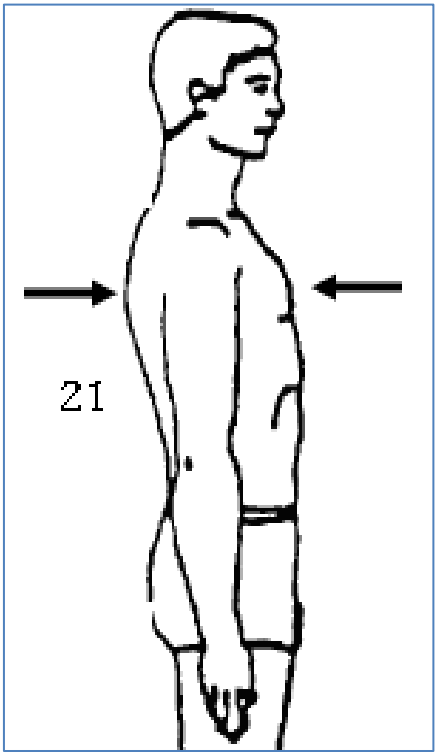
کاربرد: جدایی جانبی مراکز چرخش اندام فوقانی



پهنای کفل

تعریف: حداکثر فاصله افقی در عرض کفلها در وضعیت نشسته

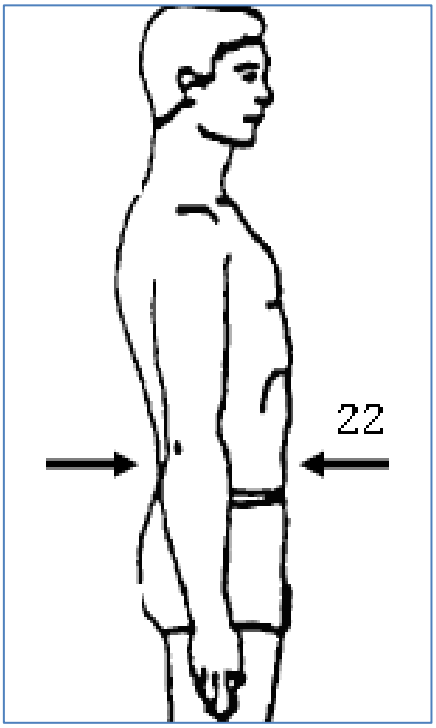
کاربرد: فضای مورد نیاز در ارتفاع سطح نشستنگاه، پهنای سطح نشستنگاه نبایستی خیلی کمتر از این بعد باشد.



عمق سینه

تعریف: حداکثر فاصله افقی از صحنه مرجع عمودی تا جلو سینه

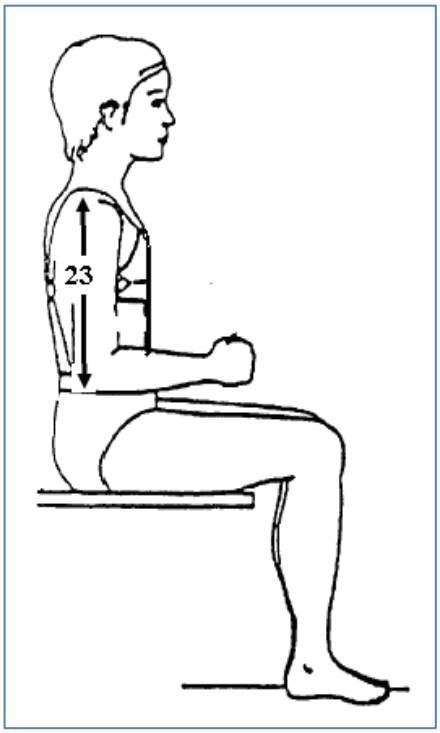
کاربرد: فضای مورد نیاز بین پشتی صندلی و موانع در جلو آن



عمق شکم

تعریف: حداکثر فاصله افقی از صفنه مرجع عمودی تا جلو شکم در وضعیت نشسته استاندارد

کاربرد: فضای مورد نیاز بین پشتی صندلی و موانع در جلو آن



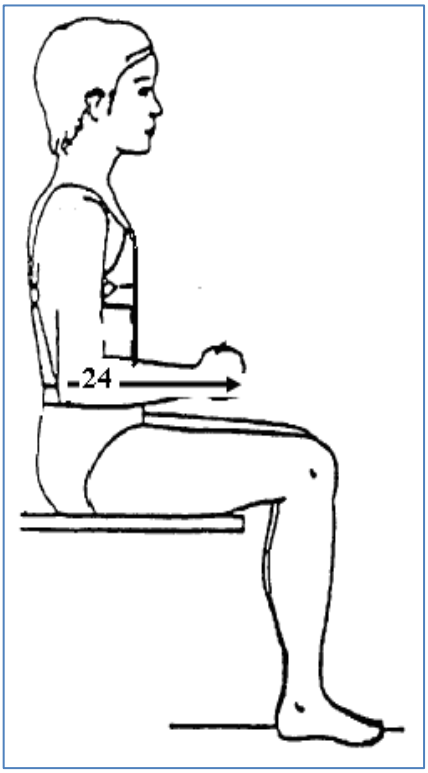
طول شانه – آرنج

تعریف: فاصله بین زائده اخرمی استخوان کتف و سطح داخلی آرنج در وضعیت نشسته استاندارد.

طول آرنج -نوک انگشتان

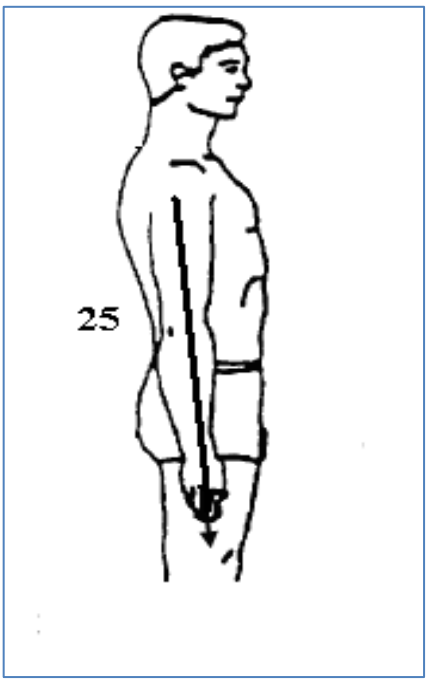
تعریف: فاصله بین پشت آرنج و نوک انگشت میانه در وضعیت نشسته استاندارد

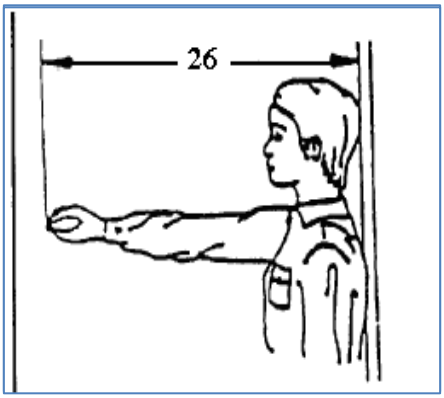
کاربرد: حد دسترسی ساعد، در تعیین مساحت طبیعی محدوده کار



طول اندام فوقانی

تعریف: فاصله زائده اخرمی استخوان کتف تا نوک انگشت هنگامیکه آرنج و مچ کاملاً کشیده و مستقیم هستند.

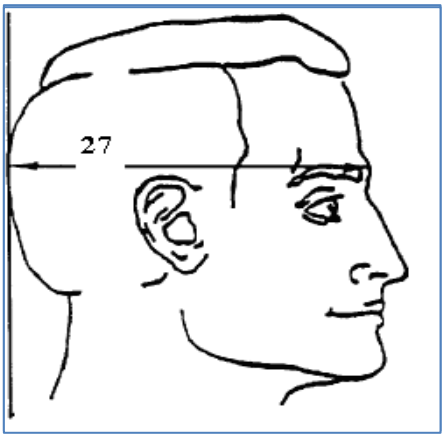




طول شانه –چنگش

تعریف: فاصله زائده اخرمی استخوان کتف تا مرکز شیئی که بوسیله دست گرفته می شود هنگامیکه آرنج و مچ کاملاً مستقیم هستند.

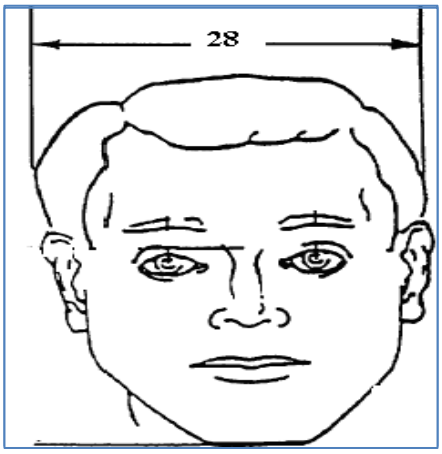
کاربرد: طول فونکسیونل اندام فوقانی، تعیین منطقه راحت حد دسترسی



طول سر

تعریف: فاصله نقطه بین ابروان و استخوان پس سر در خط میانی

کاربرد: مرجع محل استقرار چشمها



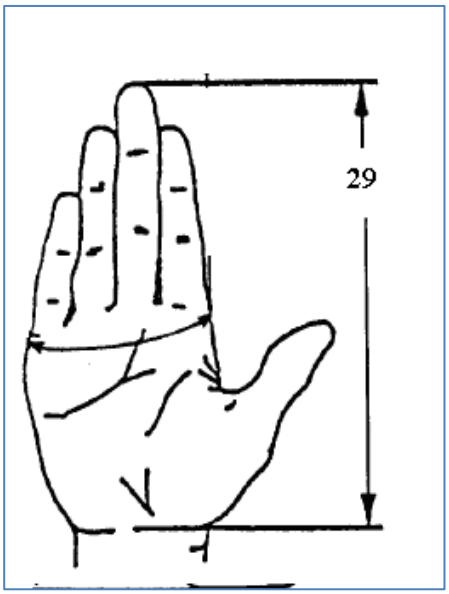
پهنای سر

تعریف: حداکثر پهنای سر در بالای سطح گوشها

کاربرد: فضای مورد نیاز

طول دست

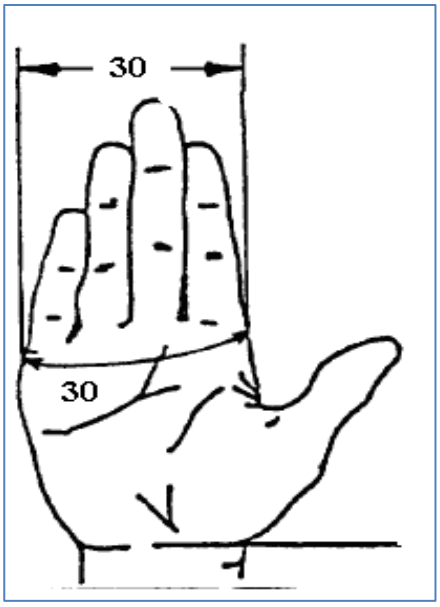
تعریف: فاصله بین مچ تا نوک انگشت میانی هنگامیکه دست به حالت مستقیم و محکم گرفته شده است.

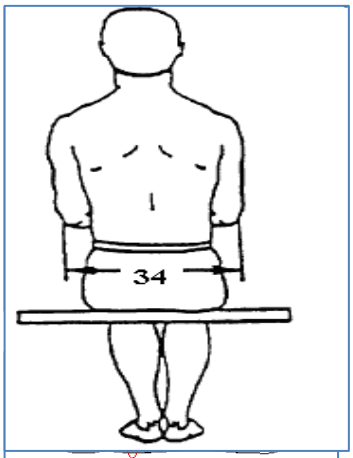


پهنای دست

تعریف: حداکثر پهنا در عرض کف دست

کاربرد: فضای مورد نیاز برای دسترسی دست، نظیر دستگیره ها، دسته ها و ...

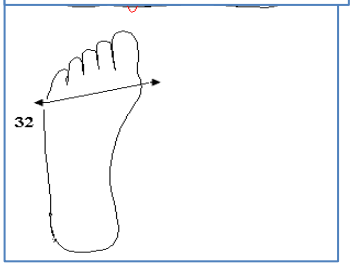




طول کف پا

تعریف: فاصله موازی با محور طویل کف پا از پشت پاشنه تا نوک بلندترین انگشت پا

کاربرد: فضای مورد نیاز برای پاها، طراحی پدالها



پهنای کف پا

تعریف: حداکثر پهنای افقی، در هر نقطه ای از کف پا که باشد، در عرض پا عمود بر محور طولی آن

کاربرد: فضای مورد نیاز برای پاها، طراحی پدالها

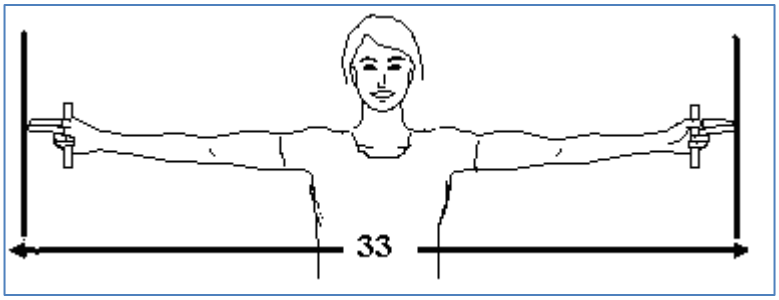
فاصله بین نوک انگشتان دست راست و چپ هنگامی که بازوها کاملاً باز باشد.

تعریف: حداکثر پهنای افقی بین نوک انگشتان میانی دست راست و چپ هنگامیکه بازوها کاملاً به طرفین باز باشد.

کاربرد: حد دسترسی جانبی

فاصله بین نوک آرنج راست و چپ

تعریف: فاصله بین نوک آرنج دست راست و چپ هنگامی که اندامهای فوقانی به طرفین کشیده شده اند و آرنج کاملاً خم شده است



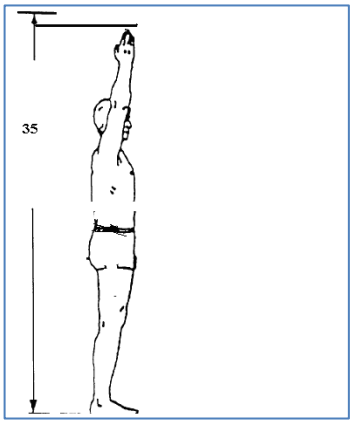
طوریکه نوک انگشتان قفسه سینه را لمس می کند.

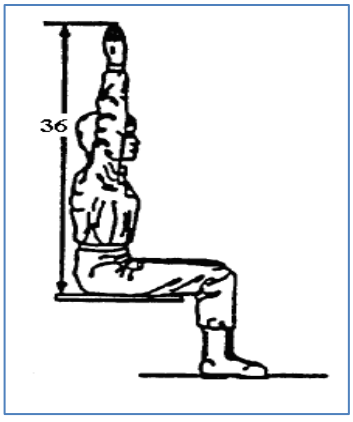
کاربرد: راهنمایی مفید برای در نظر گرفتن فضای مورد نیاز آرنج در پست کار است.

حد دسترسی چنگش، ایستاده – نشسته – جلو

تعریف: در تمام موارد، اندازه گیری از مرکز میله استوانه ای شکل که کاملاً در کف دستها گرفته شده است صورت می گیرد. در ابعاد ۳۴ و ۳۵ بازو به طور عمودی بالای سر قرار می گیرد و اندازه گیری به ترتیب از سطح زمین و سطح نشستنگاه صورت می گیرد. در بعد ۳۶ بازو بطور افقی در جلو بدن و در سطح شانه قرار گرفته و اندازه گیری از پشت تیغه های شانه انجام می شود (۱۶).

همانگونه که قبلا ذکر گردید اکثر اندازه گیریهای انجام شده در یک یا دو وضعیت آنتروپومتریکی استاندارد صورت گرفته اند که در اینجا به شرح آن می پردازیم:





وضعیت ایستاده استاندارد:

فرد بطور مستقیم و کشیده ایستاده است و خود را تا حداکثر ارتفاع بدن بالا می کشد و مستقیم به جلو نگاه می کند در این حالت شانه ها آزاد و دست ها در کنار بدن آویزانند. در این وضعیت، فرد بایستی از دیوار یا سطح اندازه گیری فاصله داشته باشد و به آن تکیه نکند.

وضعیت نشسته استاندارد:

فرد بطور مستقیم و کشیده بر روی یک سطح افقی نشسته و بدن خود را تا حد اکثر ارتفاع بالا می‌کشد و مستقیم به جلو نگاه می‌کند شانه در وضعیت آزاد است بازوها به طور عمودی آویزان و ساعدها در حالت افقی قرار می‌گیرند (زاویه ساعد و بازو ۹۰ درجه است). ارتفاع سطح نشستنگاه طوری تنظیم می شود که رانها در حالت افقی و ساقها به طور عمودی قرار گیرند (زوایای زانو و مچ پا برابر با ۹۰ درجه است). اندازه گیریها به طور عمودی نسبت به دو صفحه مرجع صورت می‌گیرند. صفحه مرجع افقی، سطح نشستنگاه و صفحه مرجع عمودی صفحه ای خیالی یا واقعی است که پشت کفل‌ها و تیغه‌های شانه فرد را لمس می کنند. "نقطه مرجع سطح نشستنگاه در محل تقاطع صفحه مرجع عمودی، صفحه مرجع افقی و صفحه میانی بدن (صفحه ای که بدن را به دو نیمه راست و چپ تقسیم می کند) قرار می گیرد.

۱۲ – جداول شاخص‌های آنتروپومتریکی شاغلین ایرانی

در این پژوهش مقادیر میانگین، انحراف معیار، واریانس و انحراف از توزیع نرمال در نمودار آماری، می‌نیمم و ماکزیمم ابعاد آنتروپومتریکی در جداول شماره ۷-۱ الی۷-۱۰ به تفکیک دانشگاهها تخمینهای آنتروپومتریکی برای دو جنس زن و مرد با صدکهای ۵،۵۰، ۹۵ نشان داده شده است.

۱۲-۱ تخمینهای آنتروپومتریک کارگران ۲۰-۶۰ ساله ایرانی (به تفکیک دانشگاههای مورد مطالعه)

جدول ۱-۷- تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران ۶۰-۲۰ ساله ایرانی

	جنس							
	مرد				زن			
	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	160	172	184	8	148	158	169	6
ارتفاع.چشم	148	161	173	8	137	147	158	8
ارتفاع.شانه	131	144	156	7	122	131	140	6
ارتفاع.آرنج	98	109	119	6	92	99	107	5
ارتفاع.کفل	80	88	97	5	76	86	94	6
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	68	75	83	5	63	69	76	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	58	65	72	4	54	60	66	4
ارتفاع.نشسته	82	91	99	5	75	82	89	4
رتفاع.چشم.نشسته	72	80	88	5	66	72	80	4
ارتفاع.آرنج.نشسته	20.0	26.7	34.0	4.4	16.5	21.5	27.5	3.4
ضخامت.ران	12	15	19	2	11	15	19	2
ارتفاع.شانه.نشسته	54	62	69	4	50	56	63	4
طول.کفل.زانو	53	58	63	3	51	56	61	3
طول.کفل –رکبی	41	46	52	3	39	45	50	3
ارتفاع.زانو	45	52	59	4	42	48	53	3
ارتفاع.رکبی	36	41	47	4	35	39	44	3
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	40	46	52	4	36	43	50	4
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی	32	39	48	5	28	35	41	4
پهنای.باسن	33	38	44	4	31	37	43	4
عمق.سینه	20	23	29	3	21	26	31	4
عمق.شکم	20	25	32	4	22	28	36	4

	جنس							
	مرد				زن			
	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.شانه_ آرنج	31	36	41	3	28	32	36	3
طول.آرنج_ نوک انگشتان	40	47	56	5	39	43	46	2
طول.اندام.فوقانی	70	78	86	5	65	71	78	4
طول.شانه- چنگش	59	67	75	5	55	61	69	4
طول.سر	17	19	20	1	17	18	20	1
پهنای.سر	13	15	16	1	12	14	16	5
طول.دست	17	19	21	1	16	17	19	1
پهنای.دست	8	9	10	1	7	8	9	1
طول.کف.پا	23	26	28	2	21	23	25	1
پهنای.کف.پا	8	10	11	1	7	9	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی. دست.راست.وچپ.موقعی.که. بازوها.کاملا.باز.باشند	159	175	189	9	143	158	172	9
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.و چپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین. بازشده.وساعدهاخم.شده...	80	90	99	6	75	83	91	5
حددسترسی.چنگش.ایستاده	190	209	227	11	177	189	201	8
حددسترسی.چنگش.نشسته	113	128	141	8	105	113	123	7
حددسترسی.چنگش.جلو	67	78	97	8	62	68	78	5
وزن	55	75	96	12	45	60	78	10

۱۲-۱ تخمینهای آنتروپومتریک کارگران ۲۰-۶۰ ساله ایرانی (به تفکیک قومیت)

جدول۱۱-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران عرب ۲۰-۶۰ ساله ایرانی به تفکیک جنس

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	161	172	182	7	148	158	168	6
ارتفاع.چشم	152	161	172	7	136	146	156	6
ارتفاع.شانه	134	144	155	6	121	130	139	6
ارتفاع.آرنج	100	108	117	5	91	98	107	5
ارتفاع.کفل	81	88	98	5	76	87	94	6
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	69	75	81	4	63	68	75	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	59	65	71	4	53	59	64	4
ارتفاع.نشسته	85	91	98	4	76	82	90	4
رتفاع.چشم.نشسته	75	81	87	4	64	71	80	4
ارتفاع.آرنج.نشسته	22.0	26.9	33.0	3.4	15.3	21.6	29.3	4.2
ضخامت.ران	13	17	21	2	10	13	16	2
ارتفاع.شانه.نشسته	58	63	69	4	50	56	62	4
طول.کفل.زانو	54	59	65	4	51	58	65	4
طول.کفل –رکبی	43	48	53	3	41	47	52	3
ارتفاع.زانو	49	54	59	3	45	49	53	2
ارتفاع.رکبی	37	42	47	4	34	38	44	3
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	41	46	51	3	37	43	47	3
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	30	34	38	3	30	36	40	3
پهنای.باسن	32	37	41	3	30	34	39	3
عمق.سینه	20	25	32	4	21	26	33	4
عمق.شکم	21	27	33	4	21	29	38	5

	جنس							
	مرد				زن			
	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد	صد ک ۵	میانگین	صد ک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.شانه _ آرنج	31	35	39	3	29	33	36	2
طول.آرنج _ نوک انگشتان	44	47	52	2	38	42	45	2
طول.اندام.فوقانی	70	77	85	5	65	72	80	5
طول.شانه – چنگش	60	67	74	4	52	59	68	5
طول.سر	18	19	20	1	17	18	22	2
پهنای.سر	14	15	16	1	13	14	16	1
طول.دست	18	19	21	1	16	18	19	1
پهنای.دست	8	9	10	1	7	8	8	0
طول.کف.پا	24	26	29	1	21	23	25	1
پهنای.کف.پا	9	11	12	1	7	8	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی.دست.راست.وچپ.موقعی.که.بازوها.کاملا.باز.باشند	164	177	191	8	144	157	168	7
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین.بازشده.وساعدهاخم.شده...	81	88	96	5	74	82	89	4
حددسترسی.چنگش.ایستاده	188	209	225	11	176	189	201	8
حددسترسی.چنگش.نشسته	117	130	140	6	104	112	122	6
حددسترسی.چنگش.جلو	70	76	85	5	61	67	76	5
وزن	56	75	99	13	46	60	76	10

جدول ۱۲-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران فارس ۲۰-۶۰ ساله ایرانی به تفکیک جنس

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	163	173	184	7	147	158	169	7
ارتفاع.چشم	152	162	174	7	136	147	159	7
ارتفاع.شانه	135	145	156	6	121	131	141	6
ارتفاع.آرنج	101	110	118	5	91	99	107	5
ارتفاع.کفل	80	88	97	5	75	86	95	6
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	69	76	83	4	64	70	77	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	59	66	72	4	53	60	66	4
ارتفاع.نشسته	84	92	100	5	73	82	89	4
رتفاع.چشم.نشسته	75	81	89	4	66	73	83	5
ارتفاع.آرنج.نشسته	20.8	27.0	34.0	4.2	17.0	21.6	27.0	3.0
ضخامت.ران	12	15	19	2	11	15	19	3
ارتفاع.شانه.نشسته	56	61	68	4	50	57	64	5
طول.کفل.زانو	53	58	63	3	50	55	61	4
طول.کفل –رکبی	40	45	50	3	38	44	49	4
ارتفاع.زانو	48	53	59	3	44	49	54	3
ارتفاع.رکبی	36	41	47	3	35	40	44	3

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی	41	46	65	4	35	42	52	5
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	34	40	48	5	27	34	42	5
پهنای.باسن	33	38	44	4	30	36	42	4
عمق.سینه	19	23	28	3	21	25	30	3
عمق.شکم	19	25	32	4	22	27	35	4
طول.شانه_ آرنج	32	36	41	3	28	32	37	3
طول.آرنج_ نوک انگشتان	40	45	51	3	39	42	46	3
طول.اندام.فوقانی	70	77	85	4	65	71	78	4
طول.شانه- چنگش	58	66	74	5	55	61	70	4
طول.سر	17	18	20	1	16	18	20	1
پهنای.سر	14	15	16	1	13	14	17	1
طول.دست	17	19	21	1	16	17	19	1
پهنای.دست	8	9	10	1	7	8	9	1
طول.کف.پا	23	26	28	2	21	23	25	1
پهنای.کف.پا	8	10	11	1	7	9	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی.دست.راست.وچپ.موقعی.که.بازوها.کاملا.باز.باشند	163	176	189	8	140	158	173	10
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین.بازشده.و ساعدهاخم.شده...	80	91	100	6	74	82	91	6

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
حددسترسی.چنگش.ایستاده	195	209	225	9	177	189	202	8
حددسترسی.چنگش.نشسته	117	127	139	6	105	114	124	6
حددسترسی.چنگش.جلو	70	77	85	5	63	70	80	5
وزن	57	75	95	12	45	59	79	10

جدول ۱۳-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران کرد ۶۰-۲۰ساله ایرانی به تفکیک جنس

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	162	171	181	6	151	161	177	7
ارتفاع.چشم	151	159	170	6	137	149	167	7
ارتفاع.شانه	133	143	153	5	124	132	147	7
ارتفاع.آرنج	102	108	116	4	95	103	119	8
ارتفاع.کفل	79	90	97	5	72	79	91	6
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	66	73	80	5	64	70	78	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	57	64	70	4	55	60	68	4
ارتفاع.نشسته	83	90	97	4	82	86	94	3
رتفاع.چشم.نشسته	72	79	88	5	70	75	83	4
ارتفاع.آرنج.نشسته	21.0	25.6	31.0	3.1	21.5	25.4	31.8	2.8
ضخامت.ران	12	16	19	2	14	17	20	2
ارتفاع.شانه.نشسته	57	63	70	4	54	60	70	7
طول.کفل.زانو	51	57	63	4	51	57	62	3
طول.کفل –رکبی	41	45	50	3	39	46	51	4
ارتفاع.زانو	47	52	59	6	42	49	55	4
ارتفاع.رکبی	36	42	50	4	33	38	48	5
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	40	45	50	3	37	43	48	3
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	34	39	43	3	33	36	39	2
پهنای.باسن	34	39	44	3	34	39	44	3
عمق.سینه	21	24	30	3	21	25	30	3
عمق.شکم	18	25	33	4	20	25	30	4
طول.شانه_ آرنج	32	36	40	3	31	33	38	2
طول.آرنج_ نوک انگشتان	43	46	50	3	40	43	47	2
طول.اندام.فوقانی	67	74	81	4	66	72	80	4

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.شانه – چنگش	59	65	74	4	55	62	68	5
طول.سر	17	18	20	1	18	19	20	1
پهنای.سر	12	14	15	1	13	14	15	1
طول.دست	17	19	21	1	16	18	19	1
پهنای.دست	8	9	9	1	7	8	8	0
طول.کف.پا	23	26	28	1	22	24	26	1
پهنای.کف.پا	8	10	11	1	8	9	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی.دست.راست.وچپ.موقعی.که.بازوها.کاملا.باز.باشند	164	173	184	6	148	160	175	8
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین.بازشده.و ساعدهاخم.شده...	76	86	95	5	76	83	91	5
حددسترسی.چنگش.ایستاده	197	207	220	7	182	193	217	10
حددسترسی.چنگش.نشسته	119	127	140	6	110	119	131	7
حددسترسی.چنگش.جلو	67	78	88	6	66	73	83	5
وزن	53	73	95	12	44	64	80	11

جدول ۱۴-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران لر ۶۰-۲۰ساله ایرانی به تفکیک جنس

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	162	174	186	7	149	158	167	6
ارتفاع.چشم	151	162	173	6	140	147	156	5
ارتفاع.شانه	135	145	156	6	125	132	141	5
ارتفاع.آرنج	101	108	117	5	92	99	106	5
ارتفاع.کفل	82	90	99	6	83	89	96	4
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	70	76	82	4	63	68	75	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	60	66	71	4	55	59	65	3
ارتفاع.نشسته	84	91	97	4	74	80	88	5
رتفاع.چشم.نشسته	74	80	86	4	63	70	78	5
ارتفاع.آرنج.نشسته	21.0	26.3	32.5	3.5	14.2	20.5	28.3	4.1
ضخامت.ران	13	16	19	2	12	15	19	2
ارتفاع.شانه.نشسته	57	62	68	3	50	55	63	4
طول.کفل.زانو	55	58	64	3	52	56	61	2
طول.کفل –رکبی	44	47	51	2	42	44	48	2
ارتفاع.زانو	49	52	56	2	42	47	51	3
ارتفاع.رکبی	38	41	45	2	34	38	42	3
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	42	46	50	3	37	43	46	3
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	34	39	42	3	33	36	39	2
پهنای.باسن	35	41	45	3	34	40	44	4
عمق.سینه	21	24	28	2	21	27	31	3
عمق.شکم	19	25	31	4	23	28	33	4
طول.شانه_ آرنج	33	36	39	2	27	31	35	3
طول.آرنج_ نوک انگشتان	44	47	50	2	39	43	46	3
طول.اندام.فوقانی	74	79	85	3	65	70	75	3

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.شانه – چنگش	61	66	73	4	55	60	64	3
طول.سر	18	19	21	1	18	19	20	1
پهنای.سر	13	14	16	1	13	14	15	1
طول.دست	18	19	21	1	17	18	19	1
پهنای.دست	8	9	9	0	7	8	9	0
طول.کف.پا	24	26	27	1	22	23	25	1
پهنای.کف.پا	9	10	11	1	8	9	10	0
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی.دست.راست.وچپ.موقعی.که.بازوها.کاملا.باز.باشند	140	171	186	12	145	157	169	7
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین.بازشده.وساعدهاخم.شده...	81	89	99	5	79	83	89	3
حددسترسی.چنگش.ایستاده	196	211	227	8	181	191	201	6
حددسترسی.چنگش.نشسته	121	130	139	5	106	115	123	5
حددسترسی.چنگش.جلو	70	77	84	4	62	67	74	4
وزن	58	75	96	12	44	65	78	10

جدول ۱۵-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران بلوچ ۶۰-۲۰ساله ایرانی به تفکیک جنس

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	162	174	186	7	149	158	167	5
ارتفاع.چشم	151	162	173	6	140	147	156	5
ارتفاع.شانه	135	145	156	6	125	132	141	5
ارتفاع.آرنج	101	108	117	5	92	99	106	4
ارتفاع.کفل	82	90	98	6	83	89	96	4
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	70	76	82	4	63	69	77	5
ارتفاع نوک انگشتان میانه	60	66	71	3	55	59	65	3
ارتفاع.نشسته	85	91	97	4	74	81	88	5
رتفاع.چشم.نشسته	74	80	86	4	63	71	78	5
ارتفاع.آرنج.نشسته	21.4	26.2	32.5	3.5	14.2	21.8	31.0	4.5
ضخامت.ران	13	16	19	2	11	15	19	2
ارتفاع.شانه.نشسته	57	62	67	3	50	56	64	4
طول.کفل.زانو	55	59	64	3	52	56	61	2
طول.کفل –رکبی	44	47	51	2	42	45	48	2
ارتفاع.زانو	49	53	57	2	42	47	52	3
ارتفاع.رکبی	38	41	45	2	34	39	44	3
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	42	46	50	3	37	42	46	3
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	34	39	42	3	31	36	39	2
پهنای.باسن	35	41	45	3	29	38	44	5
عمق.سینه	21	24	29	3	21	26	31	3
عمق.شکم	19	25	32	4	23	28	33	4
طول.شانه_ آرنج	33	36	39	2	27	32	37	3
طول.آرنج_ نوک انگشتان	44	47	50	2	39	42	46	3

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.اندام.فوقانی	74	79	85	3	65	69	75	4
طول.شانه – چنگش	61	67	73	4	55	60	67	4
طول.سر	18	19	21	1	18	19	20	1
پهنای.سر	13	14	16	1	13	14	16	1
طول.دست	18	19	21	1	17	18	19	1
پهنای.دست	8	9	9	0	7	8	9	0
طول.کف.پا	24	26	27	1	22	23	25	1
پهنای.کف.پا	9	10	11	1	8	9	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی.دست.راست.وچپ.موقعی.که.بازوها.کاملا.باز.باشند	134	170	187	14	145	157	172	7
فاصله.بین.آرنج.دست.راست.وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین.بازشده.وساعدهاخم.شده...	81	89	99	5	77	82	89	4
حددسترسی.چنگش.ایستاده	196	212	227	8	180	191	201	6
حددسترسی.چنگش.نشسته	121	130	139	5	106	115	123	5
حددسترسی.چنگش.جلو	70	77	84	5	62	68	77	5
وزن	58	75	98	12	44	65	78	10

جدول ۱۶-۷ تخمینهای آنتروپومتریکی کارگران ترک ۶۰-۲۰ساله ایرانی به تفکیک جنس

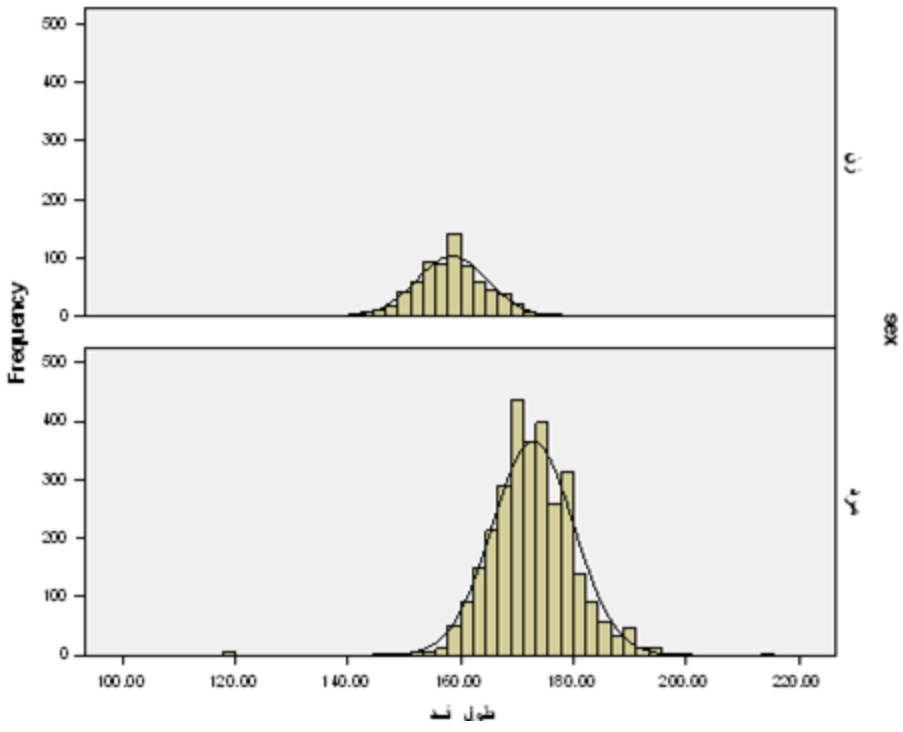
	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.قد	153	169	185	10	150	159	168	6
ارتفاع.چشم	142	158	174	10	138	147	158	11
ارتفاع.شانه	127	142	159	10	123	131	140	5
ارتفاع.آرنج	94	107	124	9	92	99	106	5
ارتفاع.کفل	82	88	96	5	80	87	94	4
ارتفاع.برآمدگی.انگشتان	65	73	83	6	62	69	76	4
ارتفاع نوک انگشتان میانه	57	64	73	5	55	60	65	3
ارتفاع.نشسته	78	88	97	6	77	82	88	3
رتفاع.چشم.نشسته	68	77	85	6	66	72	77	3
ارتفاع.آرنج.نشسته	18.0	26.0	35.5	5.6	17.0	20.8	25.0	2.7
ضخامت.ران	12	15	19	2	12	15	19	2
ارتفاع.شانه.نشسته	52	61	71	6	50	55	59	3
طول.کفل.زانو	53	57	62	3	52	56	61	3
طول.کفل –رکبی	43	47	53	3	41	45	50	3
ارتفاع.زانو	42	49	57	5	41	44	49	2
ارتفاع.رکبی	35	40	48	4	36	39	43	2
پهنای.شانه(بین.دو.عضله.دالی)	38	44	50	4	40	44	49	3
پهنای.شانه(بین.دوزائده.آخرمی)	32	36	43	3	34	37	41	2
پهنای.باسن	35	40	45	3	34	39	44	3
عمق.سینه	20	23	28	3	20	25	31	6
عمق.شکم	20	25	30	3	24	28	35	3
طول.شانه_ آرنج	28	34	39	3	27	31	35	3
طول.آرنج_ نوک انگشتان	41	50	61	7	40	43	47	2
طول.اندام.فوقانی	68	78	88	7	66	72	78	4
طول.شانه- چنگش	58	68	77	6	57	62	68	4

	جنس							
	مرد				زن			
	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد	صدک ۵	میانگین	صدک ۹۵	انحراف استاندارد
طول.سر	17	19	21	1	16	18	20	1
پهنای.سر	12	15	16	1	12	14	14	9
طول.دست	16	18	20	1	16	17	19	1
پهنای.دست	7	8	9	1	7	7	8	0
طول.کف.پا	21	25	27	2	21	23	26	2
پهنای.کف.پا	8	9	11	1	8	9	10	1
فاصله.بین.نوک.انگشتان.میانی. دست.راست.وچپ.موقعی.که. بازوها.کاملا.باز.باشند	153	171	188	11	149	159	170	7
فاصله.بین.آرنج.دست.راست. وچپ.هنگامیکه.بازوهابه.طرفین. بازشده.وساعدهاخم.شده...	81	88	97	5	78	84	91	4
حددسترسی.چنگش.ایستاده	182	207	234	17	176	188	200	8
حددسترسی.چنگش.نشسته	107	126	145	12	104	112	119	9
حددسترسی.چنگش.جلو	62	84	101	15	60	66	72	4
وزن	50	72	94	13	44	58	77	10

۱۳ – یافته ها

۱۳–۱ مقایسه هیستوگرام نرمالیتی قد در بین زنان و مردان شاغل ایرانی

هیستوگرام نرمالیتی قد در بین زنان و مردان شاغل ایرانی در نمودار شماره ۳–۱ نمایش داده شده است این نمودار نشان می دهد که در نمونه مورد مطاله متغیر قد در بین زنان و مردان از توزیع نرمال برخوردار می باشد.



نمودار ۸–۱ مقایسه هیستوگرام نرمالیتی قد در بین زنان و مردان شاغل ایرانی

۱۳-۲ مقایسه چندگانه میانگین متغیرهای آنتروپومتری در دانشگاههای مورد مطالعه

جدول ۱-۸ مقایسه چند گانه میانگین قد مردان در دانشگاههای مورد مطالعه

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
آذربایجان شرقی	اهواز	-2.391(*)	.474	.000	-3.91	-.87
	اصفهان	-3.075(*)	.403	.000	-4.36	-1.79
	کردستان	-1.844	.877	1.000	-4.65	.96
	لرستان	-4.640(*)	.780	.000	-7.14	-2.15
	تهران	-6.559(*)	.481	.000	-8.10	-5.02
	فارس	-2.131(*)	.478	.000	-3.66	-.60
	زاهدان	-4.952(*)	.863	.000	-7.71	-2.19
	هرمزگان	-1.828	.684	.272	-4.02	.36
اهواز	آذر شرقی	2.391(*)	.474	.000	.87	3.91
	اصفهان	-.684	.454	1.000	-2.14	.77
	کردستان	.548	.902	1.000	-2.34	3.43
	لرستان	-2.249	.807	.193	-4.83	.33
	تهران	-4.168(*)	.524	.000	-5.84	-2.49
	فارس	.260	.521	1.000	-1.41	1.93
	زاهدان	-2.561	.888	.143	-5.40	.28
	هرمزگان	.563	.715	1.000	-1.73	2.85
اصفهان	آذر شرقی	3.075(*)	.403	.000	1.79	4.36
	اهواز	.684	.454	1.000	-.77	2.14
	کردستان	1.231	.866	1.000	-1.54	4.00
	لرستان	-1.565	.768	1.000	-4.02	.89
	تهران	-3.484(*)	.460	.000	-4.96	-2.01
	فارس	.943	.457	1.000	-.52	2.41
	زاهدان	-1.877	.852	.998	-4.60	.85
	هرمزگان	1.247	.670	1.000	-.90	3.39

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
کردستان	آذر شرقی	1.844	.877	1.000	-.96	4.65
	اهواز	-.548	.902	1.000	-3.43	2.34
	اصفهان	-1.231	.866	1.000	-4.00	1.54
	لرستان	-2.796	1.094	.382	-6.30	.70
	تهران	-4.715(*)	.905	.000	-7.61	-1.82
	فارس	-.288	.904	1.000	-3.18	2.60
	زاهدان	-3.108	1.155	.258	-6.80	.59
	هرمزگان	.015	1.028	1.000	-3.27	3.30
لرستان	آذر شرقی	4.640(*)	.780	.000	2.15	7.14
	اهواز	2.249	.807	.193	-.33	4.83
	اصفهان	1.565	.768	1.000	-.89	4.02
	کردستان	2.796	1.094	.382	-.70	6.30
	تهران	-1.919	.811	.650	-4.51	.68
	فارس	2.509	.809	.070	-.08	5.10
	زاهدان	-.312	1.083	1.000	-3.78	3.15
	هرمزگان	2.812	.946	.107	-.22	5.84
تهران	آذر شرقی	6.559(*)	.481	.000	5.02	8.10
	اهواز	4.168(*)	.524	.000	2.49	5.84
	اصفهان	3.484(*)	.460	.000	2.01	4.96
	کردستان	4.715(*)	.905	.000	1.82	7.61
	لرستان	1.919	.811	.650	-.68	4.51
	فارس	4.427(*)	.527	.000	2.74	6.11
	زاهدان	1.607	.892	1.000	-1.25	4.46
	هرمزگان	4.731(*)	.719	.000	2.43	7.03
فارس	آذر شرقی	2.131(*)	.478	.000	.60	3.66
	اهواز	-.260	.521	1.000	-1.93	1.41
	اصفهان	-.943	.457	1.000	-2.41	.52
	کردستان	.288	.904	1.000	-2.60	3.18

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
	لرستان	-2.509	.809	.070	-5.10	.08
	تهران	-4.427(*)	.527	.000	-6.11	-2.74
	زاهدان	-2.820	.890	.056	-5.67	.03
	هرمزگان	.303	.718	1.000	-1.99	2.60
زاهدان	آذر شرقی	4.952(*)	.863	.000	2.19	7.71
	اهواز	2.561	.888	.143	-.28	5.40
	اصفهان	1.877	.852	.998	-.85	4.60
	کردستان	3.108	1.155	.258	-.59	6.80
	لرستان	.312	1.083	1.000	-3.15	3.78
	تهران	-1.607	.892	1.000	-4.46	1.25
	فارس	2.820	.890	.056	-.03	5.67
	هرمزگان	3.123	1.016	.077	-.13	6.37
هرمزگان	آذر شرقی	1.828	.684	.272	-.36	4.02
	اهواز	-.563	.715	1.000	-2.85	1.73
	اصفهان	-1.247	.670	1.000	-3.39	.90
	کردستان	-.015	1.028	1.000	-3.30	3.27
	لرستان	-2.812	.946	.107	-5.84	.22
	تهران	-4.731(*)	.719	.000	-7.03	-2.43
	فارس	-.303	.718	1.000	-2.60	1.99
	زاهدان	-3.123	1.016	.077	-6.37	.13

*اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی دار است

جدول ۲-۸ مقایسه چند گانه میانگین قد زنان در دانشگاههای مختلف

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
آذربایجان شرقی	اهواز	1.377	.716	1.000	-.92	3.67
	اصفهان	-.723	.746	1.000	-3.12	1.67
	کردستان	-1.723	1.184	1.000	-5.52	2.08
	لرستان	1.270	1.240	1.000	-2.71	5.25
	تهران	-1.613	.727	.963	-3.94	.72
	فارس	5.210(*)	.783	.000	2.70	7.72
	زاهدان	1.474	1.122	1.000	-2.13	5.07
	هرمزگان	.696	.956	1.000	-2.37	3.76
اهواز	آذر شرقی	-1.377	.716	1.000	-3.67	.92
	اصفهان	-2.100	.838	.449	-4.79	.59
	کردستان	-3.100	1.245	.467	-7.09	.89
	لرستان	-.108	1.298	1.000	-4.27	4.06
	تهران	-2.990(*)	.821	.010	-5.63	-.35
	فارس	3.833(*)	.872	.000	1.03	6.63
	زاهدان	.097	1.186	1.000	-3.71	3.90
	هرمزگان	-.682	1.030	1.000	-3.99	2.62
اصفهان	اهواز	2.100	.838	.449	-.59	4.79
	کردستان	-1.000	1.262	1.000	-5.05	3.05
	لرستان	1.993	1.315	1.000	-2.23	6.21
	تهران	-.890	.848	1.000	-3.61	1.83
	فارس	5.933(*)	.896	.000	3.06	8.81
	زاهدان	2.197	1.204	1.000	-1.67	6.06
	هرمزگان	1.418	1.051	1.000	-1.96	4.79
کردستان	آذر شرقی	1.723	1.184	1.000	-2.08	5.52
	اهواز	3.100	1.245	.467	-.89	7.09
	اصفهان	1.000	1.262	1.000	-3.05	5.05
	لرستان	2.992	1.604	1.000	-2.16	8.14

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
	تهران	.110	1.251	1.000	-3.90	4.12
	فارس	6.932(*)	1.284	.000	2.81	11.05
	زاهدان	3.196	1.515	1.000	-1.67	8.06
	هرمزگان	2.418	1.397	1.000	-2.06	6.90
لرستان	آذر شرقی	-1.270	1.240	1.000	-5.25	2.71
	اهواز	.108	1.298	1.000	-4.06	4.27
	اصفهان	-1.993	1.315	1.000	-6.21	2.23
	کردستان	-2.992	1.604	1.000	-8.14	2.16
	تهران	-2.883	1.304	.985	-7.07	1.30
	فارس	3.940	1.336	.118	-.35	8.23
	زاهدان	.204	1.559	1.000	-4.80	5.21
	هرمزگان	-.574	1.444	1.000	-5.21	4.06
تهران	آذر شرقی	1.613	.727	.963	-.72	3.94
	اهواز	2.990(*)	.821	.010	.35	5.63
	اصفهان	.890	.848	1.000	-1.83	3.61
	کردستان	-.110	1.251	1.000	-4.12	3.90
	لرستان	2.883	1.304	.985	-1.30	7.07
	فارس	6.823(*)	.881	.000	4.00	9.65
	زاهدان	3.087	1.192	.353	-.74	6.91
	هرمزگان	2.308	1.038	.951	-1.02	5.64
فارس	اهواز	-3.833(*)	.872	.000	-6.63	-1.03
	اصفهان	-5.933(*)	.896	.000	-8.81	-3.06
	کردستان	-6.932(*)	1.284	.000	-11.05	-2.81
	لرستان	-3.940	1.336	.118	-8.23	.35
	تهران	-6.823(*)	.881	.000	-9.65	-4.00
	زاهدان	-3.736	1.227	.087	-7.67	.20
	هرمزگان	-4.514(*)	1.078	.001	-7.97	-1.05

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
زاهدان	آذر شرقی	-1.474	1.122	1.000	-5.07	2.13
	اهواز	-.097	1.186	1.000	-3.90	3.71
	اصفهان	-2.197	1.204	1.000	-6.06	1.67
	کردستان	-3.196	1.515	1.000	-8.06	1.67
	لرستان	-.204	1.559	1.000	-5.21	4.80
	تهران	-3.087	1.192	.353	-6.91	.74
	فارس	3.736	1.227	.087	-.20	7.67
	هرمزگان	-.778	1.344	1.000	-5.09	3.54
هرمزگان	آذر شرقی	-.696	.956	1.000	-3.76	2.37
	اهواز	.682	1.030	1.000	-2.62	3.99
	اصفهان	-1.418	1.051	1.000	-4.79	1.96
	کردستان	-2.418	1.397	1.000	-6.90	2.06
	لرستان	.574	1.444	1.000	-4.06	5.21
	تهران	-2.308	1.038	.951	-5.64	1.02
	فارس	4.514(*)	1.078	.001	1.05	7.97
	زاهدان	.778	1.344	1.000	-3.54	5.09

*اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی دار است

جدول ۳-۸- مقایسه چندگانه میانگین وزن مردان در دانشگاههای مختلف

دانشگاه(I)	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
آذربایجان شرقی	اهواز	-2.956(*)	.794	.007	-5.49	-.42
	اصفهان	-3.525(*)	.674	.000	-5.68	-1.37
	کردستان	-1.027	1.469	1.000	-5.73	3.67
	لرستان	-2.820	1.305	1.000	-7.00	1.36
	تهران	-3.528(*)	.804	.000	-6.10	-.95
	فارس	-2.762(*)	.799	.020	-5.32	-.21
	زاهدان	-2.796	1.445	1.000	-7.42	1.83
	هرمزگان	3.933(*)	1.145	.022	.27	7.60
اهواز	آذر شرقی	2.956(*)	.794	.007	.42	5.49
	اصفهان	-.570	.760	1.000	-3.00	1.86
	کردستان	1.928	1.510	1.000	-2.90	6.76
	لرستان	.135	1.351	1.000	-4.19	4.46
	تهران	-.572	.877	1.000	-3.38	2.23
	فارس	.194	.872	1.000	-2.60	2.98
	زاهدان	.159	1.487	1.000	-4.60	4.92
	هرمزگان	6.889(*)	1.197	.000	3.06	10.72
اصفهان	اهواز	.570	.760	1.000	-1.86	3.00
	کردستان	2.498	1.451	1.000	-2.14	7.14
	لرستان	.705	1.285	1.000	-3.41	4.82
	تهران	-.002	.771	1.000	-2.47	2.46
	فارس	.764	.765	1.000	-1.69	3.21
	زاهدان	.729	1.427	1.000	-3.84	5.29
	هرمزگان	7.459(*)	1.122	.000	3.87	11.05
	آذر شرقی	1.027	1.469	1.000	-3.67	5.73
کردستان	اهواز	-1.928	1.510	1.000	-6.76	2.90
	اصفهان	-2.498	1.451	1.000	-7.14	2.14
	لرستان	-1.793	1.831	1.000	-7.65	4.07
	تهران	-2.501	1.515	1.000	-7.35	2.35

دانشگاه(I)	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
	فارس	-1.735	1.512	1.000	-6.57	3.11
	زاهدان	-1.769	1.933	1.000	-7.96	4.42
	هرمزگان	4.960	1.721	.143	-.55	10.47
	آذر شرقی	2.820	1.305	1.000	-1.36	7.00
لرستان	اهواز	-.135	1.351	1.000	-4.46	4.19
	اصفهان	-.705	1.285	1.000	-4.82	3.41
	کردستان	1.793	1.831	1.000	-4.07	7.65
	تهران	-.708	1.358	1.000	-5.05	3.64
	فارس	.058	1.354	1.000	-4.28	4.39
	زاهدان	.024	1.812	1.000	-5.78	5.82
	هرمزگان	6.753(*)	1.583	.001	1.69	11.82
	آذر شرقی	3.528(*)	.804	.000	.95	6.10
آذر شرقی	اهواز	.572	.877	1.000	-2.23	3.38
	اصفهان	.002	.771	1.000	-2.46	2.47
	کردستان	2.501	1.515	1.000	-2.35	7.35
	لرستان	.708	1.358	1.000	-3.64	5.05
	فارس	.766	.882	1.000	-2.06	3.59
	زاهدان	.731	1.493	1.000	-4.04	5.51
	هرمزگان	7.461(*)	1.204	.000	3.61	11.32
فارس	اهواز	-.194	.872	1.000	-2.98	2.60
	اصفهان	-.764	.765	1.000	-3.21	1.69
	کردستان	1.735	1.512	1.000	-3.11	6.57
	لرستان	-.058	1.354	1.000	-4.39	4.28
	تهران	-.766	.882	1.000	-3.59	2.06
	زاهدان	-.035	1.490	1.000	-4.80	4.73
	هرمزگان	6.695(*)	1.201	.000	2.85	10.54
	آذر شرقی	2.796	1.445	1.000	-1.83	7.42

دانشگاه(I)	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالاتر
زاهدان	اهواز	-.159	1.487	1.000	-4.92	4.60
	اصفهان	-.729	1.427	1.000	-5.29	3.84
	کردستان	1.769	1.933	1.000	-4.42	7.96
	لرستان	-.024	1.812	1.000	-5.82	5.78
	تهران	-.731	1.493	1.000	-5.51	4.04
	فارس	.035	1.490	1.000	-4.73	4.80
	هرمزگان	6.730(*)	1.700	.003	1.29	12.17
	آذر شرقی	-3.933(*)	1.145	.022	-7.60	-.27
هرمزگان	اهواز	-6.889(*)	1.197	.000	-10.72	-3.06
	اصفهان	-7.459(*)	1.122	.000	-11.05	-3.87
	کردستان	-4.960	1.721	.143	-10.47	.55
	لرستان	-6.753(*)	1.583	.001	-11.82	-1.69
	تهران	-7.461(*)	1.204	.000	-11.32	-3.61
	فارس	-6.695(*)	1.201	.000	-10.54	-2.85
	زاهدان	-6.730(*)	1.700	.003	-12.17	-1.29

*اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی دار است

باتوجه به معنی‌دار بودن تفاوت موجود در میانگین وزن گروههای مورد مطالعه، برای اینکه در یابیم که این اختلاف ناشی از تفاوت وزن کدامیک از دانشگاهها بوده از مقایسه چندگانه استفاده نمودیم که نتایج حاصل از آن در جدول۳-۲۱ نشان داده شده است.

جدول ۴-۸ مقایسه چند گانه میانگین وزن زنان در دانشگاههای مختلف

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
آذربایجان شرقی	اهواز	-2.177	1.196	1.000	-6.01	1.66
	اصفهان	-.559	1.246	1.000	-4.56	3.44
	کردستان	-5.988	1.978	.092	-12.34	.36
	لرستان	-7.247(*)	2.072	.018	-13.90	-.60
	تهران	-.133	1.214	1.000	-4.03	3.76
	فارس	-5.093(*)	1.308	.004	-9.29	-.89
	زاهدان	-6.605(*)	1.874	.016	-12.62	-.59
	هرمزگان	2.373	1.598	1.000	-2.75	7.50
اهواز	آذر شرقی	2.177	1.196	1.000	-1.66	6.01
	اصفهان	1.618	1.401	1.000	-2.88	6.11
	کردستان	-3.811	2.079	1.000	-10.48	2.86
	لرستان	-5.070	2.168	.707	-12.03	1.89
	تهران	2.044	1.372	1.000	-2.36	6.45
	فارس	-2.917	1.456	1.000	-7.59	1.76
	زاهدان	-4.428	1.981	.923	-10.78	1.93
	هرمزگان	4.549	1.721	.302	-.97	10.07
اصفهان	اهواز	-1.618	1.401	1.000	-6.11	2.88
	کردستان	-5.429	2.108	.368	-12.19	1.34
	لرستان	-6.688	2.196	.087	-13.74	.36
	تهران	.426	1.416	1.000	-4.12	4.97
	فارس	-4.534	1.498	.092	-9.34	.27
	زاهدان	-6.046	2.011	.098	-12.50	.41
	هرمزگان	2.931	1.756	1.000	-2.70	8.57
کردستان	آذر شرقی	5.988	1.978	.092	-.36	12.34
	اهواز	3.811	2.079	1.000	-2.86	10.48
	اصفهان	5.429	2.108	.368	-1.34	12.19
	لرستان	-1.259	2.680	1.000	-9.86	7.34

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ۹۵ ٪	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
	تهران	5.855	2.090	.188	-.85	12.56
	فارس	.894	2.146	1.000	-5.99	7.78
	زاهدان	-.618	2.531	1.000	-8.74	7.50
	هرمزگان	8.360(*)	2.333	.013	.87	15.85
	آذر شرقی	7.247(*)	2.072	.018	.60	13.90
	اهواز	5.070	2.168	.707	-1.89	12.03
	اصفهان	6.688	2.196	.087	-.36	13.74
	کردستان	1.259	2.680	1.000	-7.34	9.86
لرستان	تهران	7.114(*)	2.178	.041	.12	14.10
	فارس	2.153	2.232	1.000	-5.01	9.32
	زاهدان	.642	2.605	1.000	-7.72	9.00
	هرمزگان	9.619(*)	2.413	.003	1.88	17.36
	آذر شرقی	.133	1.214	1.000	-3.76	4.03
	اهواز	-2.044	1.372	1.000	-6.45	2.36
	اصفهان	-.426	1.416	1.000	-4.97	4.12
	کردستان	-5.855	2.090	.188	-12.56	.85
تهران	لرستان	-7.114(*)	2.178	.041	-14.10	-.12
	فارس	-4.961(*)	1.471	.028	-9.68	-.24
	زاهدان	-6.472(*)	1.991	.043	-12.86	-.08
	هرمزگان	2.505	1.733	1.000	-3.06	8.07
	اهواز	2.917	1.456	1.000	-1.76	7.59
	اصفهان	4.534	1.498	.092	-.27	9.34
	کردستان	-.894	2.146	1.000	-7.78	5.99
	لرستان	-2.153	2.232	1.000	-9.32	5.01
آذر شرقی	تهران	4.961(*)	1.471	.028	.24	9.68
	زاهدان	-1.512	2.050	1.000	-8.09	5.07
	هرمزگان	7.466(*)	1.801	.001	1.69	13.25

(I) دانشگاه	(J) دانشگاه	اختلاف میانگین	خطای واریانس	Sig.	حدود اطمینان ٪ ۹۵	
					گستره پایین تر	گستره بالا تر
زاهدان	آذر شرقی	6.605(*)	1.874	.016	.59	12.62
	اهواز	4.428	1.981	.923	-1.93	10.78
	اصفهان	6.046	2.011	.098	-.41	12.50
	کردستان	.618	2.531	1.000	-7.50	8.74
	لرستان	-.642	2.605	1.000	-9.00	7.72
	تهران	6.472(*)	1.991	.043	.08	12.86
	فارس	1.512	2.050	1.000	-5.07	8.09
	هرمزگان	8.978(*)	2.246	.003	1.77	16.19
هرمزگان	آذر شرقی	-2.373	1.598	1.000	-7.50	2.75
	اهواز	-4.549	1.721	.302	-10.07	.97
	اصفهان	-2.931	1.756	1.000	-8.57	2.70
	کردستان	-8.360(*)	2.333	.013	-15.85	-.87
	لرستان	-9.619(*)	2.413	.003	-17.36	-1.88
	تهران	-2.505	1.733	1.000	-8.07	3.06
	فارس	-7.466(*)	1.801	.001	-13.25	-1.69
	زاهدان	-8.978(*)	2.246	.003	-16.19	-1.77

*اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی دار است

۱۳-۳ معادله رگرسیون متغیرهای وزن و قد در گروههای مورد مطالعه

معادله رگرسیون متغیرهای وزن و قد در جدول ۳-۲۵ به تفکیک دانشگاهها در دو جنس زن و مرد نشان داده شده است :

جدول ۳-۲۵ معادله رگرسیون در دانشگاهها به تفکیک جنس

نام دانشگاه		معادله رگرسیون
کل	مرد	A = ۱۵۳/۷۷ + ۰/۴۲w
	زن	A = ۱۵۰/۳۱ + ۰/۲۲w
آذر بایجان شرقی	مرد	A = ۱۳۷/۲۰۹ + ۰/۶۹w
	زن	A = ۱۵۰/۷۰۷ + ۰/۲۴۹w
اهواز	مرد	A = ۱۵۷/۴۹۹ + ۰/۳۷ w
	زن	A = ۱۴۳/۲۹۶ + ۰/۳۶۲w
اصفهان	مرد	A = ۱۵۲/۱۰۲ + ۰/۳۶۲ w
	زن	A = ۱۵۱/۶۴۸ + ۰/۲۶۴ w
کردستان	مرد	A = ۱۵۸/۵۳۴ + ۰/۳۳۷ w
	زن	A = ۱۴۴/۲۲۹ + ۰/۳۹۹ w
لرستان	مرد	A = ۱۵۶/۹۴۶ + ۰/۳۹۵ w
	زن	A = ۱۵۶/۴۸۲ + ۰/۰۳۶ w
تهران	مرد	A = ۱۶۰/۵۶۱ + ۰/۴ w
	زن	A = ۱۵۲/۰۹۴ + ۰/۲۰۴ w
زاهدان	مرد	A = ۱۵۰/۴۵۴ + ۰/۴۸۷ w
	زن	A = ۱۵۹/۹۳۰ + ۰/۱۱ w
فارس	مرد	A = ۱۶۱/۰۳۷ + ۰/۲۹۳ w
	زن	A = ۱۴۳/۸۷ + ۰/۲۶۵w
هرمزگان	مرد	A = ۱۵۸/۵۷۷ + ۰/۳۸۶ w
	زن	A = ۱۴۲/۲۲۹ + ۰/۴۹۹ w

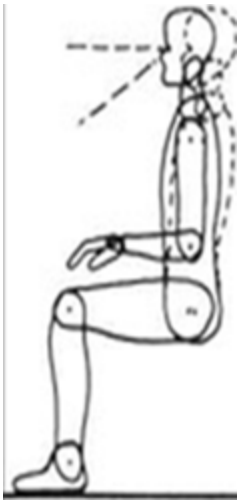
۱۴ – محدودهٔ قابل تنظیم مورد نیاز برای طراحی ایستگاه کار

باتوجه به اینکه اطلاعات جمع آوری شده از ابعاد بدن از نوع اطلاعات استاتیکی می باشد بنابراین اطلاعات آنتروپومتریکی بدست آمده را بطور مستقیم برای طراحی تجهیزات، ابزارهای کار و فضای کار نمی توان بکار برد. برای این امر ابعاد بدنی وابسته به شغل که بیشتر بیانگر فعالیت های انسان هستند مورد نیاز می باشد. در اینجا با بکارگیری یافته های این پژوهش از طریق صدک های محاسبه شده راهکارهایی را برای محاسبه مقیاس های مناسب جهت یافتن محدودهٔ قابل تنظیم مورد نیاز برای ارتفاع صندلی و ارتفاع میز کار در یک ایستگاه کاری ارائه می نمائیم.

۱۵–طراحی صندلی

در طراحی صندلی باید به این نکته توجه نمود که وضعیت نشسته با کمر راست که تنه و گردن تقریبا بصورت عمودی و در یک امتداد قرار داشته و پاها از قسمت ساق پا به پائین به حالت عمودی هستند امکان پذیر باشد.

جهت یافتن ارتفاع مناسب برای صندلی بایستی به این موضوع توجه داشت که صندلی بایستی به گونه ای طراحی شود تا هنگام نشستن پاهای کاربر آویزان نباشد ضمنا پاها در هنگام نشستن روی صندلی باید زمین را لمس کنند. برای دستیابی به این حالت باید از صندلی قابل تنظیم استفاده و در ارتفاعی برابر با صدک پنجم و نود و پنجم ارتفاع رکبی تنظیم شود. همچنین بلندی کفل رکبی صندلی باید برابر با صدک پنجم این بعد در جمعیت استفاده کننده در نظر گرفته شود زیرا اگر بلندی آن بیشتر از میزان یادشده باشد، کاربر ریزنقش نخواهد توانست که هنگام استفاده از صندلی کمر خود را به گونه ای مناسب به پشتی تکیه دهد.



شکل ۹-۱ وضعیت صحیح نشستن بر روی صندلی

۱۵-۱ ارتفاع صندلی

جهت طراحی ارتفاع صندلی، از صدک پنجم و نود و پنجم ارتفاع رکبی استفاده شد با توجه به اینکه این ارتفاع در حالیکه فرد کفش به پا ندارد اندازه گیری شده بنابراین در هنگام طراحی ارتفاع پاشنهٔ کفش به ارتفاع رکبی اضافه شد:

- h1 (صدک پنجم) = ارتفاع پاشنه کفش+ ارتفاع رکبی
- h2 (صدک نودو پنجم) = ارتفاع پاشنه کفش + ارتفاع رکبی

۱۵-۲ عمق صندلی

برای تعیین عمق صندلی از بلندی کفل رکبی استفاده شد که برابر با صدک پنجم این بعد در جمعیت استفاده کننده در نظر گرفته شد تا کاربر ریز نقش براحتی بتواند هنگام استفاده از صندلی کمر خود را به گونه ای مناسب به پشتی تکیه دهد.

۱۶- طراحی میز

مواردی که در طراحی میز اهمیت دارد عبارتند از:

- برای هرکاری با توجه به نوع فعالیت و مشخصات آنتروپومتری شاغلین میز مناسب قابل تنظیم طراحی گردد.

۱۶-۱ ارتفاع سطح بالائی و پایینی میز

اگر ارتفاع میز بالاتر از ارتفاع آرنج باشد باعث بالا بردن شانه و دست می شود و این سبب خستگی و درد در ناحیه شانه می گردد.

- عمق میز: عمق میز و فضای داخل میز اهمیت زیادی در راحت بودن پا دارد. باید فضای آزاد کافی در زیر میز برای قرار گرفتن پا و حرکت آزادانه آن پیش بینی شود.
- مساحت سطح روی میز: باید به اندازه کافی باشد تا کلیه قطعات و وسایلی که برای انجام کار لازم است جا بگیرد.

- نوع موادی که برای ساخت میز استفاده می گردد باید از لغزیدن قطعات برروی میز در هنگام کار جلوگیری کند.

۱۶-۲ طراحی ارتفاع میز کار

محاسبه ارتفاع میز کار با کمک ارتفاع آرنج در حالت نشسته انجام شد. برای محاسبه این بعد ابتدا ارتفاع قطعه کار را از ارتفاع آرنج در حال نشسته کسر و سپس حدود مربوط به فاصله نشستنگاه تا سطح رویی میز محاسبه شد. در مرحله بعد با افزودن حدود قابل حدود قابل تنظیم ارتفاع میز کار انجام شد. تنظیم ارتفاع صندلی به فاصله نشستنگاه تا سطح رویی میز محاسبه می شود.

b1-a= k1
b2-a= k2
h1+k1= H1
h2+k2= H2

که در آن:

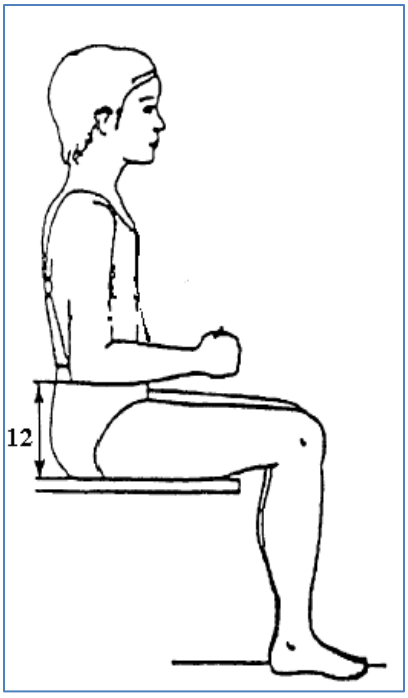
H : ارتفاع میز کار

b : ارتفاع آرنج در حال نشسته

h : ارتفاع صندلی

K : فاصله نشستنگاه تا سطح رویی میز

f : فضای خالی برای ران ها



۱۶-۳ فضای مورد نیاز ران ها

با کم کردن ضخامت میز (d) از فاصله سطح نشستگاه تا سطح میز کار اندازه صدک پنجم و صدک نود و پنجم فضای خالی برای ران ها قابل محاسبه می باشد.

$K1 - d = f1$
$K2 - d = f2$

۱۷- پیشنهادات

۱- از آنجا که داده‌های آنتروپومتریکی استاتیک و دینامیک دارای کاربردهایی در طراحی وسایل و اشیاء مورد نیاز جامعه می‌باشند و در طراحی بسیاری از پست‌های کاری اثر متقابل اندامهای مختلف بدن را می بایست مورد توجه قرار داد لذا جمع‌آوری اطلاعات آنتروپومتریکی دینامیکی که خود بسیار پیچیده و پرخرج‌تر از آنتروپومتری استاتیک می‌باشد و اطلاعات آن نیز مهم تر و کاربردی تر است توصیه می‌شود.

۲- پیشنهاد می گردد که وزارت بهداشت با همکاری و مشارکت سازمانها و مؤسسات ذیربط همانند مؤسسه استاندارد، اقدام به برگزاری کمیته‌های فنی تخصصی نموده و مقیاس‌های لازم جهت طراحی ایستگاههای کاری متناسب با نیروی کار جامعه ایرانی را تعیین و استانداردها و حدود مجاز لازم را با کمک اطلاعات آنتروپومتریکی بدست آمده تدوین نمایند.

۳- باتوجه به ضرورت در اختیار داشتن بانک اطلاعاتی مربوط به ابعاد آنتروپومتریکی در جوامعی از قبیل نیروهای انتظامی، اعضاءارتش، کارمندان اداری، کارگران مشاغل گوناگون، دانش‌آموزان، خانمهای خانه‌دار، رانندگان وسایل نقلیه، ورزشکاران، معلولین و سایر افراد جامعه احساس می - شود بنابراین بایستی به ترتیب اولویت چنین بررسی‌هایی در کشور انجام شود. تا بتوان از نتایج آن در طراحی و ساخت وسایل و تجهیزات بهره لازم را گرفت.

۴- با توجه به اینکه کابینهای اتومبیل نوعی از فضای کار است که در طراحی آن، پارامترهای ویژه فاکتورهای انسانی از قبیل ارتفاع صندلی، عمق صندلی، زاویه پشت، قابلیت به جلو و عقب رفتن صندلی، فضای کافی برای زانوها و پاها، محل قرار گرفتن کنترل‌های دستی و پایی و میدان بینایی مد نظر قرار می‌گیرد و از طرفی طراحی‌های انجام شده متناسب با ابعاد بدن کاربران طراحی نشده لذا این افراد مستعد اختلالات اسکلتی ـ عضلانی بویژه کمردرد می‌شوند که به

منظور پیشگیری از این آسیبها پیشنهاد میشود طراحان و سازندگان این وسایل، اقدام به طراحی کابینهای اتومبیل با کمک اطلاعات آنتروپومتریکی لازم نمایند.

۵- بدلیل اینکه ناراحتی و وضعیت بدنی نامناسب ناشی از طراحی نادرست و غیراصولی میز و صندلی های مورد استفاده در مدارس از عوامل مؤثر بر کاهش راندمان، کارآیی و رشد فیزیکی دانش‌آموزان می‌باشد لذا برای دستیابی به تناسب معقول بین خصوصیات آنتروپومتریک دانش - آموزان ایرانی و میز و نیمکتهای مورد استفاده در مدارس، تهیه بانک اطلاعاتی ابعاد آنتروپومتریکی جهت این گروه از جامعه و سپس طراحی تجهیزات مورد نیاز در سایزهای مختلف دانش‌آموزان پیشنهاد می شود.

۶- پیشنهاد می شود به تعداد لازم دستگاه آنتروپومتر ساخته یا تهیه گردد (خریداری شود) و در اختیار سازمانها و دانشگاهها و مراکز تحقیقی قرار داده شود تا در زمینه آنتروپومتری و بدست آوردن اطلاعات مربوط به جوامع مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۷- اختصاص امکانات و بودجه توسط دولت در این مورد تا زمینه‌ای جهت انجام بررسی در کل کشور فراهم شود.

۸- حرکت به سمت تکنیک‌های برتر در اندازه گیری از جمله هالوگرافی و فتوگرافی جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر

۹- باتوجه به اهمیت طراحی در پست‌های نظامی با کمک ابعاد آنتروپومتریکی جامعه مورد نظر پیشنهاد می شود که این مطالعات در ارتش انجام شود تا وسایل و تجهیزات مورد استفاده این نیروها به نحو احسن طراحی شود.

در خاتمه، جهت استفاده بهینه از اطلاعات بدست آمده از این پژوهش پیشنهاد می‌شود استانداردهای مربوط به تجهیزات و وسایلی که به کمک این بانک اطلاعاتی می‌توان تدوین نمود در مؤسسه استاندارد تهیه و در اختیار کلیه صنایع و شرکت‌های سازنده جهت طراحی تجهیزات مذکور مطابق با شاخص های آنتروپومتریکی بدست آمده قرار گیرد.

مراجع

1- kar H.E.Kroemer and Anne D.Kroemer (2001),Office Ergonomics, Taylor & Francis, (1-10)

۲- عبدلی ارمکی، محمد: مکانیک بدن و اصول طراحی ایستگاه کار (ارگونومی) (۱۳۷۸)، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، انتشارات امید مجد، ص: (۲۸۲-۲۷۵)

3- Elshennawy, A.K,Lee,C.H,and Hines,M.,1989,Ergonomics Issues in Quality control computers Ind., Engng. 17(1-4)514-518.

4- R.S. BRIDGER(2003), Introduction to Ergonomics, Taylor & Francis, 2 : (58-87)

5- Stephen pheasant, christine M.Haslegreaue (2005) BoDy SPCE Anthropmetry, Eegonomics and The Design of work , Taylor &Francis, (3) .7-15

وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، معاونت سلامت، مرکز سلامت محیط و کار – گروه آمار بهداشت حرفه ای، سال ۱۳۸۹

Ayoub M.M. (1973) Workplaces design and posture, human factors. 15(3):265-268.

Hollander M.G. (1995) A guide to the ergonomics of manufacturing. London: Taylor & Francis

وزارت بهداشت، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار، واحد آمار بهداشت حرفه ای، ۱۳۸۸

Van wily P.(1970) Design and disease, Applied Ergonomics. 262_269

موعودی، محمد امین: (۱۳۷۵)، مهندسی آنتروپومتری، معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ص ۱۰۶-۱۰۲

چوبینه، علیرضا: (۱۳۸۰) مهندسی عوامل انسانی در صنعت و تولید، ارگونومی، انتشارات تچر شیراز، چاپ دوم، صفحه ۷۵-۵۵

Damon,A.,Macfarland, R.A., and stoudt , H.W., 1966.The Human Body in Equipment Design (Harvard university press, Cambridge, M.A.).

Waldemar karwowski (2003), International Encyclopedia of Ergonomics and Human factors,volume I(191-195).

Taber's Cyclopedia Medical Dictionary,18 the Edition,Clayton L. Thomas, M.D., M.P.H.(end).F.A. Davis Company.1993.

William H Sheldon, s.s.Stevens and W.B, 1994, Tucker published the book the Varieties of Human Physique.

Yakohori, E. 1972. Anthropometry of JASDF personnel and its application for human engineering. Aero medical Laboratory, Japanese Air Self Defense Force, Tachikawa Air Base, Tokyo, japan (in Japanese)

۱۹- پورتقی، غلامحسین: (۱۳۸۵)، مرکز استاندارد دفاعی، کتابچه بررسی علمی مهندسی پروژه تدوین استاندارد آنتروپومتری نظامی و ارزیابی ابعاد جسمانی نیروهای دفاعی، مرکز استاندارد دفاعی، غلامحسین پورتقی

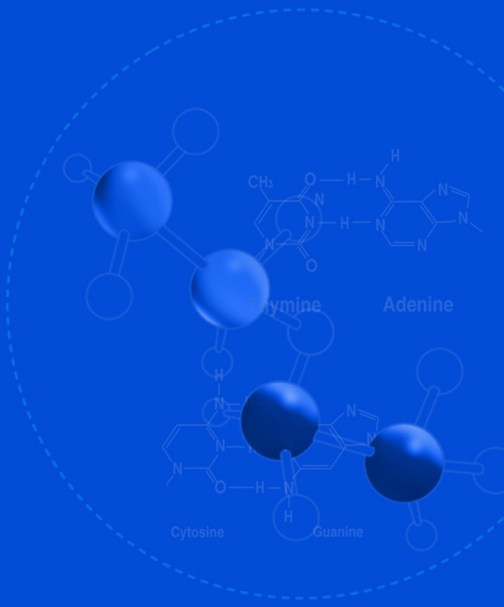
yu-cheng line, mao-jiun jawing, Eric m.wang: the comparisons of anthropometric characteristics among four peoples in east Asia. Applied Ergonomics 35(2004) 173-178
Verne M.Victor, SiSwati Nath, Ajay Vera: Anthropometric survey of Indian farm workers to approach ergonomics in agricultural machinery design. Applied Ergonomics 33(2002) 579-581
W.S.Marras, J.Y.Kim, Anthropometry of industrial population, ergonomics, 1993, Volume 36, Pages 371-378
Stephen pheasant, Christine M.Haslegreaue (2005). Body space Anthropometry, Ergonomics and The Design of work , Taylor &Francis, (3).7-15
Wash, Yazoo, Design principles of wheeled – tractor driver – seat static, Ergonomics 33, 1990, Volume 33, Pages 959-965
ISO 7250:1996 (E), Basic human body measurements for technological design
Kroemer, K.H.E., 1983. Engineering Anthropometry: work, space and equipment to fit the user. In: borne, D.Gruenberg, M. (Ends),the physical Environment at Work. Wisely, London.

Tehran University of Medical Sciences
Institute for Environmental Research

Islamic Republic of Iran
Minstry of Health and Medical Education
Environmental and Occupational Health Center

A Guide to

Static Anthropometric Indices for Iranian Workers



2050202- 0902- 9