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

راهنمای

طراحی میز و نیمکت 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

شابک: ۶-۲۳-۶۹۳۷-۶۰۰-۹۷۸

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: ۶-۲۳-۶۹۳۷-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

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

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

موضوع: مدرسه ها- - مبلمان، 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: ۱۳۹۳ ۲ر/LB ۳۲۶۱

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 ـ بلوار فرحزادی ـ بلوار ایوانک ـ ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ـ بلوک A ـ طبقه ۱۱ـ واحد شمالی

تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰

http://markazsalamat.behdasht.gov.ir

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

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

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

پیشگفتار

یکـی از برنامـه های مرکـز سـلامت محیـط و کار وزارت بهداشـت، درمان و آموزش پزشـکی تدوین و انتشـار رهنمودهـای مربوط به حوزه هـا و زمینه های مختلف بهداشـت محیط و حرفه ای و سـایر موضوعات مرتبط اسـت که با بهره گیری از توان علمی و تجربی کارشناسـان، متخصصین و صاحب نظران متعددی از سراسـر کشـور، انجام شـده است. در این راستا سـعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دسـتاوردهای علمی، از تجربه کارشناسـان و متخصصین حوزه سـتادی 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 انتشـار این رهنمودها مورد اسـتناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسـئول تدوین رهنمودها این بوده اسـت که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسـر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل اسـتفاده باشـد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشـد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسـان و صاحبنظران ارجمند دعوت می شـود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سـطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشـتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

با توجه به دسترسـی بیشـتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شـده بر روی تارگاه های وزارت بهداشـت، 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 رسـید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسـترده 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 انتشـار می گردد، لازم اسـت از زحمات کلیه دسـت اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشـکر 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 شـده در مدرسه و خصوصاً در حالت نشسته، مناسـب 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 ناشـی از طراحی بد و نامناسـب وسـایل به دلیل زمان طولانی نشستن می باشند. به علاوه، کمبود وسـایل مدرسـه ممکن است همچنین دلیلی بر نشسـتن به صورت پوسچرهای نامناسـب در کلاس باشد. پوسـچر 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 سـال های اخیر در بین کشـورهای متعدد انجام شـده است، عدم تناسب بین ابعاد وسـایل مدرسـه 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 مدرسـه یکی از عوامل مداخله گر در گسـترش 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 وسـایل مدرسـه به طور معنی داری با درد در گردن، قسـمت 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 طـرف دیگر، این عدم تطابق باعث ایجاد اثـرات منفی دیگری علاوه بر اثرات فوق در بین دانش آموزان می گردد. برای مثال، پوسـچرهای نامناسب و نامطلوب نه تنها یادگیری را تحت تأثیر قرار می دهند بلکه اشـتیاق یادگیری دانش آموزان را حتی در زمانی که درس های جالب و مهیج ارائه می شود، نیز کاهش می دهد[۲،۱].

درسـت ایسـتادن و نشسـتن به عنوان یکی از عوامل مهم در پیشـگیری از اختلالات اسـکلتی عضلانی مورد توجه می باشـد. رفتار وضعیتی دانش آموزان به وسـیله 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[1]" به معنای انسان، شخص و "مترون[2]" 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 [۳،۲].

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

[1] Anthropo
[2] 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 بیشـــتری از جمعیت هدف را پوشـــش 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، تخّیل، 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 متناســـب با نیازهای هر فرد، گران و غیر عملی می باشد. بنابراین، اغلب محصـــولات به صورت انبوه طراحی و تولید می شـــوند تا متناســـب و در بـــر گیرنده ی محدوده ی وسیعی از کاربران باشد [۳،۲].

۳-۱-۲ عوامل مؤثر بر مشخصات آنتروپومتریکی

مشخصات آنتروپومتریکی افراد تابع عواملی به شرح زیر می باشد:

• **ســـن:** با افزایش ســـن همه ی ابعاد بدن پیوســـته افزایش می یابد، ولی بعضی اوقات بدون قاعده از زمان تولد تا ســـن ۱۳ الی ۱۹ ســـالگی یا نزدیک ۲۰ ســـال (برای زنان ۱۷ سال) که رشد کامل می شود، متغیر است.

• **جنس:** ممکن اســـت ابعاد آنتروپومتریکی از شـــخصی به شخص دیگر متفاوت باشد. معمولاً ابعاد بدن زنان کوچکتر از مردان اســـت، ولی در زنان به طور ثابت پهنا و دور باســـن و محیط ران بزرگتر از مردان می باشـــد، در مردان بازو و ســـاق پاها به طور مطلق از زنان درازتر نیست ولی نسبت قد و

ارتفاع تنه بزرگ تر است.

• **نـژاد:** ابعـاد بدن در میان نژادهـا، زیر نژادها و گروه های قومی و ملیّتی دارای اختلاف وسـیعی 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 اشـخاص مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. مردان با قد مسـاوی 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 سـزایی دارد. بعد از بلوغ، رژیم غذایی تأثیر بسـیار زیادی بر روی بافت چربی دارد، در نتیجه محیط ها، پهناها و عمق ها نسـبتاً بیشـتر 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 شـکمی به وسیله کشش عضلات شـکم 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**

۳-۲ 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 سـاختاری" و "آنتروپومتری فونکسیونل" برای این منظور اسـتفاده می نمایند. البته این اصطلاحات مورد تأیید و پذیرش عموم نمی باشـند، بنابراین در این جا از دو اصطلاح رایج "آنتروپومتری استاتیک" و "آنتروپومتری دینامیک" استفاده خواهد شد [۳].

۳-۲-۱ آنتروپومتری استاتیک (ایستایی)

اطلاعات آنتروپومتریکی اسـتاتیکی به ابعاد و اندازه های بدن در وضعیت سـاختاری ثابت مربوط

می شـوند که معمولاً به وسـیله ی نقاط مشخص آناتومیکی در یک وضعیت مشخص اندازه گیری می شـوند. 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 آنتروپومتری دینامیک (حرکتی)

اطلاعات آنتروپومتریکی دینامیکی شـامل اندازه های حدود دسترسی و فضاهای اضافی می باشند که تحت شـرایط عمل و حرکت، اندازه گیری می شـوند. منظور از شـرایط عمل، حالتی است که بـه فرد اجازه داده می شـود تا برای انجام وظیفه ی محولـه، وضعیت بدنی طبیعی به خود بگیرد. محدوده ی حرکات مفصلی و شـدت اعمال انجام شـده نیز ممکن اسـت در این دسته قرار گیرند. جمـع آوری اطلاعـات بر پایه ی این نوع آنتروپومتری اغلب بایسـتی برای مسـائل خاص طراحی صورت گیرد که از نظر زمانی و پرسـنلی پرهزینه می باشـد. در بسـیاری از موارد نقص اطلاعات اسـتاتیکی به اندازه ای که به نظر می رسـد، 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 آنتروپومتری 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 آنتروپومتری

حدود ۹۷۳ متغیر آنتروپومتریک استاتیک در بدن شناسایی شده است (متغیر آنتروپومتریک 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 آنتروپومتریک 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:

- **ارتفـاع**[1]: منظـور از ارتفاع، تعیین فاصله ی دو نقطه ابتدا و انتهای یک خط مسـتقیم به صورت عمود است، مثل ارتفاع قد.
- **پهنا**[2]: منظور از پهنا، فاصله ی دو نقطه از عرض بدن به صورت مستقیم و افقی می باشد، نظیر پهنای باسن.

[1] Height
[2] Breadth

• **عمـق**[1]: منظـور از عمق، تعیین فاصلـه ی دو نقطه ی جلو و عقب بدن به طور مسـتقیم و افقی می باشد، نظیر عمق سینه.

• **فاصله**[2]: 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**[3]: منظور از تعیین انحنا، اندازه ی بخشـی هایی از بدن اسـت که نه بسـته است و نه دایره، مثل انحنای چانه.

• **محیط**[4]: منظور از محیط، اندازه های بسـته ای اسـت که انحناهای بدن دارند. این اندازه ها دایره نیستند، نظیر دور یا محیط کمر.

• **حد دسترسـی**[5]: منظور از حد دسترسـی، اندازه ی محور طولی بازو از شـانه تا آرنج یا از شانه تا مچ می باشد.

• **درازا**[6]: اندازه هایی که در محور امتداد بدن به دست می آیند، مانند طول دست.

• **برجسـتگی ها**[7]: برای مثال اندازه گیری فاصله ی نوک انگشتان دو دست در حالتی که کاملاً باز هستند [۲،۳،۴].

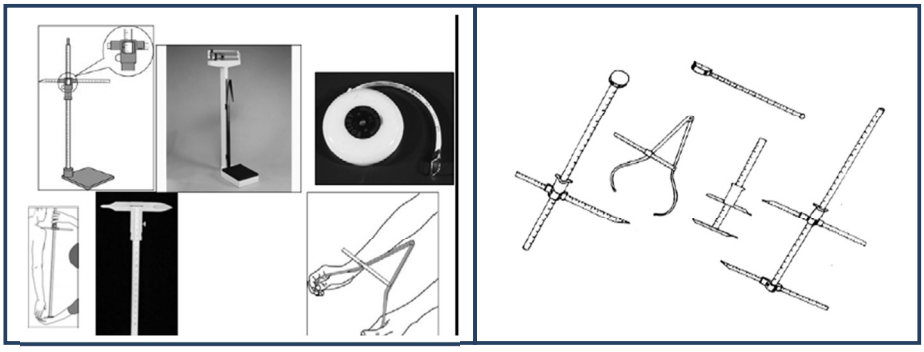
۳-۴ ابزار اندازه گیری

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 هسـتند و با قرار گرفتن فرد در جلوی آن ها در حالت نشسته یا ایستاده می توان اندازه های ابعاد مختلف را بدست آورد (شکل۱).

علاوه بر این وسایل، از تجهیزات دیگری نظیر کولیس هایی که قادر به اندزه گیری قطرهای داخلی و خارجی بدن می باشند، مترهای نواری و مترهای ارتجاعی نیز استفاده می شود (شکل۲). 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

شکل۱- دستگاه آنتروپومتر



شکل۲- تعدادی از وسایل اندازه گیری ابعاد بدن در حالت استاتیک

۳-۵ روش های اندازه گیری

۳-۵-۱ روش اندازه گیری فواصل خطی[1]

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

[1] Linear Distances

در حالت ایســتاده یا نشســته. اگر ابعاد و اندازه ها محیطی باشــند، 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

ایــن روش هــا برای تعیین ابعاد بدن در وضعیتی که بدن در حال حرکت می باشــد، بســیار مفید هستند (آنتروپومتری دینامیک).

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

• **روش شبکه های زمینه ای**[1]: 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].

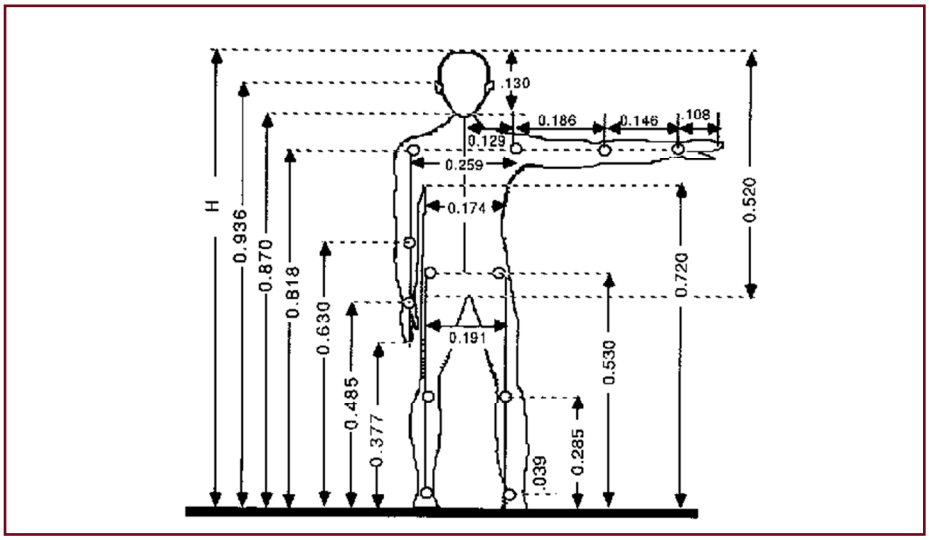
• **روش عکس چند جهته**[2]: این سیســتم ترکیبی از آینه های ثابت، نور، فلاش و دوربین می باشد. نحوه ی قرارگیری این آینه ها به گونه ای است که چهار نمای کامل بدن (جلو، عقب، بغل و بالای ســر) به دوربین منعکس شــده و پس از تهیه ی تصویر، مشــخصات مورد نیاز از بدن فرد در یک لحظه به دست می آید [۴].

• **روش اندازه گیری ســه بعدی**[3]: در این روش با اســتفاده از دوربین های فیلم برداری از ســه 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[4]

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 همیشــه این طور نیســت). مثلاً ارتفاع چشم حدود ۹۴٪ طول قد می باشــد. با اســتفاده 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].

[1] Background Grid
[2] Photo-metric Camera
[3] Dimensiona Measuring
[4] Biometric Relationship



شکل۳- رابطه ی ابعاد بدن با یک دیگر

علاوه بر موارد فوق می توان بین سایر مشخصات مربوط به بدن و ابعاد آنتروپومتریکی تناسب هایی را ارائه کرد. دبیوس[1] 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 (cm^2)

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 رو به 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[2] بدست آورد [۳]:

$$D = 0.6905 + 0.297C$$

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

h: قد (in)

W: وزن (Lb)

[1] Dubois
[2] 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[1]

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[2] تعیین می شود. بر این اساس صدک پنجم و نود و پنجم را می توان به صورت زیر محاسبه نمود [۵]:

صدک نود و پنجم = میانگین + ۱/۶۵ (SD)

صدک پنجم = میانگین - ۱/۶۵ (SD)

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، استانداردی 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

[1] Percentiles
[2] Standard Deviation(SD)

کــه آن را معیارهــای برتر، عمومی یا اولیه می نامیم. به منظور دســتیابی به این اهداف بایســتی تعــداد زیادی از معیارهای ســطح پایین، ویژه یــا ثانویه تأمین گردند. ارتباط بیــن این مفاهیم را می توان به وســیله ی مثالی روشن ســاخت. 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 باشــد فشــاری که به ناحیه ی خلفی ران وارد می آید موجب ناراحتی می شــود. این موضوع ما را به ســمت پیشــنهاد معیار ثانویه هدایت می کند؛ یعنی اینکه ارتفاع سطح نشستنگاه نبایستی بلندتر از فاصله عمودی کف پا تا زانو باشد. با این توصیف، در ادامه چهار دسته از محدودیت هایی را که منشــاء بســیاری از مشــکلات آنتروپومتری می باشــند 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 انگشــتان یا کف دســت فراهم آوردند. تمام اینها محدودیت هایی هســتند که فضــای اضافــی ایجاد می کنند. این محدودیت ها، محدودیت های یــک طرفه اند و حداقل فضای قابل قبول در یک شــیء را تعیین می کنند. اگر این اندازه ها طوری انتخاب شــوند که افراد چاق و بزرگ جامعه، مورد نظر قرار گیرند بقیه ی افراد جامعه ضرورتاً در محدوده ی طراحی قرار خواهند گرفت[۲].

• **حد دسترســی:** توانایی در گرفتن و کارکردن با کنترل ها مثالی مشخص در این زمینه می باشد. مثل محدودیت های اشــاره شــده در مورد ارتفاع ســطح صندلی یا امکان داشتن دید از بالای یک مانع. حد دسترســی، حداکثر فاصله قابل قبول از شــیء را تعیین می کند. حد دسترســی 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 ســطح میزکار و هم بلند بودن آن نامطلوب می باشــد. بنابراین با محدودیتی دو طرفه روبرو هســتیم کــه در آن کلیه ی افراد، اعم از کوتاه قــد و بلند قد باید مورد توجه قرار گیرند. معیارهای وضعیت بدنی اغلب اجتناب پذیرتر از معیارهای حدود دسترسی و فضای اضافی هستند [۲].

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

را تحمیـــل می کند و از این جهت کافی اســـت کـــه توانایی ضعیف ترین فرد را مد نظر قرار داد. اما در بعضی موارد ممکن اســـت 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 خشـــک هســـتند. 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 ایســـتاده ی اســـتاندارد:** فرد به طور مستقیم و کشیده ایستاده است، خود را تا حداکثر ارتفاع بدن بالا می کشـــد و مســـتقیم 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. فشـــار دادن بدن به دیوار و افزایش طول قد در چنین شـــرایطی نتایج متفاوتی از روش استاندارد نشان خواهد داد که مورد تأیید ارگونومیست ها نمی باشد [۲،۴،۶].
- **وضعیت نشســـته ی اســـتاندارد:** فرد به طور مستقیم و کشـــیده بر روی یک سطح افقی نشسته اســـت، بدن خود را تا حداکثر ارتفاع بالا می کشـــد و مستقیم به سمت جلو نگاه می کند (یا سر او طوری جهت داده شـــده که صفحه ی فرانکفورت به طور افقی قرار گرفته اســـت)، 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 نشستنگاه طوری تنظیم می شود (یا تکیه گاه هایی در زیر پای فرد قرار داده می شـــود) که ران ها در حالت افقی و ســـاق 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، ســـطح نشســـتنگاه 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 نشستنگاه 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**[1]: 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**[2]: 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

[1] Design for the Extreme Individuals
[2] 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**[1]: 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 ـ 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

[1] Designing for the Average Man

در حالت نشســته در حفظ تعادل بدن اهمیت دارد، نیز افزایش می یابد. حداکثر ســرعت 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 اســت کار به صورت دقیق و دو دســتی صورت گیرد، ارتفاع سطح میز کار باید به گونه ای باشــد که فاصله مناســب بینایی رعایت گردد؛ یعنی ارتفاع کار آن قدر بالا بیاید تا در حالتی که بدن در وضعیت طبیعی قرار گرفته اســت، فرد بتواند به راحتی شــیء مورد نظر را ببیند. اما در زمانی که انجام کار نیاز به نیروی بیشــتری دارد و حرکات جنبی کار زیاد اســت، پایین بودن ســطح کار الزامی اســت. ارتفاع میز بین ۷۴ تا ۷۸ سانتی متر باعث می شود که افراد با اســتفاده از یک صندلی قابل تنظیم و زیر پایی مناســب، شــرایط قابــل تطبیقی را برای خود فراهــم آورنــد[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 شــده 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 ایســتگاه های کار نشســته مورد اســتفاده قرار می گیرد[۳]. همان گونه که در بند ۳-۱۰-۱ توضیح داده شــد، به دلیل اینکه ممکن اســت 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 مشــکل 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 رکبی = 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:

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

(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 = ۲ + ۴ + ۲۹/۴ + ۴۸/۸ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۹۵ مردان

سانتی متر ۶۴/۲ = ۲ + ۴ + ۱۹ +۳۹/۲ = 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= ۲ + ۴ + ۲۸/۱ + ۴۴/۳ = ارتفاع سطح میز در حالت نشسته برای صدک ۹۵ زنان

سانتی متر ۵۹/۶ = ۲ + ۴ + ۱۸/۱ + ۳۵/۵ = 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 ایســتگاه های کار نشســته از طریق جاگذاری اطلاعات مربوطه در فرمول زیر به دست می آید:

ارتفاع پاشنه کفش + ارتفاع رکبی = ارتفاع صندلی

برای به دســت 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 گســتره قابل تنظیم ارتفاع صندلی در ایســتگاه های کار نشسته را برای مردان و زنان به ترتیب زیر دست آورد :

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

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

بدین ترتیب در این نمونه گســتره قابل تنظیم ارتفاع صندلی برای مردان۵۲/۴ - ۴۳/۲ سانتی متر می باشد.

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

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

بدین ترتیب در این نمونه گســتره قابل تنظیم ارتفاع صندلی برای زنان ۴۸/۳ - ۳۹/۵ ســانتی 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[1]: بــر حســب پوند یا کیلوگرم بیان می شــود و برای طراحی نیمکــت، صندلی، فضاهای کار و استراحت و ... مورد استفاده قرار می گیرد [۱،۲،۷].

[1] Weight

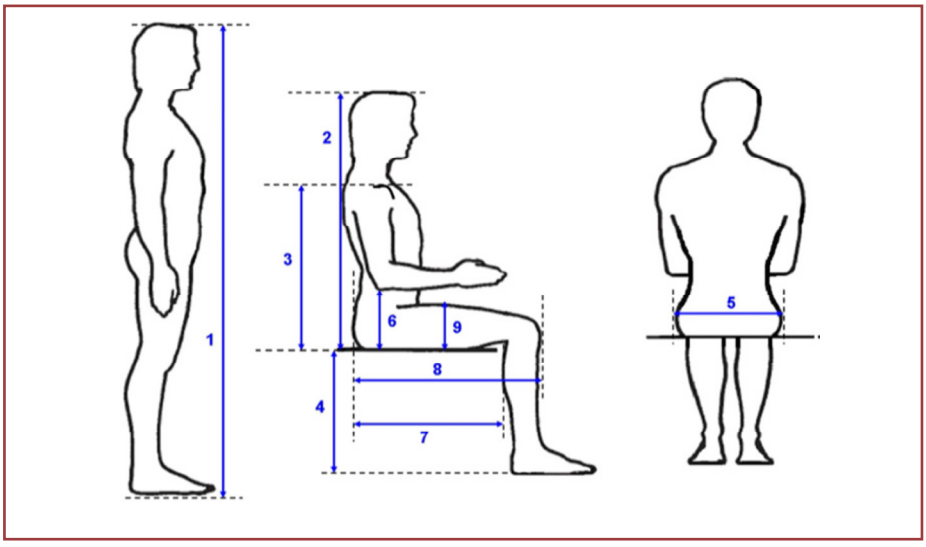
۱) قد[1]: فاصله ی بالاترین نقطه ی سر تا کف پا در وضعیت ایستاده، بدون کفش و نگاه مستقیم به جلو. طراحی مبتنی بر این مؤلفه باید طوری انجام شود که ۱۰۰٪ جمعیت را پوشش دهد [۱،۲،۷].

۲) ارتفاع نشسته[2]: فاصله ی عمودی از سطح نشستنگاه 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[3]: فاصله ی عمودی از سطح نشستنگاه 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 رکبی[4]: 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 نشستنگاه 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].



شکل۴- تعدادی از ابعاد آنتروپومتریکی بدن در حالت استاتیک

[1] Stature
[2] Sitting Height
[3] Sitting Shoulder Height
[4] Popliteal Height

۶) پهنای نشستنگاه[1]: 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 نشستنگاه صندلی و ... استفاده می گردد. صدک ۹۵ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۷) ارتفاع آرنج در حالت نشسته[2]: فاصله ی عمودی از سطح نشستنگاه 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[3]: 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[4]: فاصله ی عمودی از سطح عقبی کفل ها تا جلوی زانو در حالی که شخص به طوز عمودی نشسته است و زانوها 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 نشستنگاه قرار می گیرد سودمند می باشد. اطلاعات صدک ۹۵ برای این منظور مناسب می باشد [۱،۲،۷].

۱۰) ضخامت (فضای) ران[5]: فاصله ی عمودی از سطح نشستنگاه 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

[1] Hip Breadth
[2] Elbow Seat Height
[3] Buttock Popliteal Length
[4] Buttock Knee Length
[5] Thigh Clearance

برای میز و صندلی ها 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 می شوند تا بر حسب خصوصیات آنتروپومتریکی، بنابراین محدوده ی ابعاد و اندازه ی وسایل مدارس بایستی برای محدوده ای از ابعاد و اندازه های بدن که در کلاس های مختلف مدارس وجود دارند مناسب و مطلوب باشد. ابعاد آنتروپومتری مهم برای این طراحی ها عبارتند از [۴]:

• **ارتفاع نشستنگاه**[1]: ارتفاع نشستنگاه در خط مرکزی بلندترین نقطه ی جلوی محل نشستن اندازه گیری می شود. به عنوان یک اصل، افراد بلند قد خیلی راحت تر می توانند از صندلی کوتاه استفاده کنند تا افراد کوتاه قد از صندلی بلند. بنابراین، براساس ابعاد آنتروپومتریکی، معمولاً توصیه می شود که ارتفاع نشستنگاه برابر با صدک ۵ ارتفاع رکبی در جامعه ی هدف در نظر گرفته شود (با قابلیت تنظیم برای کفش ها) [۴].

• **عمق نشستنگاه**[2]: عمق مؤثر صندلی در خط مرکزی سطح نشستنگاه از لبه ی جلویی تا خطی که از پشتی صندلی به طور عمود فرود می آید اندازه گیری می شود. مقدار توصیه شده بر اساس صدک ۵ طول باسن-رکبی[3] تعیین می شود. لبه ی پشتی نشستنگاه ممکن است به صورت دایره باشد (با شعاع r^2) که در این صورت نباید کمتر از ۴۰۰ میلی متر باشد [۴].

• **حداقل پهنای نشستنگاه**[4]: حداقل پهنای صندلی در نقطه ای به فاصله ی ۱۵۰ میلی متری از خط عمود بر پشتی صندلی در خط مرکزی صفحه ی نشستنگاه اندازه گیری می شود. استاندارد موجود، برای صندلی یک نفره می باشد و اندازه ی توصیه شده به وسیله ی صدک ۹۵ پهنای باسن تعیین می گردد [۴].

• **حداکثر پهنای نشستنگاه**[5]: حداکثر پهنای نشستنگاه برای قسمت جلویی سطح نشستنگاه که ممکن است تا زیر میز ادامه یابد به کار می رود. این اندازه به وسیله ی حداقل فاصله ی بین پایه های میز تعیین می شود. فضای ۷۰ میلی متری (این عدد بیشتر جنبه ی تجربی دارد تا علمی) مجاز می باشد [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 نشستنگاه**[1]: این فاصله از حد پایینی تکیه گاه صندلی تا پایین ترین نقطه ی آن در مرکز سطح نشستنگاه اندازه گیری می شود. این اندازه به وسیله ی ارتفاع کمر[2] تعیین می شـود. متأسـفانه تعیین موقعیت انحنای کمر مشکل بوده و اندازه گیری آن مشکل است. برانتون[3] (۱۹۸۴) اظهار داشت که موقعیت انحنای کمر در افراد مختلف تفاوت های زیادی نشان می دهد. آندرسـون[4] (۱۹۷۵) تأکید داشـت که حمایت از ناحیه ی پایینی کمر تأثیر مثبت بیشتری نسبت به حمایت از ناحیه ی بالایی کمر دارد [۴].

• **فاصلـه ی سـطح نشسـتنگاه تـا لبـه ی بالایـی تکیـه گاه**[5]: از پاییـن ترین نقطه در سـطح نشسـتنگاه تا بالاترین نقطه ی واقع بر روی مرکز پشـتی صندلی اندازه گیری می شـود. براساس گفتـه ی فیزنـت (۱۹۸۴) لبـه ی بالایـی تکیه گاه بایسـتی تقریباً تـا ۱۰۰ میلی متـر در زیر ارتفاع شـانه ادامه داشـته باشـد به طوری که حرکت شانه ها را محدود نسـازد. اگر ارتفاع کتف[6] برای حد بالایی مورد اسـتفاده قرار گیرد، مقدار مذکور بدسـت خواهد آمد. صدک پنجم برای این منظور مناسب می باشد [۴].

• **حداقل پهنای پشـتی صندلی**[7]: مطابق گفته های آندرسـون و همکاران (۱۹۴۵)، پشتی صندلی باید فشار وارده را در حداکثر سطح ممکن توزیع نماید. بنابراین؛ پهنای صندلی نباید باعث محدود شـدن حرکت بازوها گردد و تا حد ممکن باید وسـیع باشد. مقدار توصیه شده برای حداقل پهنای صندلی براساس صدک ۹۵ پهنای باسن تعیین می گردد [۴].

• **ارتفاع میز**[8]: معمولاً سطح رویی میز، افقی قرار می گیرد. در صورتی که شیب دار طراحی گردد، شـیب آن باید بین ۱۰ تا ۱۵ درجه باشـد. اما ارتفاع لبه ی میز در جلوی دانش آموزان باید تقریباً برابر با ارتفاع افقی تعیین شـود. توصیه های مربوط به ارتفاع میز در مقالات مختلف نامعین و دو پهلو می باشند. اکثر محققان توصیه می کنند که ارتفاع کار باید متناسب با ارتفاع آرنج در وضعیت نشسـته یا کمی کمتر از آن تعیین گردد. اسـاس کار هم بر این موضوع استوار می باشد که سطح کار بلندتر احتیاج به بلند کردن بازو داشته و باعث خستگی می گردد [۴].

---

[1] Seat Plane to Bottom of Backrest
[2] Lumber Height
[3] Branton
[4] Andersson
[5] Seat Plane to Top of Backrest
[6] Scapula Height
[7] Width of back Rest, Min
[8] Table Height

• **حداقل عمق میز**[1]: 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**[2]: 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**[3]: 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**[4]: 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**[5]: حداقل ارتفاع میز در ناحیه ی زانو ممکن است از طریق اضافه نمودن صدک ۹۵ ضخامت ران به ارتفاع نشستنگاه 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 [۵-۴].

---

[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**[1]: 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 [۵-۴].

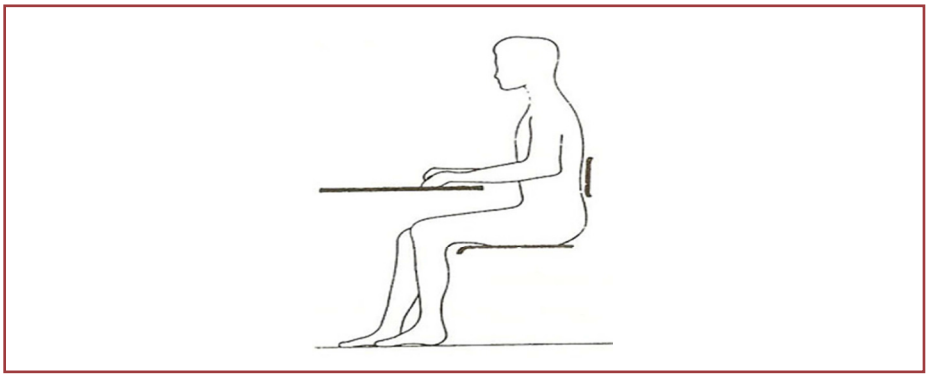
۳-۱۳ طراحی میز و صندلی برای دانش آموزان ایرانی

مطالعات نشـان مـی دهد که متأسـفانه اکثر میز و نیمکـت هایی که در مدارس مورد اسـتفاده قرار می گیرند از وضعیت ارگونومیکی مناسـبی برخوردار نمی باشـند. عـدم تطابق بین ابعاد بدن دانش آموزان و میز و نیمکت ها به خصوص در ابعاد ارتفاع نیمکت، عرض نیمکت، پشـتی نیمکت و ارتفاع میز کاملاً مشهود می باشد. نیمکت ها برای اکثر دانش آموزان ابتدایی، به خصوص پسرها بسیار بلند بوده و عرض آنها برای دخترها نیز بسیار کم می باشد. همچنین ارتفاع میز برای پسرها و دخترها نیز بسـیار کم می باشـد. 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 بیشـتر می شـود، اما در خصوص ارتفـاع نیمکـت و عمق آن، کاهش می یابد. با این توصیـف، طراحی و تهیه ی میز و صندلی برای دانش آموزان باید مبتنی بر ارزیابی های آنتروپومتریکی باشد [۶-۱].

دانش آموزان در هنگام نشسـتن، وضعیت های بدنی گوناگونی را به خود می گیرند. برای ارزیابی تناسـب ابعاد بدنی دانش آموزان با میز و صندلی ای که از آن اسـتفاده می کنند لازم اسـت که وضعیت بدنی دانش آموز همانند وضعیت نشان داده شده در شکل۵ باشد [۴].

• کف پاها بر روی زمین قرار گیرد.
• فضایی بین پشت پاها و لبه ی جلویی نشستنگاه وجود داشته باشد.
• هیچ گونه فشاری از طرف قسمت جلوی سطح نشستنگاه 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 پشـت و سـطح نشسـتنگاه برای حصول اطمینان از حرکت آزادانه ی کفل وجود داشته باشد.

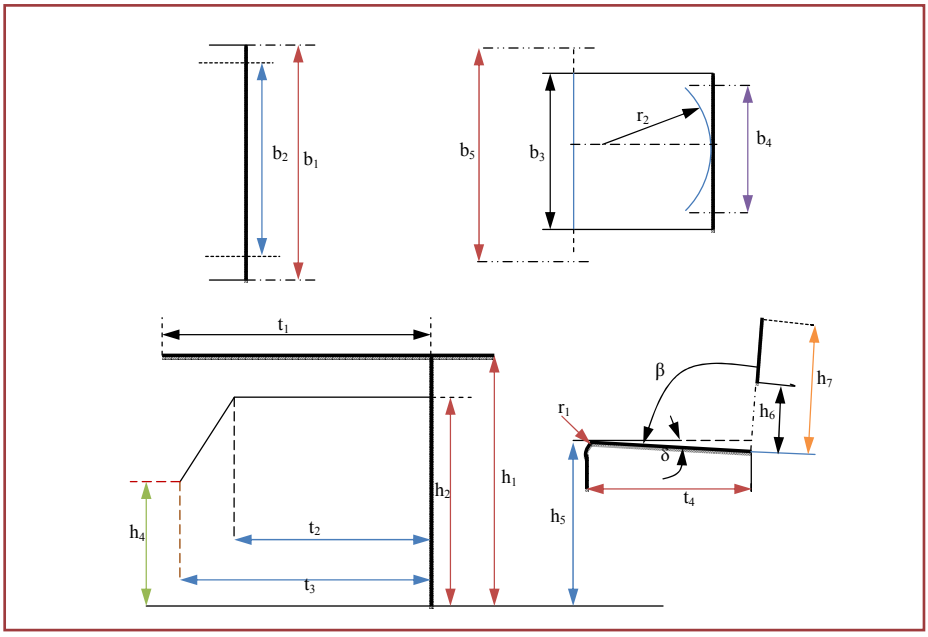
[1] Depth for Foot Clearance, Min



شکل۵- 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 (جدول۲). راهنمای علائم مشخص کننده این ابعاد در شکل ۶ آورده شده است.



شکل۶- ابعاد میز و صندلی در مدل BS5873

جدول۲- ابعاد میز و صندلی استاندارد براساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک دانش آموزان محدوده ی سنی ۱۱-۷

		ابعاد	دختر اندازه ی۱(تذکر۱ را ببینید)	پسر اندازه ی۲
		محدوده ی طول قد توصیه شده	۱۱۲۰-۱۰۰۰	۱۳۰۰-۱۱۲۰
سطح نشستنگاه	h_5	ارتفاع سطح نشستنگاه	ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵	ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵ (پاشنه ی کفش)
	t_4	عمق مؤثر سطح نشستنگاه	طول باسن- رکبی (صدک۵)	طول باسن- رکبی (صدک۵)
	b_3	حداقل پهنای سطح نشستنگاه	پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	b_5	حداکثر پهنای سطح نشستنگاه	۳۸۰	۳۸۰
	r_1	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستنگاه (تذکر۲ را ببینید)	۴۰- ۳۰	۴۰- ۳۰
	δ	حداکثر زاویه ی سطح نشستنگاه (تذکر۳ را ببینید)	۴°-	۴°-
تکیه‌گاه صندلی	β	زاویه ی بین سطح نشستنگاه و پشتی صندلی (تذکر۴ را ببینید)	۱۰۰°-۹۵°	۱۰۰°-۹۵°
	h_6	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی (تذکر۵ را ببینید)	۱۲۰-۱۱۰	۱۳۰-۱۲۰
	h_7	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی (تذکر۶ را ببینید)	۲۵۰-۲۱۰	۲۸۰-۲۵۰
	b_4	حداقل پهنای پشتی صندلی	پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	r_2	حداقل شعاع پشتی صندلی (تذکر۷ را ببینید)	۴۰۰	۴۰۰
میز	h_1	ارتفاع سطح میز	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵) + ارتفاع سطح نشستنگاه	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵) + ارتفاع سطح نشستنگاه
	t_1	حداقل عمق سطح میز (تذکر۸ را ببینید)	۴۵۰	۵۰۰
	b_1	حداقل طول سطح میز (تذکر۹ را ببینید)	یک نفره ۶۰۰ دو نفره ۱۲۰۰	۶۰۰ ۱۲۰۰
	b_2	حداقل عرض بین پایه ها (تذکر۱۰ را ببینید)	یک نفره ۴۷۰ دو نفره ۱۰۰۰	۴۷۰ ۱۰۰۰
فضای پاها	t_2	حداقل عمق ناحیه ی زانو	طول زانو- کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)	طول زانو- کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)
	t_3	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا	t_2+۱۶۰	t_2+۱۶۰
	h_2	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو	ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه	ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه
	h_4	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا (تذکر۱۱ را ببینید)	۲۵۰	۲۵۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

تذکـر۱- توزیـع اندازه ی میز و صندلی را می توان از جدول۳ بدسـت 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[1] ۱ و۲ توصیه شده است (چون اندازه گیری ها بـدون کفـش انجام گرفت به هریک از اندازه های ارتفاع میـز و صندلی مقدار ۲۵ میلی متر اضافه شـد). این اندازه ها (۱ تا ۵) بیان کننده دسـته بندی افراد مختلف بر اسـاس رنج توصیه شده ی قد در اسـتاندارد BS5673 می باشند. توصیه های ساده موجود در جدول۳ تقریبی هستند؛ زیرا در واقع طول قد خیلی بهتر و دقیق تر از سـن می تواند به عنوان ملاک و معیاری جهت برقراری تناسـب خوب مطابق اصول گفته شده در شکل۶ باشـد. 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].

جدول۳- توزیع اندازه ی میز و صندلی

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

تذکر۲- مشـخصه ی تقریبی از سطح نشستنگاه می باشد. مقدار عددی آن در استاندارد BS5873 بین ۳۰ تا ۴۰ میلی متر تعیین شده است [۴].

[1] Size mark

تذکر۳- قسمت اصلی سطح نشستنگاه می بایست دارای زاویه ی بین صفر تا ۴ درجه نسبت به سطح افق باشد. سطح نشستنگاه ممکن است صاف و یا مقعر باشد. تعقر سطح نشستنگاه نباید از ۱۰ میلی متر در عمق تجاوز کند. تعقر سطح نشستنگاه باید در $\frac{۲}{۳}$ عقبی عمق مؤثر سطح نشستنگاه اتفاق بیافتد. عمیق ترین قسمت تعقر باید در $\frac{۳}{۴}$ فاصله ی عمق مؤثر سطح نشستنگاه از لبه ی جلوی صندلی قرار گیرد [۵-۴].

تذکر۴- این زاویه (زاویه ی بین سطح نشستنگاه و پشتی صندلی) در محور مرکزی اندازه گیری می شود. مقدار آن در استاندارد مذکور بین $^{\circ}$۹۵ تا $^{\circ}$۱۰۰ می باشد [۴].

تذکر۵- این فاصله (فاصله ی بین سطح نشستنگاه 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].

تذکر۶- حدود بالایی و پایینی پشتی صندلی در محور مرکزی سطح نشستنگاه از پایین ترین نقطه ی سطح نشستنگاه 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 [۵-۴].

تذکر۷- مقدار آن (حداقل شعاع پشتی صندلی) در استاندارد مذکور ۴۰۰ میلی متر می باشد که در تمام مطالعات نیز به آن استناد می گردد [۵-۴].

تذکر۸- مقدار آن (حداقل عمق سطح میز) را می توان از جدول ۴ به دست آورد.

تذکر۹- ابعاد توصیه شده که منحصراً برای یک یا دو دانش آموز در استاندارد ISO 5970 تعیین شده است، در جدول۴ 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_1)	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۳۰۰	۱۳۰۰	۱۳۰۰

تذکر۱۰- حداقل عرض بین پایه ها در میز یک نفره ۴۷۰ و در میز دو نفره ۱۰۰۰ میلی متر تعیین شده است [۴].

تذکر۱۱- 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].

جدول۵- 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 نشستنگاه	h_5	ارتفاع سطح نشستنگاه		ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵	ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵ (پاشنه ی کفش)
	t_4	عمق مؤثر سطح نشستنگاه		طول باسن- رکبی (صدک۵)	طول باسن- رکبی (صدک۵)
	b_3	حداقل پهنای سطح نشستنگاه		پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	b_5	حداکثر پهنای سطح نشستنگاه		۳۸۰	۴۳۰
	r_1	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستنگاه		۳۰-۴۰	۳۰-۴۰
	δ	حداکثر زاویه ی سطح نشستنگاه		-۴°	-۴°
تکیه گاه صندلی	β	زاویه ی بین سطح نشستنگاه و پشتی صندلی		۹۵°-۱۰۰°	۹۵°-۱۰۰°
	h_6	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی		۱۴۰-۱۵۰	۱۵۰-۱۶۰
	h_7	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی		۲۸۰-۳۱۰	۳۱۰-۳۳۰
	b_4	حداقل پهنای پشتی صندلی		پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	r_2	حداقل شعاع پشتی صندلی		۴۰۰	۴۰۰
میز	h_1	ارتفاع سطح میز		ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵)+ ارتفاع سطح نشستنگاه	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵)+ ارتفاع سطح نشستنگاه
	t_1	حداقل عمق سطح میز		۵۰۰	۵۰۰
	b_1	حداقل طول سطح میز	یک نفره	۷۰۰	۷۰۰
			دو نفره	۱۳۰۰	۱۳۰۰
	b_2	حداقل عرض بین پایه ها	یک نفره	۴۷۰	۴۷۰
			دو نفره	۱۰۰۰	۱۰۰۰
فضای پاها	t_2	حداقل عمق ناحیه ی زانو		طول زانو-کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)	طول زانو-کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)
	t_3	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا		t_2 +۱۶۰	t_2 +۱۶۰
	h_2	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو		ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه	ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه
	h_4	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا		۳۰۰	۳۰۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

جدول۶- ابعاد میز و صندلی استاندارد بر اساس اندازه گیری آنتروپومتری استاتیک دانش آموزان محدوده ی سنی ۱۸-۱۵

		ابعاد		دختر اندازه ۴	پسر اندازه ۵
		محدوده ی طول قد **توصیه** شده		۱۴۸۰-۱۶۲۰	+۱۶۲۰
سطح نشستنگاه	h_5	ارتفاع سطح نشستنگاه		ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵	ارتفاع رکبی (صدک۵) + ۲۵ (پاشنه ی کفش)
	t_4	عمق مؤثر سطح نشستنگاه		طول باسن-رکبی (صدک۵)	طول باسن-رکبی (صدک۵)
	b_3	حداقل پهنای سطح نشستنگاه		پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	b_5	حداکثر پهنای سطح نشستنگاه		۳۲۰	۳۴۰
	r_1	شعاع لبه ی جلویی سطح نشستنگاه		۳۰-۴۰	۳۰-۴۰
	δ	حداکثر زاویه ی سطح نشستنگاه		-۴°	-۴°
تکیه گاه صندلی	β	زاویه ی بین سطح نشستنگاه و پشتی صندلی		۹۵°-۱۰۰°	۹۵°-۱۰۰°
	h_6	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی پایینی پشتی صندلی		۱۵۰-۱۶۰	۱۶۰-۱۷۰
	h_7	فاصله ی بین سطح نشستنگاه تا لبه ی بالایی پشتی صندلی		۳۱۰-۳۳۰	۳۳۰-۳۶۰
	b_4	حداقل پهنای پشتی صندلی		پهنای باسن (صدک۹۵)	پهنای باسن (صدک۹۵)
	r_2	حداقل شعاع پشتی صندلی		۴۰۰	۴۰۰
میز	h_1	ارتفاع سطح میز		ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵)+ ارتفاع سطح نشستنگاه	ارتفاع تکیه گاه آرنج (صدک۹۵)+ ارتفاع سطح نشستنگاه
	t_1	حداقل عمق سطح میز		۵۰۰	۵۰۰
	b_1	حداقل طول سطح میز	یک نفره	۷۰۰	۷۰۰
			دو نفره	۱۳۰۰	۱۳۰۰
	b_2	حداقل عرض بین پایه ها	یک نفره	۴۷۰	۴۷۰
			دو نفره	۱۰۰۰	۱۰۰۰
فضای پاها	t_2	حداقل عمق ناحیه ی زانو		طول زانو- کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)	طول زانو- کفل (صدک۹۵)- عمق قفسه سینه (صدک۵)
	t_3	حداقل عمق ناحیه ی ساق پا		t_2+۱۶۰	t_2+۱۶۰
	h_2	حداقل ارتفاع ناحیه ی زانو		ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه	ضخامت ران (صدک۹۵) + ارتفاع نشستنگاه
	h_4	حداقل ارتفاع ناحیه ی ساق پا		۳۰۰	۳۵۰

• تمام ابعاد بر حسب میلی متر می باشد.

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

صندلی:

نشستنگاه

□ برای نشستن طولانی مدت و توزیع یکنواخت وزن ران ها به اندازه ی کافی نرم و راحت می باشد.

□ پهنای نشستنگاه به اندازه ای می باشد که دانش آموز بتواند بر روی آن به راحتی جابجا شود.

□ نشستنگاه طوری طراحی شده است که دانش آموز قادر است به راحتی بر روی آن تغییر وضعیت دهد.

□ طول نشستنگاه 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 نشستنگاه به سمت پایین خم شده است به طوری که به پشت پاها فشار وارد نکند.

□ شیب نشستنگاه (به سمت عقب) به طور مناسب و راحت محاسبه و اعمال شده است.

□ ارتفاع نشستنگاه برای نشستن راحت می باشد؛ هنگام نشستن پاها بر روی زمین قرار دارند.

□ سطح رویی نشستنگاه 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.

□ زاویه ی پشتی نسبت به نشستنگاه 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 ســاعدها به طور راحتی حمایت می کند، در حالی که کتف ها در وضعیت راحت و مناســبی 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 مناســب می باشــد؛ 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 ســطح 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 اســتفن، انســان، 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.