





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



دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای

طراحی منیر و نمکت مدارس مطابق با ابعاد بدن دانش آموزان ایرانی

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

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست

بهار ۱۳۹۳

نام کتاب: راهنمای طراحی میز و نیمکت مدارس مطابق با ابعاد بدن دانش آموزان ایرانی

تهیه کننده پیش نویس: دکتر غلامعباس شیرالی

ناشر: پژوهشکده محیط زیست

تاریخ و نوبت چاپ: بهار ۹۳ نوبت اول

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای طراحی میز و نیمکت مدارس مطابق با ابعاد بدن دانش آموزان ایرانی: الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار / [تهیه کننده] مرکز سلامت محیط و کار، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ کمیته فنی تدوین راهنما عبدالرحمن بهرامی ... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت امور بهداشتی، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۴۰ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۳۷-۲۳-۶

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کمیته فنی تدوین راهنما عبدالرحمن بهرامی، نوشین راستکاری، غلامعباس شیرالی، فاضله کتایون مدیری، فاطمه صادقی، زهره روشنی، فائزه ایزدپناه.

عنوان دیگر: الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار.

موضوع: مدرسه ها - - میلمان، تجهیزات و غیره - - دستنامه ها

شناسه افزوده: بهرامی، عبدالرحمن، ۱۳۴۳ -

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار

شناسه افزوده: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. پژوهشکده محیط زیست

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. معاونت بهداشتی

رده بندی کنگره: LB ۲۲۶۱/۲ ۱۳۹۳

رده بندی دیویی: ۳۷۱/۲

شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۹۶۸۱۱

- عنوان گایدلاین: راهنمای طراحی میز و نیمکت مدارس مطابق با ابعاد بدن دانش آموزان ایرانی
- کد الزامات: ۱-۱۲-۰۹-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۴۰

مرکز سلامت محیط و کار:

شهرک قدس - بلوار فرحزادی - بلوار ایوانک - ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - بلوک A - طبقه ۱۱- واحد شمالی
 تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰
<http://markazsalamat.behdasht.gov.ir>

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - 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 عبدالرحمن بهرامی	استاد/ رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان/ مرکز سلامت محیط و کار
دکتر نوشین راستکاری	دانشیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر غلامعباس شیرالی	استادیار	دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
مهندس فاضله کتابون مدیری	کارشناس/ دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس زهره روشنی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از جناب آقای دکتر غلامعباس شیرالی که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

فهرست:

۱	۱- مقدمه
۲	۲- هدف
۲	۳- اصطلاحات و تعاریف
۲	۳-۱ تعریف آنتروپومتری
۳	۳-۱-۱ کاربرد آنتروپومتری
۳	۳-۱-۲ عوامل مؤثر بر مشخصات آنتروپومتریکی
۴	۳-۲ انواع آنتروپومتری
۴	۳-۲-۱ آنتروپومتری استاتیک (ایستایی)
۵	۳-۲-۲ آنتروپومتری دینامیک (حرکتی)
۵	۳-۳ اندازه های آنتروپومتری
۶	۳-۴ ابزار اندازه گیری
۷	۳-۵ روش های اندازه گیری
۷	۳-۵-۱ روش اندازه گیری فواصل خطی
۸	۳-۵-۲ روشهای عکاسی و سینماگرافی
۸	۳-۵-۳ روش ارتباط های ابعادی بدن
۱۰	۳-۶ صدک ها
۱۰	۳-۷ محدودیت ها و معیارها
۱۲	۳-۸ وضعیتهای بدنی آنتروپومتریکی استاندارد
۱۳	۳-۹ انواع طراحی
۱۴	۳-۱۰ ایستگاه های کار نشسته
۱۴	۳-۱۰-۱ کار در وضعیت نشسته
۱۵	۳-۱۰-۲ مزایای کار نشسته
۱۵	۳-۱۰-۳ طراحی ایستگاه های کاری در وضعیت نشسته

۱۷	۳-۱۱ اندازه های آنتروپومتریکی استاندارد مورد استفاده در این گایدلاین
۱۹	۳-۱۲ الزامات ارگونومیکی عمومی برای میز و صندلی
۲۳	۳-۱۳ طراحی میز و صندلی برای دانش آموزان ایرانی
۲۴	۳-۱۳-۱ ابعاد میز و صندلی
۳۰	۳-۱۳-۲ چک لیست انتخاب میز و صندلی ارگونومیک
۳۲	مراجع

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 کارشناسان، متخصصین و صاحب نظران 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 اجرایی 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 صاحب نظران 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 تارگانه 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 ششمین 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

طی دوران زندگی، دانش آموزان تقریباً یک چهارم از زمان روزانه ی خود را در مدرسه می باشند و ۸۰٪ از آن زمان را به صورت نشسته صرف انجام فعالیت های خود می کنند. با توجه به زمان صرف شده در مدرسه و خصوصاً در حالت نشسته، مناسب بودن وسایل مدرسه از جمله میز و صندلی برای بر طرف نمودن این نیاز دانش آموزان امری ضروری و حیاتی می باشد؛ لذا این وسایل باید به آنها اجازه ی تغییر پوسچر را نیز بدهند. مطالعات متعددی نشان داده اند که دانش آموزان به طور مکرر از وسایلی در مدرسه استفاده می نمایند که متناسب با وضعیت آنتروپومتری شان نمی باشند. این مسأله مربوط به این حقیقت است که طراحی وسایل مدرسه به طور نمونه مبتنی بر تصمیماتی می باشد که ارتباطی با نیازهای دانش آموزان ندارند. بنابراین، دانش آموزان در معرض ریسک ابتلا به اثرات منفی ناشی از طراحی بد و نامناسب وسایل به دلیل زمان طولانی نشستن می باشند. به علاوه، کمبود وسایل مدرسه ممکن است همچنین دلیلی بر نشستن به صورت پوسچرهای نامناسب در کلاس باشد. پوسچر بد به دلیل وسایل نامناسب مدرسه، یکی از عوامل مهمی است که ممکن است باعث افزایش ریسک اختلالات اسکلتی-عضلانی گردد [۱].

در مطالعاتی که در سال های اخیر در بین کشورهای متعدد انجام شده است، عدم تناسب بین ابعاد وسایل مدرسه و اندازه گیری های آنتروپومتری دانش آموزان گزارش شده است. مطالعات اخیر شیوع ناراحتی های اسکلتی-عضلانی را در بین دانش آموزان گزارش داده اند. طراحی وسایل مدرسه یکی از عوامل مداخله گر در گسترش چنین نشانه هایی در میان دانش آموزان می باشد. در مطالعه ای که در بین دانش آموزان سنین ۱۱ تا ۱۴ ساله ی انگلیسی انجام شد مشخص نمود که طراحی وسایل مدرسه به طور معنی داری با درد در گردن، قسمت بالا و پایین کمر ارتباط دارد. در مطالعه ی دیگری که در نیوزلند بر روی دانش آموزان ۱۱ تا ۱۴ ساله انجام شد، مشخص گردید که ارتباط معنی داری بین علائم درد پایین کمر و گردن با ویژگی های صندلی وجود دارد. از طرف دیگر، این عدم تطابق باعث ایجاد اثرات منفی دیگری علاوه بر اثرات فوق در بین دانش آموزان می گردد. برای مثال، پوسچرهای نامناسب و نامطلوب نه تنها یادگیری را تحت تأثیر قرار می دهند بلکه اشتیاق یادگیری دانش آموزان را حتی در زمانی که درس های جالب و مهیج ارائه می شود، نیز کاهش می دهد [۲،۱].

درست ایستادن و نشستن به عنوان یکی از عوامل مهم در پیشگیری از اختلالات اسکلتی عضلانی مورد توجه می باشد. رفتار وضعیتی دانش آموزان به وسیله ی اجزای محیط کلاس،

نظیر ویژگی های طراحی، روش آموزش، ساختار سازمانی کلاس و همچنین ابعاد آنتروپومتریکی دانش آموزان تحت تأثیر قرار می گیرد. استفاده از وسایل با طراحی مناسب منجر به کاهش خستگی و ناراحتی در وضعیت نشسته می شود. وسایلی که به دانش آموزان اجازه می دهند تا در یک دوره ی طولانی راحت بنشینند، تمرکز و یادگیری را نیز افزایش می دهند. بنابراین طراحی مبتنی بر اندازه گیری های آنتروپومتری یکی از مباحث مهم در طراحی ارگونومیکی وسایل مدرسه می باشد [۱].

متأسفانه، بیشتر تحقیقات بر روی اصول طراحی میز و صندلی های محیط کار متمرکز شده اند و کمتر به طراحی مناسب میز و صندلی برای دانش آموزان توجه داشته اند، اگر چه به نظر می رسد که این وضعیت در مدارس بسیار وخیم تر می باشد. با وجود این، مطالعات متعددی اهمیت طراحی مناسب وسایل کلاس درس برای دانش آموزان را تأیید نموده اند. اما دسترسی به اطلاعات در خصوص اندازه گیری های آنتروپومتری، خصوصاً برای دانش آموزان در ایران بسیار محدود می باشد.

۲- هدف

هدف از تهیه ی این سند تهیه ی دستورالعمل راهنمای طراحی میز و نیمکت مدارس مطابق با ابعاد بدن دانش آموزان ایرانی می باشد.

۳- اصطلاحات و تعاریف

۳-۱ تعریف آنتروپومتری

آنتروپومتری یک واژه ی یونانی است که از دو کلمه ی "آنتروپوس"^۱ به معنای انسان، شخص و "مترون"^۲ به معنای اندازه گیری، حد و اندازه تشکیل شده است. بنابراین آنتروپومتری در مفهوم عمومی به معنای "اندازه گیری ابعاد بدن انسان" تعریف می گردد. تاریخچه ی آن نیز به زمان های گذشته بر می گردد، به طوری که از دو هزار سال پیش آنتروپومتری و طراحی به عنوان دو مقوله ی هم سو و مرتبط در نظر گرفته می شد [۲، ۳].

توسعه ی علم تجربی آنتروپومتری به ویژه در قرن نوزدهم و بیستم ارتباط نزدیکی با

^۱ Anthro

^۲ Metron

آنتروپولوژی فیزیکی داشته که در جهت طبقه بندی نژادها براساس ویژگی های فیزیکی افراد تلاش دارد [۲].

۳-۱-۱ کاربرد آنتروپومتری

داده های آنتروپومتری به طراح اجازه می دهد که طراحی مناسبی برای انسان انجام دهد. طراحی ای که تا حد ممکن تعداد بیشتری از جمعیت هدف را پوشش می دهد. این امر به معنای به حداقل رساندن تعداد افرادی است که از محدوده ی تحت پوشش طراحی کنار گذاشته می شوند. انسان ها در ابعاد زیادی با هم تفاوت دارند: نیازها، هوش، بینایی، تخیل، مهارت، قدرت عضلانی، سن، طول پا و غیره. به عنوان مثال اگر وسیله ای برای ۹۰٪ جمعیت مردان آمریکا طراحی شده باشد؛

تقریباً برای ۹۰٪ آلمانی ها،

۸۰٪ فرانسوی ها،

۶۵٪ ایتالیایی ها،

۴۵٪ ژاپنی ها،

۲۵٪ تایلندی ها و

۱۰٪ ویتنامی ها مناسب خواهد بود.

معمولاً طراحی محصولات متناسب با نیازهای هر فرد، گران و غیر عملی می باشد. بنابراین، اغلب محصولات به صورت انبوه طراحی و تولید می شوند تا متناسب و در بر گیرنده ی محدوده ی وسیعی از کاربران باشد [۲، ۳].

۳-۱-۲ عوامل مؤثر بر مشخصات آنتروپومتریکی

مشخصات آنتروپومتریکی افراد تابع عواملی به شرح زیر می باشد:

- سن: با افزایش سن همه ی ابعاد بدن پیوسته افزایش می یابد، ولی بعضی اوقات بدون قاعده از زمان تولد تا سن ۱۳ الی ۱۹ سالگی یا نزدیک ۲۰ سال (برای زنان ۱۷ سال) که رشد کامل می شود، متغیر است.

- جنس: ممکن است ابعاد آنتروپومتریکی از شخصی به شخص دیگر متفاوت باشد. معمولاً ابعاد بدن زنان کوچکتر از مردان است، ولی در زنان به طور ثابت پهنای و دور باسن و محیط ران بزرگتر از مردان می باشد، در مردان بازو و ساق پاها به طور مطلق از زنان درازتر نیست ولی نسبت قد و

ارتفاع تنه بزرگ تر است.

- **نژاد:** ابعاد بدن در میان نژادها، زیر نژادها و گروه های قومی و ملیتی دارای اختلاف وسیعی می باشد. این خصوصیت در بین اقوام ایرانی نیز کاملاً مشهود می باشد.
- **تیپ بدن:** باید توجه شود ریخت و بدن در میان نژادها و همچنین در میان یک نژاد متنوع است، با قد مساوی یک شخص ممکن است لاغر، دیگری چاق و سومی عضلانی باشد. خصوصیات بدنی، همچنین در بدن اشخاص مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. مردان با قد مساوی ممکن است دارای ساق پاهای درازتر و یا تنه ی کوتاه تر باشند و بر عکس.
- **تغذیه:** بر روی تعدادی از ابعاد بدن تأثیر به سزایی دارد. بعد از بلوغ، رژیم غذایی تأثیر بسیار زیادی بر روی بافت چربی دارد، در نتیجه محیط ها، پهنای و عمق ها نسبتاً بیشتر از طول های ثابت بدن تحت تأثیر قرار می گیرند.
- **ورزش:** ورزش، ابعاد وابسته به بافت چربی را کاهش و ابعاد وابسته به عضلات را افزایش می دهد.
- **شغل:** افرادی که کارهای سخت تر را انجام می دهند معمولاً عضلانی تر می باشند.
- **زمان:** در یک شبانه روز ابعاد بدن به طور محسوسی تغییر می نمایند.
- **وضعیت سلامتی:** بیماری ممکن است اندازه های بدن را به طور غیر محسوسی تغییر دهد.
- **تغییرات ارادی:** شخص می تواند به طور ارادی پاره ای از ابعاد بدن خود را تغییر دهد. مثلاً عمق شکمی به وسیله کشش عضلات شکم کاهش می یابد. دور، عمق و پهنای سینه در هنگام بازدم کوچک تر از اندازه ی آن در هنگام دم می باشد [۴،۳،۲].
- **و غیره**

۲-۳ انواع آنتروپومتری

با توجه به نحوه ی اندازه گیری ابعاد بدن انسان، دو نوع روش آنتروپومتری تاکنون معرفی شده است. بعضی از صاحب نظران از دو واژه ی "آنتروپومتری ساختاری" و "آنتروپومتری فونکسیونل" برای این منظور استفاده می نمایند. البته این اصطلاحات مورد تأیید و پذیرش عموم نمی باشند، بنابراین در این جا از دو اصطلاح رایج "آنتروپومتری استاتیک" و "آنتروپومتری دینامیک" استفاده خواهد شد [۳].

۱-۲-۳ آنتروپومتری استاتیک (ایستایی)

اطلاعات آنتروپومتریکی استاتیکی به ابعاد و اندازه های بدن در وضعیت ساختاری ثابت مربوط

می شوند که معمولاً به وسیله ی نقاط مشخص آناتومیکی در یک وضعیت مشخص اندازه گیری می شوند. طول قد، ارتفاع چشم یا آرنج در وضعیت ایستاده یا نشسته، طول اندام ها، پهنای شانه یا باسن و عمق های مختلف، مثال هایی از اندازه های استاتیکی می باشند. محیط اندام ها، تنه و وزن نیز در این گروه دسته بندی می شوند [۳،۲].

۳-۲-۲ آنترپومتری دینامیک (حرکتی)

اطلاعات آنترپومتریکی دینامیکی شامل اندازه های حدود دسترسی و فضاهای اضافی می باشند که تحت شرایط عمل و حرکت، اندازه گیری می شوند. منظور از شرایط عمل، حالتی است که به فرد اجازه داده می شود تا برای انجام وظیفه ی محوله، وضعیت بدنی طبیعی به خود بگیرد. محدوده ی حرکات مفصلی و شدت اعمال انجام شده نیز ممکن است در این دسته قرار گیرند. جمع آوری اطلاعات بر پایه ی این نوع آنترپومتری اغلب بایستی برای مسائل خاص طراحی صورت گیرد که از نظر زمانی و پرسنلی پرهزینه می باشد. در بسیاری از موارد نقص اطلاعات استاتیکی به اندازه ای که به نظر می رسد، قابل توجه نیست و این کمی و کاستی ها را می توان با استفاده ی هوشمندانه از معیارها بر طرف نمود [۳،۲].

نوع دیگری از آنترپومتری وجود دارد که به دلیل عدم ارتباط بین اطلاعات آن و مسائل مربوط به طراحی از ذکر نام آن خودداری می گردد.

۳-۳ اندازه های آنترپومتری

حدود ۹۷۳ متغیر آنترپومتریک استاتیک در بدن شناسایی شده است (متغیر آنترپومتریک یعنی یک بعد قابل تعریف در بدن که بتوان آن را اندازه گیری نمود و با یک واحد مشخص بیان کرد). اما حدود ۳۵ متغیر از این متغیرهای آنترپومتریک در بدن به عنوان متغیرهای اصلی معرفی شده اند [۳،۲]. بر این اساس، کلیه ی این متغیرها را می توان با ۹ معیار به شرح زیر بیان کرد:

- ارتفاع^۱: منظور از ارتفاع، تعیین فاصله ی دو نقطه ابتدا و انتهای یک خط مستقیم به صورت عمود است، مثل ارتفاع قد.
- پهنای^۲: منظور از پهنای، فاصله ی دو نقطه از عرض بدن به صورت مستقیم و افقی می باشد، نظیر پهنای باسن.

^۱ Height

^۲ Breadth

- عمق^۱: منظور از عمق، تعیین فاصله ی دو نقطه ی جلو و عقب بدن به طور مستقیم و افقی می باشد، نظیر عمق سینه.
- فاصله^۲: منظور از فاصله، تعیین فاصله ی دو نقطه ی ابتدایی و انتهایی در بین نقاط مشخصی از بدن به صورت خط مستقیم می باشد. برای مثال فاصله ی بین دو مردمک چشم.
- انحنا^۳: منظور از تعیین انحنا، اندازه ی بخشی هایی از بدن است که نه بسته است و نه دایره، مثل انحنای چانه.
- محیط^۴: منظور از محیط، اندازه های بسته ای است که انحنای بدن دارند. این اندازه ها دایره نیستند، نظیر دور یا محیط کمر.
- حد دسترسی^۵: منظور از حد دسترسی، اندازه ی محور طولی بازو از شانه تا آرنج یا از شانه تا مچ می باشد.
- درازا^۶: اندازه هایی که در محور امتداد بدن به دست می آیند، مانند طول دست.
- برجستگی ها^۷: برای مثال اندازه گیری فاصله ی نوک انگشتان دو دست در حالتی که کاملاً باز هستند [۲،۳،۴].

۳-۴ ابزار اندازه گیری

وسایل و ابزار اندازه گیری ابعاد بدن را اصطلاحاً آنتروپومتر می گویند. ساده ترین نوع آن، آنتروپومتر استاتیک می باشد که از دو صفحه ی یک در دو متر که در طول دو متری بر یکدیگر مماس بوده و یک صفحه ی یک در یک متر در قسمت پایین این صفحات تشکیل می شود. این صفحات مدرج هستند و با قرار گرفتن فرد در جلوی آن ها در حالت نشسته یا ایستاده می توان اندازه های ابعاد مختلف را بدست آورد (شکل ۱).

علاوه بر این وسایل، از تجهیزات دیگری نظیر کولیس هایی که قادر به اندازه گیری قطرهای داخلی و خارجی بدن می باشند، مترهای نواری و مترهای ارتجاعی نیز استفاده می شود (شکل ۲). جهت اطمینان در اندازه گیری، هر چند مدت یک بار صفحات عمود بر هم، کالیبره خواهند شد [۴،۳].

¹ Depth

² Distance

³ Curvature

⁴ Circumstance

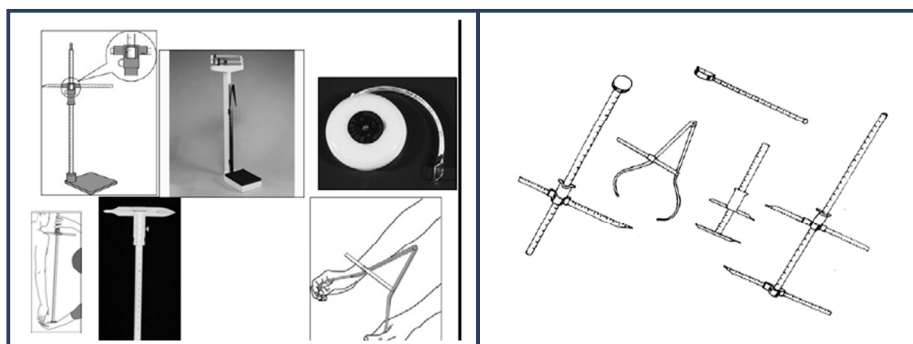
⁵ Reach

⁶ length

⁷ Prominence



شکل ۱- دستگاه آنتروپومتر



شکل ۲- تعدادی از وسایل اندازه گیری ابعاد بدن در حالت استاتیک

۳-۵ روش های اندازه گیری

۳-۵-۱ روش اندازه گیری فواصل خطی^۱

همان گونه که از نام این روش پیدا است، ابعاد بدن انسان از روی سطح بدن، اندازه گیری می شوند. این ابعاد چنانچه اندازه های مستقیم باشند، اندازه گیری کوتاه ترین فاصله ی بین دو نقطه از بدن مطرح خواهد بود. مثلاً درازای استخوان ها، پهنا، عمق بدن، ارتفاع نقاط معینی از بدن تا سطح زمین

^۱ Linear Distances

در حالت ایستاده یا نشسته. اگر ابعاد و اندازه ها محیطی باشند، اندازه گیری بین دو نقطه حول یک سطح از بدن و یا شروع از نقطه ای و رسیدن به همان نقطه ی مورد نظر خواهد بود [۴،۳].

۳-۵-۲ روش های عکاسی و سینماگرافی

این روش ها برای تعیین ابعاد بدن در وضعیتی که بدن در حال حرکت می باشد، بسیار مفید هستند (آنتروپومتری دینامیک).

نمونه ای از این روش ها در زیر معرفی می گردند [۴].

• **روش شبکه های زمینه ای^۱:** جزو روش های عکاسی محسوب شده و در آن فرد در جلو یا پشت صفحات مشبکی که اندازه ی مش آنها از قبل تعیین گردیده، قرار می گیرد [۴].

• **روش عکس چند جهته^۲:** این سیستم ترکیبی از آینه های ثابت، نور، فلاش و دوربین می باشد. نحوه ی قرارگیری این آینه ها به گونه ای است که چهار نمای کامل بدن (جلو، عقب، بغل و بالای سر) به دوربین منعکس شده و پس از تهیه ی تصویر، مشخصات مورد نیاز از بدن فرد در یک لحظه به دست می آید [۴].

• **روش اندازه گیری سه بعدی^۳:** در این روش با استفاده از دوربین های فیلم برداری از سه بعد و تهیه ی انسان نماهای نمونه، شرایط محیطی بازسازی شده و طراحی های دقیق صورت می گیرند [۴].

۳-۵-۳ روش ارتباط های ابعادی بدن^۴

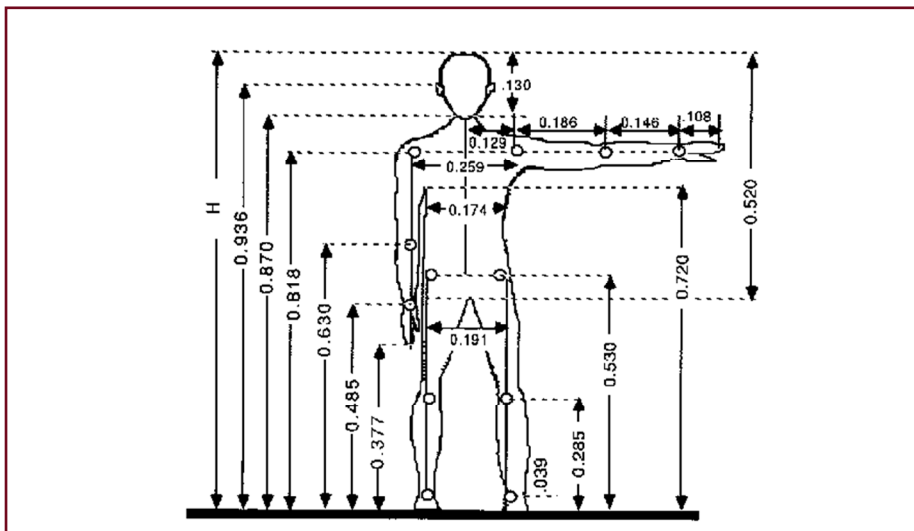
همان گونه که در شکل ۳ ملاحظه می گردد بعضی از داده های آنتروپومتری نسبت به یکدیگر از یک ضریب ثابت پیروی می کنند (البته همیشه این طور نیست). مثلاً ارتفاع چشم حدود ۹۴٪ طول قد می باشد. با استفاده از این نسبت ها می توان پس از تعیین ارتفاع بدن در یک فرد سایر ابعاد را به راحتی تعیین نمود. البته این در صورتی است که در یک جامعه ی مشخص این نسبت ها قبلاً برای صدک های مختلف به دست آمده باشند [۳].

^۱ Background Grid

^۲ Photo-metric Camera

^۳ Dimensiona Measuring

^۴ Biometric Relationship



شکل ۳- رابطه ی ابعاد بدن با یک دیگر

علاوه بر موارد فوق می توان بین سایر مشخصات مربوط به بدن و ابعاد آنترپومتریکی تناسب هایی را ارائه کرد. دبویس^۱ رابطه ی بین سطح بدن، وزن و قد را به صورت زیر بیان نمود [۳].

$$A = 71.84W^{0.435} H^{0.725}$$

A: کل سطح بدن (cm²)

W: وزن بدن (Kg)

H: قد (cm)

در صورتی که وزن بدن (W) بر اساس پوند بیان شود رابطه ی فوق به صورت زیر قابل تغییر می باشد:

$$A = 50W + 80H - 3300$$

چگالی بدن با توجه به سن تغییر می نماید؛ یعنی از زمان تولد تا سن ۲۰ الی ۲۷ سالگی روبه افزایش است و از آن زمان به بعد با افزایش سن، کاهش می یابد. با این توصیف، چگالی را می توان با استفاده از رابطه ی دریلز^۲

$$D = 0.6905 + 0.297C$$

بدست آورد [۳]:

$$C = hW^{\frac{1}{3}}$$

h: قد (in)

W: وزن (Lb)

^۱ Dubois

^۲ Drills

برای اندازه گیری حجم بدن از رابطه ی زیر می توان استفاده نمود.

$$V = \frac{W}{gD}$$

g: شتاب ثقل

۳-۶ صدک ها^۱

صدک ها ملاک یا معیاری را برای تخمین نسبت افراد قرار گرفته در محدوده ی طراحی یا افراد خارج از این محدوده را در یک جامعه، تعیین می کنند. رایج ترین صدک های مورد استفاده عبارت هستند از صدک های پنجم، پنجاهم و نود و پنجم (جدول ۱). داده های آنتروپومتریک، اغلب از پراکنش طبیعی برخوردارند. پراکنش طبیعی، با استفاده از میانگین و انحراف از استاندارد^۲ تعیین می شود. بر این اساس صدک پنجم و نود و پنجم را می توان به صورت زیر محاسبه نمود [۵]:

$$(SD) + 1/65 = \text{میانگین} = \text{صدک نود و پنجم}$$

$$(SD) - 1/65 = \text{میانگین} = \text{صدک پنجم}$$

جدول ۱- تعریف صدک ها

صدک	تعریف
پنجم	پنج درصد از جمعیت کوچکتر از آن هستند.
پنجاهم	میانگین
نود و پنجم	نود و پنج درصد از جمعیت کوچکتر از آن هستند.

۳-۷ محدودیت ها و معیارها

در ارگونومی و آنتروپومتری محدودیت عبارت است از یک ویژگی قابل مشاهده و ترجیحاً قابل اندازه گیری که تأثیراتی را بر روی طراحی یک مصنوع خاص ایجاد می کند. اما معیار، استاندارد در قضاوت می باشد که از طریق آن تطابق بین استفاده کننده و مصنوع سنجش می شود. بر این اساس، تشخیص درجات مختلف سلسله مراتب معیارها حائز اهمیت می باشد. در بالای این سلسله مراتب نیازهایی نظیر راحتی، ایمنی، بازدهی، زیبایی و غیره قرار دارد

^۱ Percentiles

^۲ Standard Deviation(SD)

که آن را معیارهای برتر، عمومی یا اولیه می نامیم. به منظور دستیابی به این اهداف بایستی تعداد زیادی از معیارهای سطح پایین، ویژه یا ثانویه تأمین گردند. ارتباط بین این مفاهیم را می توان به وسیله ی مثالی روشن ساخت. در طراحی صندلی، راحتی یکی از معیارهای مشهود اولیه است، طول ساق پای استفاده کننده محدودیتی را در طراحی ایجاد می کند، زیرا اگر صندلی بلند باشد فشاری که به ناحیه ی خلفی ران وارد می آید موجب ناراحتی می شود. این موضوع ما را به سمت پیشنهاد معیار ثانویه هدایت می کند؛ یعنی اینکه ارتفاع سطح نشستگاه نبایستی بلندتر از فاصله عمودی کف پا تا زانو باشد. با این توصیف، در ادامه چهار دسته از محدودیت هایی را که منشاء بسیاری از مشکلات آنتروپومتری می باشند مورد توجه قرار خواهیم داد و آنها را محدودیت های اساسی آنتروپومتری می نامیم [۲].

• **فضاهای اضافی:** در طراحی پست های کار لازم است که فضایی برای سر، آرنج و ... در نظر گرفته شود. محیط ها بایستی فضای گردش، حرکت و دسترسی را مهیا کنند. دست گیره ها می بایست فضای کافی را برای انگشتان یا کف دست فراهم آورند. تمام اینها محدودیت هایی هستند که فضای اضافی ایجاد می کنند. این محدودیت ها، محدودیت های یک طرفه اند و حداقل فضای قابل قبول در یک شیء را تعیین می کنند. اگر این اندازه ها طوری انتخاب شوند که افراد چاق و بزرگ جامعه، مورد نظر قرار گیرند بقیه ی افراد جامعه ضرورتاً در محدوده ی طراحی قرار خواهند گرفت [۲].

• **حد دسترسی:** توانایی در گرفتن و کارکردن با کنترل ها مثالی مشخص در این زمینه می باشد. مثل محدودیت های اشاره شده در مورد ارتفاع سطح صندلی یا امکان داشتن دید از بالای یک مانع. حد دسترسی، حداکثر فاصله قابل قبول از شیء را تعیین می کند. حد دسترسی از نوع محدودیت های یک طرفه می باشد، با این تفاوت که در اینجا این فاصله بر اساس ابعاد کوچک ترین فرد جامعه تعیین می شود [۲].

• **وضعیت بدنی:** ارتفاع سطح میزکار مثال خوبی در این زمینه است. در این گونه موارد، هم کوتاه بودن سطح میزکار و هم بلند بودن آن نامطلوب می باشد. بنابراین با محدودیتی دو طرفه روبرو هستیم که در آن کلیه ی افراد، اعم از کوتاه قد و بلند قد باید مورد توجه قرار گیرند. معیارهای وضعیت بدنی اغلب اجتناب پذیرتر از معیارهای حدود دسترسی و فضای اضافی هستند [۲].

• **قدرت:** این محدودیت به مقدار قابل قبول نیرویی که در کنترل فرایند و یا دیگر وظایف بدنی و دستی بایستی اعمال شود، مربوط می شود. گاهی اوقات قدرت انسان محدودیت یک طرفه ای

را تحمیل می کند و از این جهت کافی است که توانایی ضعیف ترین فرد را مد نظر قرار داد. اما در بعضی موارد ممکن است این نگرش، نتیجه ی نامطلوبی برای افرادی که دارای دستانی قوی و سنگین هستند در بر داشته باشد [۲].

۳-۸ وضعیت های بدنی آنتروپومتریکی استاندارد

استاندارد سازی روش های اندازه گیری، بحث های زیادی را در آنتروپومتری به وجود آورده است؛ به طوری که اکثر آنها دارای ماهیتی بی روح و خشک هستند. این مشکل اساساً دارای سابقه ی تاریخی می باشد که در آن محققانی در زمینه های مختلف کار می کردند و هر یک کاربرد خاصی را مدنظر داشته و روش های گوناگونی را ارائه داده اند. اکثر اندازه گیری های ارائه شده در جداول آنتروپومتری در یک یا دو وضعیت آنتروپومتریکی استاندارد ارائه شده اند که در زیر به تشریح آنها پرداخته خواهد شد [۲،۴،۶].

• **وضعیت ایستاده ی استاندارد:** فرد به طور مستقیم و کشیده ایستاده است، 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 باید از دیوار یا سطح اندازه گیری فاصله داشته باشد و به آن تکیه نکند. در بعضی نسخه ها گفته شده است که صفحه ی فرانکفورت^۱ سر بایستی در حالت افقی قرار گیرد. فشار دادن بدن به دیوار و افزایش طول قد در چنین شرایطی نتایج متفاوتی از روش استاندارد نشان خواهد داد که مورد تأیید ارگونومیست ها نمی باشد [۲،۴،۶].

• **وضعیت نشسته ی استاندارد:** فرد به طور مستقیم و کشیده بر روی یک سطح افقی نشسته است، بدن خود را تا حداکثر ارتفاع بالا می کشد و مستقیم به سمت جلو نگاه می کند (یا سر او طوری جهت داده شده که صفحه ی فرانکفورت به طور افقی قرار گرفته است)، شانه در وضعیت آزاد است، بازوها به طور عمودی آویزان می باشند و ساعدها در حالت افقی قرار می گیرند (زاویه ی ساعد و بازو ۹۰ درجه است). ارتفاع سطح نشستگاه طوری تنظیم می شود (یا تکیه گاه هایی در زیر پای فرد قرار داده می شود) که ران ها در حالت افقی و ساق ها به طور عمودی قرار گیرند (زاویه ی زانو و مچ پا برابر ۹۰ درجه است). اندازه گیری ها به طور عمودی نسبت به دو صفحه ی مرجع صورت می گیرند. در این حالت صفحه ی مرجع افقی، سطح نشستگاه و صفحه ی مرجع عمودی (که صفحه ای خیالی یا واقعی است) پشت کفل ها و تیغه های شانه فرد را لمس می کنند.

۱- صفحه ای که از گوشه ی خارجی چشم و مجرای گوش خارجی می گذرد.

نقطه ی مرجع سطح نشستگاه در محل تقاطع صفحه ی مرجع عمودی، صفحه ی مرجع افقی و صفحه میانی بدن (صفحه ای که بدن را به دو نیمه ی راست و چپ تقسیم می کند) قرار می گیرد. ممکن است این ایراد مطرح شود که افراد در فعالیت های واقعی به ندرت از چنین وضعیت های استاندارد شده ی رسمی استفاده می کنند. برای بررسی و پاسخ به این انتقاد، فیزنت در مطالعات خود این طور بیان می کند که "من اطلاعات مربوط به حالت طبیعی خمیده را به اطلاعات موجود قبلی اضافه نموده ام، ولی به نظر می رسد که نیازی به این کار نبوده است؛ زیرا با تفریق ۴۰ میلی متر از کلیه ی صدک های مربوط به ابعاد بدن بزرگسالان می توان به ابعاد طبیعی خمیده دست یافت. البته این مقدار یک تصحیح کاملاً قراردادی و اختیاری می باشد" [۲،۴،۶].

۳-۹ انواع طراحی

با توجه به صدک های به دست آمده و منحنی نرمال می توان مبنای طراحی را برای سه گروه تعریف نمود:

• **طراحی برای افراد کران^۱:** در طراحی فیزیکی باید سعی نمود که کل جمعیت مورد نظر در محدوده ی طراحی قرار گیرند. اما در چنین شرایطی طراحی در ابعاد یا اشکال خاص، عامل محدود کننده ای است که استفاده از وسیله ی طراحی شده را برای بعضی افراد غیر ممکن می سازد. بنابراین طراحی بر اساس مقادیر حداکثر، در صورتی که مقادیر حداکثر بتوانند کل جمعیت را پوشش دهند، خط مشی مناسبی است؛ برای مثال ارتفاع درها. همین طور در صورتی که مقادیر حداقل بتوانند کل جمعیت را پوشش دهند طراحی براساس آنها می تواند مناسب باشد؛ مثلاً فاصله ی کلیدهای کنترل از اپراتور و یا نیروی لازم جهت حرکت دادن کنترل ها. در عمل می توان از صدک های ۵ و ۹۵ به عنوان حداقل و حداکثر مقدار پارامترهای مورد نظر استفاده کرد و طراحی ها را بر اساس آنها انجام داد [۲].

• **طراحی برای محدوده ی قابل تنظیم و سازگار^۲:** بعضی از انواع وسایل و تجهیزات طوری طراحی می شوند که می توان ابعاد یا اندازه ی آنها را برای تک تک افراد استفاده کننده تنظیم نمود. برای مثال می توان به صندلی اتومبیل، صندلی دفتری، ارتفاع میز و تکیه گاه های پا و غیره اشاره نمود. در چنین حالتی سعی می شود که محدوده ی قابل تنظیم، صدک ۵ تا ۹۵ پارامتر مورد نظر را

^۱ Design for the Extreme Individuals

^۲ Designing for Adjustable Range

پوشش دهد. در زمانی که به دلیل مشکلات تکنیکی پوشش دادن تمام جمعیت مقدور نمی باشد، استفاده از این طراحی بسیار معقول و منطقی به نظر می رسد [۲].

• **طراحی برای انسان های متوسط^۱:** مشکلاتی که در زمینه ی عوامل انسانی مطرح شده اند گویای این مطلب هستند که تعداد بسیار اندکی از مردم وجود دارند که در تمام ابعاد و اندازه ها دارای مقادیر میانگین هستند. البته موارد بسیاری وجود دارند که در آنها از مقادیر متوسط به عنوان معیار طراحی استفاده می شود و استفاده از حدود پایین یا بالا امکان پذیر نبوده و همچنین امکان استفاده از محدوده های قابل تنظیم نیز وجود ندارد؛ به عنوان مثال می توان به ارتفاع نشستنگاه برای صندلی پارک ها، ابعاد دستگیره ی درها و غیره اشاره نمود. درست است که طراحی بر مبنای صدک پنجاهم، شرایط ایده آلی را برای تمام افراد جامعه فراهم می نماید، اما در مجموع استفاده از آن در بعضی شرایط موجب ناراحتی و مشکلاتی برای جامعه نیز خواهد شد به طوری که افراد حد بالا و پایین در استفاده از این تجهیزات دچار مشکل می شوند. بنابراین، قادر به پوشش ابعاد تمام افراد جامعه نمی باشد [۲].

۳-۱۰ ایستگاه های کار نشسته

به طور کلی با توجه به تناسب کاری سه وضعیت در هنگام کار وجود دارد [۳]:

- ایستاده
- نشسته
- نشسته - ایستاده

با توجه به موضوع مورد بحث در این گایدلاین فقط به بررسی ایستگاه های کار نشسته اکتفا خواهد شد.

۳-۱۰-۱ کار در وضعیت نشسته

در وضعیت نشسته بسته به نوع صندلی و میزان فعالیت طبیعتاً انرژی کمتری نسبت به حالت ایستاده مصرف خواهد شد و ما همیشه سعی می کنیم که مشاغل ایستاده را به نیمه نشسته و نشسته تغییر دهیم. در حالت نشسته تعداد عضلات درگیر در حفظ تعادل بدن کاهش می یابد. از طرف دیگر سطح اتکاء بدن با صندلی افزایش می یابد. همچنین تمرکز قوا و میدان دید که

^۱ Designing for the Average Man

در حالت نشسته در حفظ تعادل بدن اهمیت دارد، نیز افزایش می یابد. حداکثر سرعت در کار دستی هنگامی است که دست ها در جلوی بدن و بازوها در طرفین و با زاویه مناسب قرار گیرند. از آن جایی که ممکن است کار به صورت دقیق و دو دستی صورت گیرد، ارتفاع سطح میز کار باید به گونه ای باشد که فاصله مناسب بینایی رعایت گردد؛ یعنی ارتفاع کار آن قدر بالا بیاید تا در حالتی که بدن در وضعیت طبیعی قرار گرفته است، فرد بتواند به راحتی شیء مورد نظر را ببیند. اما در زمانی که انجام کار نیاز به نیروی بیشتری دارد و حرکات جنبی کار زیاد است، پایین بودن سطح کار الزامی است. ارتفاع میز بین ۷۴ تا ۷۸ سانتی متر باعث می شود که افراد با استفاده از یک صندلی قابل تنظیم و زیر پایی مناسب، شرایط قابل تطبیقی را برای خود فراهم آورند [۳].

۳-۱۰-۲ مزایای کار نشسته

- حذف وزن پا
- اجتناب از وضعیت های غیرطبیعی بدن
- کاهش مصرف انرژی
- کاهش اعمال فشار بر روی سیستم گردش خون [۳]

۳-۱۰-۳ طراحی ایستگاه های کاری در وضعیت نشسته

مطالعات انجام شده نشان می دهد که در کارهای دستی، سرعت حداکثر برای انجام کار هنگامی است که دست ها در جلوی بدن و بازوها در طرفین و با زاویه مناسب قرار گیرند. این امر به عنوان یک اصل مهم در طراحی ایستگاه های کار نشسته مورد استفاده قرار می گیرد [۳]. همان گونه که در بند ۳-۱۰-۱ توضیح داده شد، به دلیل اینکه ممکن است کار به صورت دستی و دقیق یا ظریف صورت گیرد باید ارتفاع کار به گونه ای باشد که فاصله ی مناسب بینایی رعایت شده باشد؛ یعنی ارتفاع سطح کار آن قدر افزایش یابد که فرد در وضعیت طبیعی قرار گرفته و به راحتی شیء مورد نظر خود را ببیند و برعکس. ولی در زمانی که برای انجام کار به نیروی بزرگی نیاز باشد و یا کارهای جنبی زیاد باشد، سطح کار باید پایین تر قرار گیرد. البته پایین آوردن میز، قرارگیری زانو را در زیر آن مشکل می کند که این خود فاکتوری محدود کننده خواهد بود.

- ارتفاع سطح میز در ایستگاههای کار نشسته از طریق جاگذاری اطلاعات مربوطه در فرمول زیر به دست می آید:

ضخامت مورد نیاز برای قطعه کار + ارتفاع پاشنه کفش + ارتفاع آرنج در حالت نشسته + ارتفاع رکی = ارتفاع سطح میز

برای به دست آوردن گستره قابل تنظیم ارتفاع میز می توان از صدکهای ۹۵ و ۵ جمعیت مورد نظر استفاده نمود.

مثال: با توجه به اطلاعات زیر می توان گستره قابل تنظیم ارتفاع میز در ایستگاههای کار نشسته را برای مردان و زنان به ترتیب زیر به دست آورد:

زنان		مردان		ابعاد آنتروپومتریک
صدک ۹۵	صدک ۵	صدک ۹۵	صدک ۵	
۴۴/۳	۳۵/۵	۴۸/۸	۳۹/۲	ارتفاع رکی
۲۸/۱	۱۸/۱	۲۹/۴	۱۹	ارتفاع آرنج در حالت نشسته

(اندازه ها بر حسب سانتی متر می باشند)

ارتفاع پاشنه کفش حدود ۴ سانتی متر در نظر گرفته می شود. ارتفاع قطعه کار را نیز به عنوان نمونه ۲ سانتی متر در نظر می گیریم.

سانتی متر $۸۴/۲ = ۴۸/۸ + ۲۹/۴ + ۴ + ۲$ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۹۵ مردان

سانتی متر $۶۴/۲ = ۳۹/۲ + ۱۹ + ۴ + ۲$ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۵ مردان

بدین ترتیب در این نمونه، گستره قابل تنظیم ارتفاع سطح میز برای مردان ۸۴/۲-۶۴/۲ سانتی متر می باشد.

سانتی متر $۷۸/۴ = ۴۴/۳ + ۲۸/۱ + ۴ + ۲$ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۹۵ زنان

سانتی متر $۵۹/۶ = ۳۵/۵ + ۱۸/۱ + ۴ + ۲$ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۵ زنان

بدین ترتیب در این نمونه گستره قابل تنظیم ارتفاع سطح میز برای زنان ۷۸/۴-۵۹/۶ سانتی متر می باشد.

اگر در یک محیط کار زنان و مردان به طور مشترک از وسایل و تجهیزات استفاده می کنند، گستره قابل تنظیم ارتفاع میز کار را می توان از صدک ۵ زنان تا صدک ۹۵ مردان در نظر گرفت. در نمونه

گفته شده در قبل این گستره $۸۴/۲ - ۵۹/۶$ سانتی متر می باشد.

- ارتفاع صندلی در ایستگاه های کار نشسته از طریق جاگذاری اطلاعات مربوطه در فرمول زیر به دست می آید:

ارتفاع پاشنه کفش + ارتفاع رکبی = ارتفاع صندلی

برای به دست آوردن گستره قابل تنظیم ارتفاع صندلی نیز می توان از صدکهای ۹۵ و ۵ جمعیت مورد نظر استفاده نمود.

با توجه به اطلاعات نمونه قبل می توان گستره قابل تنظیم ارتفاع صندلی در ایستگاه های کار نشسته را برای مردان و زنان به ترتیب زیر دست آورد :

سانتی متر $۵۲/۸ = ۴۸/۸ + ۴$ = ارتفاع صندلی برای صدک ۹۵ مردان

سانتی متر $۴۳/۲ = ۳۹/۲ + ۴$ = ارتفاع صندلی برای صدک ۵ مردان

بدین ترتیب در این نمونه گستره قابل تنظیم ارتفاع صندلی برای مردان $۵۲/۴ - ۴۳/۲$ سانتی متر می باشد.

سانتی متر $۴۸/۳ = ۴۴/۳ + ۴$ = ارتفاع صندلی برای صدک ۹۵ زنان

سانتی متر $۳۹/۵ = ۳۵/۵ + ۴$ = ارتفاع صندلی برای صدک ۵ زنان

بدین ترتیب در این نمونه گستره قابل تنظیم ارتفاع صندلی برای زنان $۴۸/۳ - ۳۹/۵$ سانتی متر می باشد.

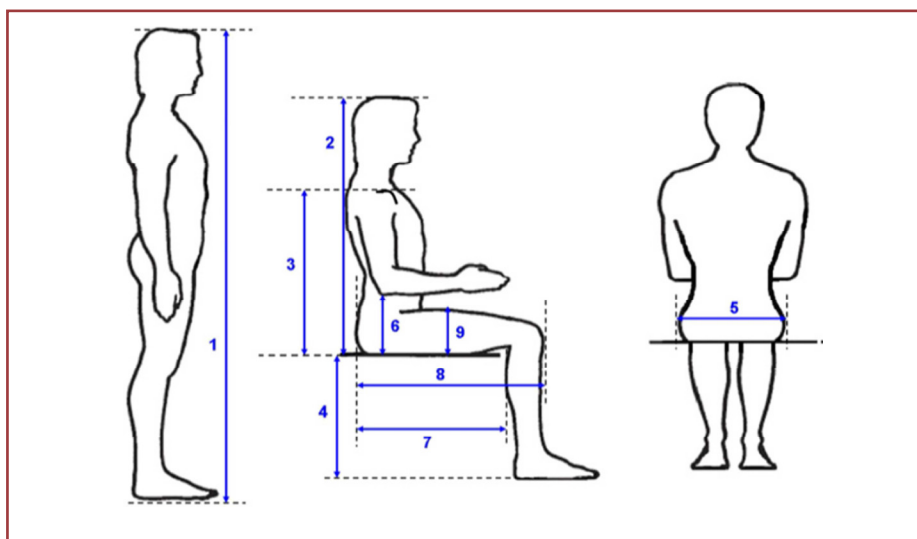
گستره قابل تنظیم ارتفاع صندلی در یک محیط کاری شامل زنان و مردان $۵۲/۴ - ۳۹/۵$ سانتی متر می باشد.

۳-۱۱ اندازه های آنتروپومتریکی استاندارد مورد استفاده در این گایدلاین

وزن^۱: بر حسب پوند یا کیلوگرم بیان می شود و برای طراحی نیمکت، صندلی، فضاهای کار و استراحت و ... مورد استفاده قرار می گیرد [۱،۲،۷].

^۱ Weight

- (۱) قد^۱: فاصله ی بالاترین نقطه ی سر تا کف پا در وضعیت ایستاده، بدون کفش و نگاه مستقیم به جلو. طراحی مبتنی بر این مؤلفه باید طوری انجام شود که ۱۰۰٪ جمعیت را پوشش دهد [۱،۲،۷].
- (۲) ارتفاع نشسته^۲: فاصله ی عمودی از سطح نشستگاه تا قله ی سر در حالی که فرد مستقیم و بدون قوز به جلو نگاه می کند. مناسب ترین اندازه جهت طراحی، صدک ۹۵ می باشد [۱،۲،۷].
- (۳) ارتفاع شانه در حالت نشسته^۳: فاصله ی عمودی از سطح نشستگاه تا زائده ی اخرومی واقع در سطح بالایی استخوان شانه، در حالی که فرد به صورت عمودی نشسته باشد. صدک ۹۵ برای طراحی به کار می رود [۱،۲،۷].
- (۴) ارتفاع رگبی^۴: فاصله ی عمودی از روی زمین تا زیر ران که بلافاصله بعد از زانو قرار می گیرد. شخص عمودی نشسته است، زانوها و قوزک های پا به صورت عمودی قرار گرفته اند و انتهای ران ها و پشت زانوها با سطح نشستگاه تماس دارد.
- (۵) اطلاعات مربوط به این مؤلفه برای تعیین ارتفاع صندلی و ... به کار می رود. صدک مناسب در این مورد، صدک ۵ می باشد [۱،۲،۷].



شکل ۴- تعدادی از ابعاد آنترپومتریکی بدن در حالت استاتیک

¹ Stature

² Sitting Height

³ Sitting Shoulder Height

⁴ Popliteal Height

۶) پهنای نشستگاه^۱: حداکثر فاصله ی افقی - عرضی باسن ها در حالت نشسته با زانو ها و قوزک پای عمودی. از این مؤلفه به منظور تعیین ابعاد و پهنای نشستگاه صندلی و ... استفاده می گردد. صدک ۹۵ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۷) ارتفاع آرنج در حالت نشسته^۲: فاصله ی عمودی از سطح نشستگاه تا قسمت زیرین آرنج در حالتی که فرد به صورت عمودی نشسته و بازوهایش در امتداد تنه و عمود بر ساعد قرار دارند. از این مؤلفه در طراحی ارتفاع تکیه گاه دست، میزها و غیره استفاده می شود. اطلاعات مربوط به صدک ۵۰ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۸) طول باسن - رکبی^۳: فاصله ی افقی خلفی ترین نقطه ی روی باسن تا پشت ساق پا. این مؤلفه فاکتور اساسی در طراحی اندازه ی عمق صندلی می باشد. صدک پنجم مناسب ترین صدک برای این منظور می باشد [۱،۲،۷].

۹) طول زانو-کفل^۴: فاصله ی عمودی از سطح عقبی کفل ها تا جلوی زانو در حالی که شخص به طوز عمودی نشسته است و زانو ها و قوزک پا نسبت به هم عمودند. اطلاعات حاصل از اندازه گیری این مؤلفه برای تعیین فاصله ی مناسب از پشت صندلی تا هر گونه مانع فیزیکی یا شیء دیگری که در جلو نشستگاه قرار می گیرد سودمند می باشد. اطلاعات صدک ۹۵ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۱۰) ضخامت (فضای) ران^۵: فاصله ی عمودی از سطح نشستگاه تا نقطه ای بر روی ران در محلی که شکم و ران با یکدیگر تلاقی می کنند. اطلاعات به دست آمده از اندازه گیری ضخامت ران برای طراحی وسایل و تجهیزات داخلی مانند میزها و استفاده می گردد. اطلاعات مربوط به صدک ۹۵ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۳-۱۲ الزامات ارگونومیکی عمومی برای میز و صندلی

از نقطه نظر اقتصادی و عملی بودن، ساخت میز و صندلی در اندازه های مختلف که برای تمام دانش آموزان مناسب باشد و تمام آنان را در بر گیرد مطلوب و ایده آل می باشد. هرچه تنوع اندازه های میز و صندلی کمتر باشد، بهتر است. از نقطه نظر ارگونومی، اندازه های پیشنهاد شده

^۱ Hip Breadth

^۲ Elbow Seat Height

^۳ Buttock Popliteal Length

^۴ Buttock Knee Length

^۵ Thigh Clearance

برای میز و صندلی‌ها بایستی طوری باشد که دانش آموزان قادر باشند در هنگام استفاده از آنها در وضعیت مناسب و راحت با راندمان بالا کار خود را انجام دهند [۸].

مؤسسات آموزشی معمولاً بر حسب سن سازماندهی می‌شوند تا بر حسب خصوصیات آنتروپومتریکی، بنابراین محدوده‌ی ابعاد و اندازه‌ی وسایل مدارس بایستی برای محدوده‌ای از ابعاد و اندازه‌های بدن که در کلاس‌های مختلف مدارس وجود دارند مناسب و مطلوب باشد. ابعاد آنتروپومتری مهم برای این طراحی‌ها عبارتند از [۴]:

• **ارتفاع نشستگاه^۱:** ارتفاع نشستگاه در خط مرکزی بلندترین نقطه‌ی جلوی محل نشستن اندازه‌گیری می‌شود. به عنوان یک اصل، افراد بلند قد خیلی راحت‌تر می‌توانند از صندلی کوتاه استفاده کنند تا افراد کوتاه‌قد از صندلی بلند. بنابراین، براساس ابعاد آنتروپومتریکی، معمولاً توصیه می‌شود که ارتفاع نشستگاه برابر با صدک ۵ ارتفاع رکبی در جامعه‌ی هدف در نظر گرفته شود (با قابلیت تنظیم برای کفش‌ها) [۴].

• **عمق نشستگاه^۲:** عمق مؤثر صندلی در خط مرکزی سطح نشستگاه از لبه‌ی جلویی تا خطی که از پشتی صندلی به طور عمود فرود می‌آید اندازه‌گیری می‌شود. مقدار توصیه شده بر اساس صدک ۵ طول باسن-رکبی^۳ تعیین می‌شود. لبه‌ی پشتی نشستگاه ممکن است به صورت دایره باشد (با شعاع r^2) که در این صورت نباید کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر باشد [۴].

• **حداقل پهنای نشستگاه^۴:** حداقل پهنای صندلی در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۱۵۰ میلی‌متری از خط عمود بر پشتی صندلی در خط مرکزی صفحه‌ی نشستگاه اندازه‌گیری می‌شود. استاندارد موجود، برای صندلی یک نفره می‌باشد و اندازه‌ی توصیه شده به وسیله‌ی صدک ۹۵ پهنای باسن تعیین می‌گردد [۴].

• **حداکثر پهنای نشستگاه^۵:** حداکثر پهنای نشستگاه برای قسمت جلویی سطح نشستگاه که ممکن است تا زیر میز ادامه یابد به کار می‌رود. این اندازه به وسیله‌ی حداقل فاصله‌ی بین پایه‌های میز تعیین می‌شود. فضای ۷۰ میلی‌متری (این عدد بیشتر جنبه‌ی تجربی دارد تا علمی) مجاز می‌باشد [۴].

¹ Seat Height

² Seat Depth

³ Buttock- popliteal Length

⁴ Seat Width Min

⁵ Seat Width Max

• **فاصله ی زیر تکیه گاه صندلی تا سطح نشستگاه:**^۱ این فاصله از حد پایینی تکیه گاه صندلی تا پایین ترین نقطه ی آن در مرکز سطح نشستگاه اندازه گیری می شود. این اندازه به وسیله ی ارتفاع کمر^۲ تعیین می شود. متأسفانه تعیین موقعیت انحنای کمر مشکل بوده و اندازه گیری آن مشکل است. برانتون^۳ (۱۹۸۴) اظهار داشت که موقعیت انحنای کمر در افراد مختلف تفاوت های زیادی نشان می دهد. آندرسون^۴ (۱۹۷۵) تأکید داشت که حمایت از ناحیه ی پایینی کمر تأثیر مثبت بیشتری نسبت به حمایت از ناحیه ی بالایی کمر دارد [۴].

• **فاصله ی سطح نشستگاه تا لبه ی بالایی تکیه گاه:**^۵ از پایین ترین نقطه در سطح نشستگاه تا بالاترین نقطه ی واقع بر روی مرکز پشتی صندلی اندازه گیری می شود. براساس گفته ی فیزنت (۱۹۸۴) لبه ی بالایی تکیه گاه بایستی تقریباً تا ۱۰۰ میلی متر در زیر ارتفاع شانه ادامه داشته باشد به طوری که حرکت شانه ها را محدود نسازد. اگر ارتفاع کتف^۶ برای حد بالایی مورد استفاده قرار گیرد، مقدار مذکور بدست خواهد آمد. صدک پنجم برای این منظور مناسب می باشد [۴].

• **حداقل پهنای پشتی صندلی:**^۷ مطابق گفته های آندرسون و همکاران (۱۹۴۵)، پشتی صندلی باید فشار وارده را در حداکثر سطح ممکن توزیع نماید. بنابراین؛ پهنای صندلی نباید باعث محدود شدن حرکت بازوها گردد و تا حد ممکن باید وسیع باشد. مقدار توصیه شده برای حداقل پهنای صندلی براساس صدک ۹۵ پهنای باسن تعیین می گردد [۴].

• **ارتفاع میز:**^۸ معمولاً سطح رویی میز، افقی قرار می گیرد. در صورتی که شیب دار طراحی گردد، شیب آن باید بین ۱۰ تا ۱۵ درجه باشد. اما ارتفاع لبه ی میز در جلوی دانش آموزان باید تقریباً برابر با ارتفاع افقی تعیین شود. توصیه های مربوط به ارتفاع میز در مقالات مختلف نامعین و دو پهلوی می باشند. اکثر محققان توصیه می کنند که ارتفاع کار باید متناسب با ارتفاع آرنج در وضعیت نشسته یا کمی کمتر از آن تعیین گردد. اساس کار هم بر این موضوع استوار می باشد که سطح کار بلندتر احتیاج به بلند کردن بازو داشته و باعث خستگی می گردد [۴].

^۱ Seat Plane to Bottom of Backrest

^۲ Lumber Height

^۳ Branton

^۴ Andersson

^۵ Seat Plane to Top of Backrest

^۶ Scapula Height

^۷ Width of back Rest, Min

^۸ Table Height

• **حداقل عمق میز^۱:** حداقل عمق سطح رویی میز بیش از خصوصیات آنتروپومتریکی استفاده کنندگان، بستگی به نوع کارهایی که بر روی آن انجام می گیرد دارد. دلیل خاصی وجود ندارد که نتوان از استاندارد مربوط به دانش آموزان انگلیسی برای دانش آموزان ایرانی استفاده نمود. بنابراین می توان از توصیه های BS5873 که مبنای این گایدلاین نیز می باشد و در ادامه در خصوص آن صحبت خواهد شد برای عمق میز مورد نظر استفاده کرد [۴].

• **حداقل طول سطح رویی میز^۲:** حداقل طول سطح رویی میز بستگی به نوع کارهایی که بر روی آن انجام می گیرد دارد. بنابراین می توان از استاندارد BS5873 استفاده نمود. اندازه های توصیه شده جهت سطح رویی میز در شرایطی به کار می روند که دانش آموز به تنهایی از آن استفاده می کند؛ یعنی در واقع این اندازه ها برای میزهای یک نفره توصیه شده اند. برای میزهای چند نفره حداقل سطح میز را می توان کاهش داد [۴].

• **حداقل فاصله بین پایه های میز^۳:** فاصله ی بین پایه های میز باید امکان حرکات جانبی پاها و زانوها را به کاربر بدهد. این بعد از اهمیت زیادی برخوردار نمی باشد. بنابراین اندازه های مساوی برای تمام گروه ها تعیین می شود. این بعد با اضافه نمودن ۱۲۰ میلی متر به صدک ۹۵ پهنای باسن مربوط به بزرگترین گروه هدف تعیین می گردد [۴].

• **حداقل عمق میز در ناحیه ی زانو^۴:** در زیر میز در ناحیه ی زانو و پاها باید فضای کافی وجود داشته باشد. عمق ناحیه ی زانو با کم کردن صدک ۵ عمق قفسه ی سینه از صدک ۹۵ طول زانو- باسن به دست می آید [۴].

• **حداقل ارتفاع میز در ناحیه ی زانو^۵:** حداقل ارتفاع میز در ناحیه ی زانو ممکن است از طریق اضافه نمودن صدک ۹۵ ضخامت ران به ارتفاع نشستگاه به دست آید. بدین ترتیب امکان انتخاب ضخامت های مختلف برای سطح رویی میز نیز وجود خواهد داشت. برای دست یابی به یک شکلی و یکنواختی و بر اساس استاندارد BS5873 مقدار ثابت برابر با ۶۰ میلی متر برای ضخامت میز در نظر گرفته شده است. بنابراین حد ارتفاع میز در ناحیه ی زانو با کم نمودن ۶۰ میلی متر از ارتفاع میز به دست می آید [۴-۵].

¹ Table depth

² Length of Table Top, Min

³ Width Between Table Sup ports, Min

⁴ Depth of Knee Zone, Min

⁵ Height of Knee Zone, Min

• **حداقل عمق برای پاها:** حداقل عمق برای پاها به وسیله ی جمع نمودن مقدار دلخواه ۱۶۰ میلی متر به حداقل عمق میز در ناحیه ی زانو به دست می آید. این مقدار برای حرکت آزادانه ی پاها به طرف جلو در نظر گرفته شده است. در عمل فضایی بیش از این حداقل قابل دست یابی است [۴-۵].

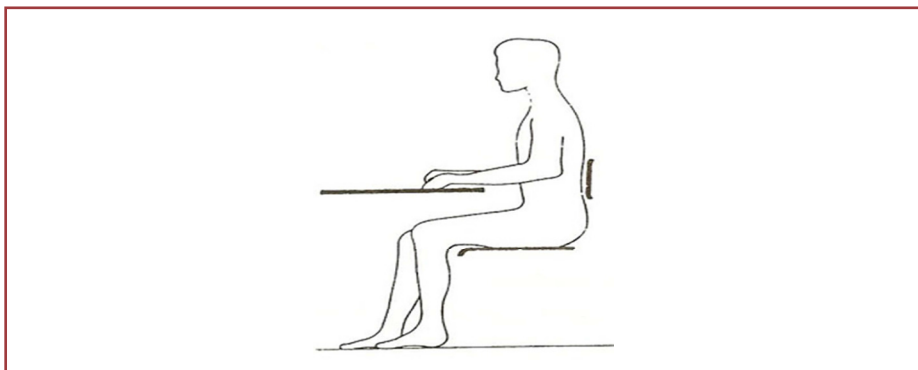
۳-۱۳ طراحی میز و صندلی برای دانش آموزان ایرانی

مطالعات نشان می دهد که متأسفانه اکثر میز و نیمکت هایی که در مدارس مورد استفاده قرار می گیرند از وضعیت ارگونومیکی مناسبی برخوردار نمی باشند. عدم تطابق بین ابعاد بدن دانش آموزان و میز و نیمکت ها به خصوص در ابعاد ارتفاع نیمکت، عرض نیمکت، پشتی نیمکت و ارتفاع میز کاملاً مشهود می باشد. نیمکت ها برای اکثر دانش آموزان ابتدایی، به خصوص پسر ها بسیار بلند بوده و عرض آنها برای دختر ها نیز بسیار کم می باشد. همچنین ارتفاع میز برای پسر ها و دختر ها نیز بسیار کم می باشد. این وضعیت باعث ایجاد درد و ناراحتی می شود و نهایتاً ممکن است منجر به ناراحتی های اسکلتی-عضلانی در بین آنها گردد. به علاوه این عدم تطابق در ابعاد مربوط به عرض نیمکت و ارتفاع میز با افزایش پایه ی تحصیلی بیشتر می شود، اما در خصوص ارتفاع نیمکت و عمق آن، کاهش می یابد. با این توصیف، طراحی و تهیه ی میز و صندلی برای دانش آموزان باید مبتنی بر ارزیابی های آنترپومتریکی باشد [۶-۱].

دانش آموزان در هنگام نشستن، وضعیت های بدنی گوناگونی را به خود می گیرند. برای ارزیابی تناسب ابعاد بدنی دانش آموزان با میز و صندلی ای که از آن استفاده می کنند لازم است که وضعیت بدنی دانش آموز همانند وضعیت نشان داده شده در شکل ۵ باشد [۴].

- کف پاها بر روی زمین قرار گیرد.
- فضایی بین پشت پاها و لبه ی جلویی نشستگاه وجود داشته باشد.
- هیچ گونه فشاری از طرف قسمت جلوی سطح نشستگاه به سطح خلفی ران وارد نیاید.
- فضایی بین سطح بالایی و سطح زیرین میز برای حرکات آزادانه وجود داشته باشد.
- آرنج ها هنگامی که باز و عمودی هستند تقریباً در ارتفاع سطح رویی میز قرار گیرند.
- تکیه گاه مستحکمی در ناحیه ی کمری و زیر تیغه های شانه وجود داشته باشد.
- فضای کافی بین تکیه گاه پشت و سطح نشستگاه برای حصول اطمینان از حرکت آزادانه ی کفل وجود داشته باشد.

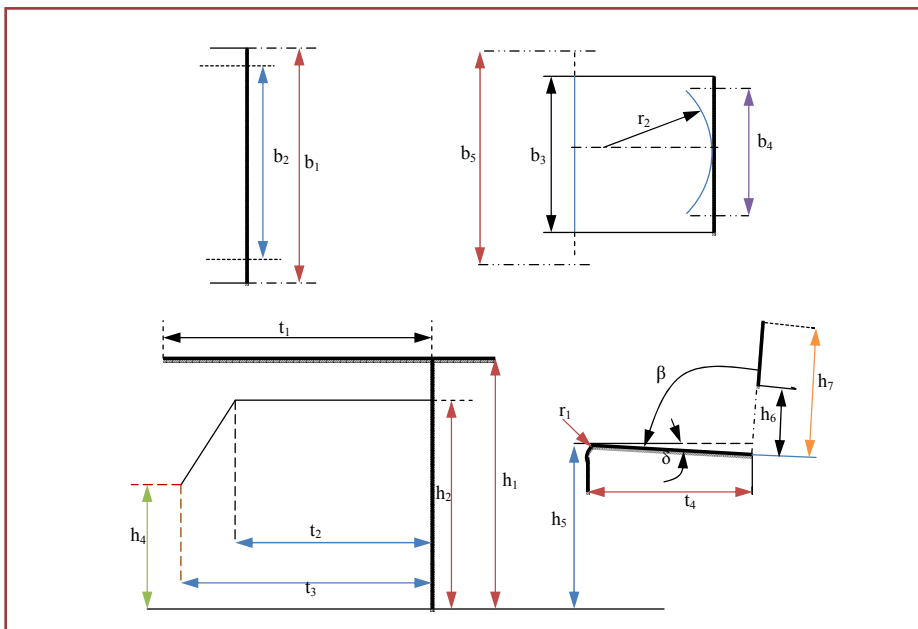
¹ Depth for Foot Clearance, Min



شکل ۵- وضعیت نشستن دانش آموزان

۳-۱۳-۱ ابعاد میز و صندلی

ابعاد میز و صندلی ها بسته به اینکه در چه محدوده ای از اندازه ها قرار می گیرند بایستی مطابق جدول ۳ باشند. بعد از مشخص نمودن محدوده ی اندازه ها از جدول ۳، ابعاد میز و صندلی استاندارد براساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک تعیین خواهند شد (جدول ۲). راهنمای علائم مشخص کننده این ابعاد در شکل ۶ آورده شده است.



شکل ۶- ابعاد میز و صندلی در مدل BS5873

جدول ۲- ابعاد میز و صندلی استاندارد براساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک دانش آموزان محدوده ی سنی ۷-۱۱

ابعاد	اندازه ی (تذکره ۱ را ببینید)	پسر اندازه ی ۲
محدوده ی طول قد توصیه شده	۱۰۰-۱۱۲۰	۱۱۲۰-۱۳۰۰
سطح نشستگاه	ارتفاع سطح نشستگاه	ارتفاع رکبی (صدک) + ۲۵ (پاشنه ی کفش)
	عمق مؤثر سطح نشستگاه	طول باسن- رکبی (صدک)
	حداقل پهنای سطح نشستگاه	پهنای باسن (صدک)
	حداکثر پهنای سطح نشستگاه	۳۸۰
	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستگاه (تذکره ۲ را ببینید)	۳۰-۴۰
تکیه گاه صندلی	حداکثر زاویه ی سطح نشستگاه (تذکره ۳ را ببینید)	-۴°
	زاویه ی بین سطح نشستگاه و پستی صندلی (تذکره ۴ را ببینید)	۹۵°-۱۰۰°
	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی (تذکره ۵ را ببینید)	۱۱۰-۱۲۰
	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی (تذکره ۶ را ببینید)	۲۱۰-۲۵۰
	حداقل پهنای پشتی صندلی	پهنای باسن (صدک)
میز	حداقل شعاع پشتی صندلی (تذکره ۷ را ببینید)	۴۰۰
	ارتفاع سطح میز	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک) + ارتفاع سطح نشستگاه
	حداقل عمق سطح میز (تذکره ۸ را ببینید)	۴۵۰
	حداقل طول سطح میز (تذکره ۹ را ببینید)	یک نفره ۶۰۰ دو نفره ۱۲۰۰
	حداقل عرض بین پایه ها (تذکره ۱۰ را ببینید)	یک نفره ۴۷۰ دو نفره ۱۰۰۰
فضای پاها	حداقل عمق ناحیه ی زانو	طول زانو- کفل (صدک) - عمق قفسه سینه (صدک)
	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا	طول زانو- کفل (صدک) + ت ₂ + ۱۶۰
	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو	ضخامت ران (صدک) + ارتفاع نشستگاه
	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا (تذکره ۱۱ را ببینید)	ضخامت ران (صدک) + ارتفاع نشستگاه + ارتفاع نشستگاه
		۲۵۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

تذکر ۱- توزیع اندازه ی میز و صندلی را می توان از جدول ۳ بدست آورد. جایی که بیش از یک اندازه توصیه شده است، با توجه به تجربه های موجود اندازه های مورد نظر تعیین می شوند. مثلاً در مدرسه ای با دانش آموزان ۵ تا ۱۱ ساله، اندازه ی ۱^۱ و ۲ توصیه شده است (چون اندازه گیری ها بدون کفش انجام گرفت به هریک از اندازه های ارتفاع میز و صندلی مقدار ۲۵ میلی متر اضافه شد). این اندازه ها (۱ تا ۵) بیان کننده دسته بندی افراد مختلف بر اساس رنج توصیه شده ی قد در استاندارد BS5673 می باشند. توصیه های ساده موجود در جدول ۳ تقریبی هستند؛ زیرا در واقع طول قد خیلی بهتر و دقیق تر از سن می تواند به عنوان ملاک و معیاری جهت برقراری تناسب خوب مطابق اصول گفته شده در شکل ۶ باشد. محدوده ی طول قد که در هر اندازه قرار می گیرد در جدول زیر نشان داده شده است، اما از آن جایی که مدارس بر اساس سن سازماندهی می شوند و نه بر اساس طول قد، لذا لازم است که برای راهنمایی از جدول زیر الگو گرفت [۴].

جدول ۳- توزیع اندازه ی میز و صندلی

اندازه ی وسایل					رنج سن (سال)
۵	۴	۳	۲	۱	
رنج توصیه شده ی قد مطابق استاندارد BS5873					
بیشتر از ۱۶۲۰	۱۶۲۰ تا ۱۴۸۰	۱۴۸۰ تا ۱۳۰۰	۱۳۰۰ تا ۱۱۲۰	۱۱۲۰ تا ۱۰۰۰	
					۵ تا ۳
					۷ تا ۵
					۸ تا ۵
					۹ تا ۵
					۱۱ تا ۵
					۱۱ تا ۷
					۱۲ تا ۸
					۱۳ تا ۹
					۱۳ تا ۱۱
					۱۶ تا ۱۱
					۱۸ تا ۱۱
					بیشتر از ۱۸

تذکر ۲- مشخصه ی تقریبی از سطح نشستگاه می باشد. مقدار عددی آن در استاندارد BS5873 بین ۳۰ تا ۴۰ میلی متر تعیین شده است [۴].

¹ Size mark

تذکر ۳- قسمت اصلی سطح نشستگاه می بایست دارای زاویه ی بین صفر تا ۴ درجه نسبت به سطح افق باشد. سطح نشستگاه ممکن است صاف و یا مقعر باشد. تعقر سطح نشستگاه نباید از ۱۰ میلی متر در عمق تجاوز کند. تعقر سطح نشستگاه باید در $\frac{2}{3}$ عقبی عمق مؤثر سطح نشستگاه اتفاق بیافتد. عمیق ترین قسمت تعقر باید در $\frac{3}{4}$ فاصله ی عمق مؤثر سطح نشستگاه از لبه ی جلوی صندلی قرار گیرد [۴-۵].

تذکر ۴- این زاویه ی بین سطح نشستگاه و پشتی صندلی در محور مرکزی اندازه گیری می شود. مقدار آن در استاندارد مذکور بین 95° تا 100° می باشد [۴].

تذکر ۵- این فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی بیان کننده جلوترین نقطه ی پشتی صندلی است. در استاندارد مذکور مقدار آن برای اندازه ی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب برابر با ۱۲۰-۱۱۰، ۱۳۰-۱۲۰، ۱۵۰-۱۴۰، ۱۶۰-۱۵۰، ۱۷۰-۱۶۰ میلی متر می باشد [۴].

تذکر ۶- حدود بالایی و پایینی پشتی صندلی در محور مرکزی سطح نشستگاه از پایین ترین نقطه ی سطح نشستگاه اندازه گیری می شود. در استاندارد مذکور مقدار آن برای اندازه ی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب برابر با ۲۵۰-۲۱۰، ۲۸۰-۲۵۰، ۳۱۰-۲۸۰، ۳۳۰-۳۱۰ و ۳۶۰-۳۳۰ میلی متر می باشد [۴-۵].

تذکر ۷- مقدار آن (حداقل شعاع پشتی صندلی) در استاندارد مذکور ۴۰۰ میلی متر می باشد که در تمام مطالعات نیز به آن استناد می گردد [۴-۵].

تذکر ۸- مقدار آن (حداقل عمق سطح میز) را می توان از جدول ۴ به دست آورد.

تذکر ۹- ابعاد توصیه شده که منحصراً برای یک یا دو دانش آموز در استاندارد ISO 5970 تعیین شده است، در جدول ۴ ارائه شده اند.

جدول ۴- ابعاد توصیه شده برای حداقل طول سطح میز (۴)

اندازه	۱	۲	۳	۴	۵
t_1	۴۵۰ (mm)	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
یک نفره (b_1)	۶۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۷۰۰	۷۰۰
دو نفره (b_2)	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۳۰۰	۱۳۰۰	۱۳۰۰

تذکر ۱۰- حداقل عرض بین پایه ها در میز یک نفره ۴۷۰ و در میز دو نفره ۱۰۰۰ میلی متر تعیین شده است [۴].

تذکر ۱۱- حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا برای اندازه های ۱ و ۳ مقدار ۲۵۰، برای اندازه های ۳ و ۴ مقدار ۳۰۰ و برای اندازه ی ۵ مقدار ۳۵۰ میلی متر برآورد شده است [۴].

جدول ۵- ابعاد میز و صندلی استاندارد بر اساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک دانش آموزان محدوده ی سنی ۱۴-۱۲

ابعاد		دختر اندازه ۳	پسر اندازه ۴
محدوده ی طول قد توصیه شده		۱۳۰۰-۱۴۸۰	۱۴۸۰-۱۶۲۰
سطح نشستگاه	h_5	ارتفاع سطح نشستگاه	ارتفاع رکبی (صدک) + ۲۵ (باشنه ی کفش)
	t_4	عمق مؤثر سطح نشستگاه	طول باسن- رکبی (صدک)
	b_3	حداقل پهنای سطح نشستگاه	پهنای باسن (صدک) ۹۵
	b_5	حداکثر پهنای سطح نشستگاه	۳۸۰
	r_1	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستگاه	۳۰-۴۰
	δ	حداکثر زاویه ی سطح نشستگاه	-۴°
تکیه گاه صندلی	β	زاویه ی بین سطح نشستگاه و پشتی صندلی	۹۵°-۱۰۰°
	h_6	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی	۱۴۰-۱۵۰
	h_7	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی	۲۸۰-۳۱۰
	b_4	حداقل پهنای پشتی صندلی	پهنای باسن (صدک) ۹۵
	r_2	حداقل شعاع پشتی صندلی	۴۰۰
	h_1	ارتفاع سطح میز	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک) ۹۵ + ارتفاع سطح نشستگاه
میز	t_1	حداقل عمق سطح میز	۵۰۰
	b_1	حداقل طول سطح میز	یک نفره ۷۰۰
			دو نفره ۱۳۰۰
	b_2	حداقل عرض بین پایه ها	یک نفره ۴۷۰
			دو نفره ۱۰۰۰
			نفره ۱۰۰۰
فضای پاها	t_2	حداقل عمق ناحیه ی زانو	طول زانو-کفل (صدک) ۹۵- عمق قفسه سینه (صدک) ۵
	t_3	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا	$t_2 + ۱۶۰$
	h_2	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو	ضخامت ران (صدک) ۹۵ + ارتفاع نشستگاه
	h_4	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا	۳۰۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

جدول ۶- ابعاد میز و صندلی استاندارد بر اساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک دانش آموزان محدوده ی سنی ۱۵-۱۸

ابعاد		دختر اندازه ۴	پسر اندازه ۵
محدوده ی طول قد توصیه شده		۱۴۸۰-۱۶۲۰	۱۶۲۰+.
سطح نشستگاه	h_5	ارتفاع سطح نشستگاه	ارتفاع رکی (صدک ۵) + ۲۵ (پاشنه ی کفش)
	t_4	عمق مؤثر سطح نشستگاه	طول باسن رکی (صدک ۵)
	b_3	حداقل پهنای سطح نشستگاه	پهنای باسن (صدک ۹۵)
	b_5	حداکثر پهنای سطح نشستگاه	۳۲۰
	r_1	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستگاه	۳۰-۴۰
تکیه گاه صندلی	δ	حداکثر زاویه ی سطح نشستگاه	-۴°
	β	زاویه ی بین سطح نشستگاه و پشتی صندلی	۹۵°-۱۰۰°
	h_6	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی	۱۵۰-۱۶۰
	h_7	فاصله ی بین سطح نشستگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی	۳۱۰-۳۶۰
	b_4	حداقل پهنای پشتی صندلی	پهنای باسن (صدک ۹۵)
میز	r_2	حداقل شعاع پشتی صندلی	۴۰۰
	h_1	ارتفاع سطح میز	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک ۹۵) + ارتفاع سطح نشستگاه
	t_1	حداقل عمق سطح میز	۵۰۰
	b_1	حداقل طول سطح میز	۷۰۰
	b_2	حداقل عرض بین پایه ها	۱۰۰۰
فضای پاها	t_2	حداقل عمق ناحیه ی زانو	طول زانو- کفل (صدک ۹۵) - عمق قفسه سینه (صدک ۵)
	t_3	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا	$t_2 + ۱۶۰$
	h_2	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو	ضخامت ران (صدک ۹۵) + ارتفاع نشستگاه
	h_4	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا	۳۰۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

۳-۱۳-۲ چک لیست انتخاب میز و صندلی ارگونومیک

صندلی:

نشستگاه

- برای نشستن طولانی مدت و توزیع یکنواخت وزن ران ها به اندازه ی کافی نرم و راحت می باشد.
- پهنای نشستگاه به اندازه ای می باشد که دانش آموز بتواند بر روی آن به راحتی جابجا شود.
- نشستگاه طوری طراحی شده است که دانش آموز قادر است به راحتی بر روی آن تغییر وضعیت دهد.
- طول نشستگاه برای حمایت ران ها به اندازه ی کافی در نظر گرفته شده است، اما نه تا اندازه ای که باعث ایجاد فشار در ناحیه ی پشت زانوی دانش آموز گردد.
- لبه ی جلویی نشستگاه به سمت پایین خم شده است به طوری که به پشت پاها فشار وارد نکند.
- شیب نشستگاه (به سمت عقب) به طور مناسب و راحت محاسبه و اعمال شده است.
- ارتفاع نشستگاه برای نشستن راحت می باشد؛ هنگام نشستن پاها بر روی زمین قرار دارند.
- سطح رویی نشستگاه عایق گرما و سرما می باشد.

پشتی

- از قسمت بالا و پایین کمر دانش آموز به طور صحیح و مناسب حمایت می کند.
- برای حمایت از قوس طبیعی کمر انعطاف پذیری لازم را دارد.
- برای تغییر زوایه ی پشتی، به اندازه ی کافی انعطاف پذیر می باشد.
- پهنای پشتی صندلی به اندازه ای می باشد که فشار به ناحیه ی پشت وارد نکند.
- زوایه ی پشتی نسبت به نشستگاه راحت و مناسب می باشد.
- برای جلوگیری از فشار به ناحیه ی پشت، از نرمی مناسبی برخوردار می باشد.
- عایق گرما و سرما می باشد.

تکیه گاه آرنج

- قابل تنظیم و/یا برداشتنی می باشد.
- به اندازه ی کافی برای حمایت ساعدها نرم و پهن می باشد.

- به اندازه ای کوتاه می باشد تا به دانش آموز این اجازه را بدهد تا نزدیک میز حرکت نماید.
- از ساعدها به طور راحتی حمایت می کند، در حالی که کتف ها در وضعیت راحت و مناسبی قرار داشته باشند.
- سطح رویی تکیه گاه آرنج، عایق گرما و سرما می باشد.

پایه ها

- برای جلوگیری از واژگون شدن، عرض بین پایه ها کافی و مناسب می باشد.
- پایه ها از استحکام لازم برخوردار می باشند.

میز:

- فضای بین سطح بالایی ران و سطح زیرین میز برای حرکت آزادانه وجود دارد، فضای لازم برای حرکت پاها در ناحیه ی ران وجود دارد.
- ارتفاع میز مناسب می باشد؛ یعنی متناسب با ارتفاع آرنج دانش آموزان در وضعیت نشسته در نظر گرفته شده است.
- در ناحیه ی زانو فضای کافی برای حرکت پاهای دانش آموزان وجود دارد.
- در ناحیه ی ساق پا فضای کافی برای حرکت پاهای دانش آموزان وجود دارد.
- ارتفاع میز در ناحیه ی زانوی دانش آموز کافی می باشد.
- ارتفاع میز در ناحیه ی ساق پای دانش آموز کافی می باشد.
- حداقل طول سطح رویی میز برای یک نفر (۷۰۰ میلی متر) و برای دو نفر (۱۳۰۰ میلی متر) در نظر گرفته شده است.
- انعکاس سطح رویی میز مناسب می باشد و باعث ایجاد ناراحتی برای دانش آموز نمی شود.
- سطح رویی میز عایق گرما و سرما می باشد.

مراجع

- 1- Dianat I, Karimi MA, Asl Hashemi A, Bahrampour S. Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*. 2013; 44(1):101-8.
- ۲- فیزنت استفن، انسان، آنتروپومتری، ارگونومی و طراحی. مترجمین: چوبینه علیرضا و موعودی محمد امین، کتاب ماد، ۱۳۷۵.
- ۳- عبدلی ارمکی محمد، مکانیک بدن و اصول طراحی ایستگاه کار، امید مجد، ۱۳۷۸.
- ۴- موعودی محمد امین، مهندسی آنتروپومتری، معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدماتی بهداشتی درمانی مازندران، چاپ اول، ۱۳۷۵.
- ۵- هلاندر مارتین، مهندسی عوامل انسانی در صنعت و تولید، مترجم: چوبینه علیرضا، تچر، ۱۳۸۴.
- 6- Panagiotopoulou G, Christoulas K, Papanckolaou A, Mandroukas K. Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applied Ergonomics*. 2004; 35(2):121-8.
- 7- Castellucci H, Arezes P, Viviani C. Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*. 2010; 41(4):563-8.
- 8- Jung HS. A prototype of an adjustable table and an adjustable chair for schools. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2005; 35(10):955-69.