

ارگونومی

مقدمه :

گسترش واحدهای صنعتی ، تولیدی و خدماتی و تولید محصولات جدید و متنوع ، فرآیندی است که در جهت ارتقاء سطح کیفی زندگی و بهره گیری هر چه بیشتر مردم از فن آوریهای نوین، توانسته است گام موثری را بردارد ولیکن درانجام فعالیتهایی که در قالب صنعت می گنجد بالطبع عوامل زیان آوری وجود دارد که سلامت کاربران را تهدید می کند . بدیهی است شاغلین در هر حرفه و صنعتی به عنوان نیروهای فعال و مؤثر در امر تولید و بهره بری محسوب می شوند لذا کارفرمایان باید به طور خاصی به سلامت کاربران و ایجاد فضای مناسب با ویژگیهای جسمی و روحی افراد بیاندیشند .

در دنیای کنونی علوم مختلف بخش عمده ای از مشکلات افراد را در سیستمهای کاری گوناگون حل کرده است و در این راستا نیز علوم و فنی وجود دارند که از زوایای مختلف ، سلامت و بهداشت شاغلین و همچنین کارآیی آنها را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می دهند ، یکی از این علوم ، ارگونومی یا مهندسی فاکتورهای انسانی است .

ارگونومی چیست؟ ارگونومی علمی است که از تطابق هر چه بیشتر کار با کاربر سخن می گوید .

با توجه به دامنه وسیع ارگونومی ، تعاریف گوناگونی برای این علم ارائه شده است که البته مفاهیم اصلی تمامی تعاریف مشابه می باشد از جمله :

۱- ارگونومی علمی است که انسان و تعامل آنرا با محصولات ، تولیدات ، تجهیزات ، امکانات ، روشها و محیط (کار و زندگی) مورد مطالعه قرار می دهد و علیرغم علوم فنی - مهندسی (که عموماً به تکنیک ها و فنون می پردازد) به انسان و طراحی وسایل برای افراد تاکید دارد .

۲- ارگونومی مطالعه علمی افراد (شامل خصوصیات ، عادات ، محدودیتها) و کار آنها (فعالیتهای جسمی و فکری در ارتباط با کار و تولید و یا فعالیت روزانه) می باشد .

۳- ارگونومی علم و تکنیکی است که به آنالیز مسائل شاغلین در محیطهای کار و زندگی آنها پرداخته و سعی در تجزیه و تحلیل ارتباط ها و شرایط و وضعیتهای زندگی و تطابق آنها با نیازها و قابلیتهای انسان دارد .

۴- ارگونومی علم مطالعه انسانها در حین کاربری و درک ارتباطات پیچیده میان افراد و جنبه های فیزیکی و روان شناختی محیط کار، نیازهای شغلی و روشهای کار می باشد .

۵- ارگونومی علم اصلاح و بهینه سازی محیط ، مشاغل و تجهیزات و تطابق آنها با قابلیتهای محدودیتها و محدودیتها می باشد و دو هدف عمده یعنی ارتقاء سطح بهداشت و افزایش بهره وری را دنبال می کند .

مروری بر پژوهشهای صورت گرفته:

« niosh » می گوید : کارفرمایان سالانه ۲۰ میلیون دلار صرف هزینه های غرامت صدمات و بیماریهای ارگونومیکی کارگران می کنند به خوبی ثابت شده است که یک برنامه ارگونومی مؤثر می تواند به شرکتها در کاهش هزینه های غرامت کارگران شان کمک کند . اداره آمار عمومی (G.A.O)^(۱) در یک مطالعه منتشر شده

در سال ۱۹۹۷ دریافت که محدوده کاهش هزینه های غرامت کارگران در رابطه با ارگونومی برای پنج شغل مورد آزمایش ، پس از اینکه آنها یک برنامه ارگونومی اجرا کردند ، ۳۵ تا ۹۱ درصد بوده است و روی هم رفته آن پنج کمپانی سالانه ۳/۷ میلیون دلار کمتر برای هزینه های غرامت کارگران در رابطه با ارگونومی می پردازند .^(۲)

اختلالات اسکلتی یکی از بزرگترین مشکلات بهداشت حرفه ای در کشورهای صنعتی است . بر طبق آمار سال ۱۹۹۶ نسبت بیماریهای عضلانی به کل بیماریهای حرفه ای در فنلاند ۳۱ درصد و در ایالات متحده ۴۴ درصد بوده است .^(۳)

در این علم مباحث گوناگونی مطرح می شود . برای نمونه می توان به چند مورد زیر اشاره کرد:

- ۱- ارزیابی کارآیی افراد به کمک مطالعات و بررسیهای فیزیولوژیک .
- ۲- بررسی فعالیت اندامها در حین کار از دیدگاه اصولی بیومکانیک .
- ۳- مطالعه زمانهای کار و استراحت .
- ۴- بررسی ارتباط متقابل بین انسان و محیط کار .
- ۵- آنالیز کار .
- ۶- آنتروپومتری و طراحی های آنتروپومتریک .
- ۷- طراحی ایستگاههای کار به تجهیزات و ابزارهای دستی .
- ۸- بررسی تاثیرات شرایط محیط کار بر عملکرد دستگاههای مختلف بدن .
- ۹- آنالیز سیستم انسان - ماشین .
- ۱۰- ارزیابی کار و سازمان و روابط بین افراد .
- ۱۱- طراحی عوامل فیزیکی در ایستگاههای کار .
- ۱۲- بررسی میزان خستگی ناشی از کار .

مهندسی فاکتورهای انسانی علمی است چند نظامه و انسان محور که دو هدف کلی را دنبال می کند :

الف) ایمنی و بهداشت .
ب) تولید و بهره وری .

در حقیقت در عین حال که به انسان هم از دیدگاه مسائل جسمی و هم روانی و فکری توجه خاصی دارد به کارآیی افراد در جهت تولید و بهره وری بیشتر می اندیشد و به بیان دیگر کاربرد اصول ارگونومی تنها به کارگران محدود نمی شود بلکه منافع آن به طور معنی داری متوجه کارفرمایان نیز می باشد و مشاهدات و مطالعات و سنجشهای انجام شده در مورد میزان افزایش بهره وری ، تولید بیشتر، کاهش زمانهای مطرح در ارگونومی بیانگر این است که تمامی فعالیتهای شغلی به نوعی کارگران را در معرض درجاتی از فشارهای جسمی و روحی قرار می دهد بدیهی است این

2 – Occupational Health & Safety, August 1989, NO 192.

3 – Arqs. A, Westgard. Rh , and Strandew . E ,1988. Postural, Load and Muscular Injury in Occupational Work Situation Ergonomics .

دسته از تنشها باید در حدودی نگهداشته شوند که انجام فعالیتهای حرفه ای ، رضایت بخش بوده و بهداشت و سلامت شاغلین تهدید نگردد چنانچه تنشهای مذکور بیش از حد فیزیولوژیک و تحمل شاغلین باشد ، افزایش میزان خطاها ، حوادث و بیماریهای مختلف (مثل سردرد ، ناراحتی و درد چشمها ، عوارض و آسیب های مزمن ستون فقرات و ماهیچه ها صدمات ناشی از تروماهای تجمعی (CTD)^(۱) ، آسیبهای ناشی از استرسهای تکراری و ناراحتی های ناشی از حرکات ظریف تکراری (RMA)^(۲) ، رخ خواهد داد .

هدف یک برنامه ارگونومی شغلی مهیا کردن محیطی ایمن از طریق طراحی و تطابق امکانات ، تجهیزات ، ماشین آلات ، ابزارها و نیازهای شغلی با ویژگیهای شاغلین (مثل ابعاد بدنی ، قدرت ، توان هوازی ، قابلیت پردازش اطلاعات) در سطح انتظارات آنها می باشد . یک برنامه موفق ارگونومی می تواند به طور همزمان سطح بهره وری و سلامت نیروی کار را ارتقاء بخشد .

ارگونومی علمی چند نظامه است که در چهار حیطه زیر فعالیت دارد :

- الف (مهندسی انسانی .
- ب (فیزیولوژی کار .
- ج (بیومکانیک شغلی .
- د (آنتروپومتری .

در حیطه اول یعنی مهندسی انسانی که در برخی از منابع از آن به عنوان روانشناسی مهندسی یاد می شود و به نوعی زیر گروه ارگونومی محسوب می گردد . جنبه مالی پرورش اطلاعات مرتبط با کار مورد بررسی قرار می گیرد . از دیدگاه ایمنی و بهداشت حرفه ای این بعد از ارگونومی ، طراحی روشهای کار با هدف کاهش حوادث ناشی از خطاهای انسانی را شامل می شود . در حیطه دوم که زیر گروه دیگری برای ارگونومی محسوب می شود ، تبدلات انرژی و متابولیسم بدن مطرح می شوند ، مفاهیم خستگی ، بررسی کارهای استاتیک و دینامیک و رژیمهای کار - استراحت از دیدگاه فیزیولوژی کار مورد بررسی قرار می گیرد .

از دیدگاه بیومکانیک شغلی می توان حرکات اندامها و اعمال نیرو را در بافتهای مختلف بدن تجزیه و تحلیل کرد . در امور حمل بار با معادلات بیومکانیکی میتوان فشارهای وارده بر ستون مهره ها را مورد سنجش قرار داد . بالطبع به کمک این معادلات می توان الگوها و ابعاد مناسب ایستگاههای کار را با هدف کاهش فشارهای مکانیکی خارجی بر بدن بدست آورد .

آنتروپومتری که از زیر گروههای دیگر ارگونومی می باشد ، به سنجش ابعاد فیزیکی بدن و کاربرد داده های ابعادی در اصلاح شرایط فیزیکی ایستگاههای کار می پردازد و از آنجایی که یکی از دلایل فشارهای وارده بر اندامها عدم تطابق ابعاد محل کار با ویژگیهای ابعادی بدن کاربر می باشد از این رو داده های آنتروپومتریک را می توان به طور موثری در طراحی تجهیزات ، ایستگاههای کار ، ابزار آلات و محصولات به کاربرد .

(1) Cumulative Trauma Disorders.

(2) Rapidly Motion Activity.

بدیهی است ارگونومی با دامنه عملکرد وسیعی که به خود اختصاص داده است می تواند ابزار مناسبی جهت استفاده مهندسين ، طراحان ، مديران توليد و دست اندر کاران امور بهداشت ، ایمنی و طب تلقی گردد . مسلم است که انجام فعالیتهای بدنی حتی اگر در محیطی اتفاق افتد که هیچگونه عوامل مخاطره آمیزی چون صدا ، ارتعاش ، پرتوهای یونیزان آلاینده های هوا و ... وجود نداشته باشد می توان به خودی خود مشکل آفرین باشد .

به طور کلی در علم ارگونومی کارهای فیزیکی به دو دسته تقسیم می شوند :

۱- کار دینامیکی :

در این کار، گروهی از عضلات درگیر بوده و نیاز به مصرف انرژی (اکسیژن و گلوکز) در این قبیل کارها زیاد است زیرا ماهیچه ها دائماً در حال انقباض و انبساط هستند .

۲- کار استاتیکی :

در این کار، گروهی از عضلات در یک حالت ثابت درگیر کار می شوند ، چنانچه یک ماهیچه در زمان طولانی تحت تاثیر یک نیروی خارجی دچار انقباض شده و در عین حال هیچ یک از اعضاء (اجزای) آن حرکتی نداشته باشد از آن به عنوان یک فشار استاتیکی نام برده می شود .

در کار دینامیکی فعالیت عضلات و انقباض و انبساط آنها ، سبب خونرسانی سریع شده و با وقفه ای همراه نمی شود بهمین دلیل در کار دینامیکی نسبت به کار استاتیکی خستگی کمتری مشاهده می شود بنابراین در کارهای استاتیکی ماهیچه ها به سرعت به خستگی میرسند . به همین جهت سعی میشود که کارهای استاتیکی به کارهای دینامیکی تبدیل شوند.

• پس باید بهترین حالت را برای قرار گرفتن بدن در هنگام کار تعیین نمود :

- در انجام تمام کارهایی که نیازمند به حرکات بدن و یا بازوان و یا مستلزم صرف نیروی زیاد می باشد کار فقط به طور ایستاده انجام می شود . زیرا به کمک حرکات و استقرار مناسب بدن انجام کار ساده ترمی گردد .
- بسیاری از کارها نیز با حرکات ملایم دست ، مشاهده دقیق دارند که بهترین حالت انجام آن کار به صورت نشسته است البته با استفاده از صندلیهای مناسب و استاندارد .

از نظر فیزیکی معمولاً کار به صورت نشسته ترجیح داده می شود ، زیرا در این حالت فشار کمتری به بدن وارد می گردد . هنگام کار به صورت ایستاده خون در پاها جمع شده و گردش خون دچار اختلال می شود که پیامد آن بیماری واریس می باشد همچنین نشستن مداوم و طولانی نیز گردش خون را کند می کند و موجب سوء هاضمه می شود . بهترین راه آن است که گاهی به صورت نشسته و گاهی به صورت ایستاده به کار پرداخته شود .

تأثیر کار استاتیک :

در کار استاتیک بسته به میزان نیروی اعمال شده جریان خون محدود می شود ، چنانچه از ۶۰ درصد توان ماکزیمم عضله کار بکشیم جریان خون کاملاً قطع می شود اما در فشارهای کمتر کمی گردش خون وجود خواهد

داشت زمانی که کار و فشار روی عضله به حد ۲۰ - ۱۵ درصد ماکزیمم آن برسد ، جریان خون در آن طبیعی خواهد بود .

بدیهی است که هر چه نیروی اعمال شده بیشتر باشد ظهور خستگی ماهیچه در کار استاتیک نیز سریعتر می گردد . این را می توان بر حسب ارتباط بین دوره ای از انقباض حداکثر عضله و نیروی اعمال شده بیان نمود . حتی کار استاتیک متوسط هم ، باعث خستگی موضعی شده ، در صورت امکان و تکرار روزانه می تواند در مفاصل ، عضلات ، تاندونها و سایر اعضا دیگر ، ایجاد مشکل نماید . تمامی این ضایعات مزمن و حاد را معمولاً و به طور خلاصه ضایعات اسکلتی - عضلانی Musculoskeletal Disorder می گویند .

مطالعات تجربی و آزمایشگاهی نشان داده است که کارهای استاتیک معمولاً با ریسک بالایی از موارد زیر همراه است :

- ۱- آماس مفاصل در استرسهای مکانیکی .
- ۲- التهاب و ورم غلاف تاندونها .
- ۳- ورم محل اتصال تاندونها .
- ۴- علایم آرتروز (تحلیل شدید در مفاصل) .
- ۵- اسپاسم های دردناک عضله .
- ۶- ناراحتیهای دیسک بین مهره ای .

کار در وضعیت نشسته :

در وضعیت نشسته بسته به نوع صندلی و فعالیت طبعاً انرژی کمتری نسبت به حالت ایستاده مصرف خواهد شد و ما همیشه سعی می کنیم که مشاغل ایستاده را به نیمه نشسته و نشسته تبدیل کنیم . در حالت نشسته تعداد عضلات درگیر حفظ تعادل ، بدن کاهش می یابد از طرف دیگر سطح اتکاء بدن با صندلی افزایش یافته ، تمرکز قواء و میدان دید نیز در وضعیت نشسته در حفظ تعادل بدن اهمیت دارد . حداکثر سرعت در کار دستی هنگامی است که دستها در جلوی بدن و بازوها در طرفین و با زاویه مناسب قرار گیرند . از آنجایی که ممکن است کار به صورت دقیق دو دستی صورت بگیرد . 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 ، فرد بتواند به راحتی شیء مورد نظر را ببیند و در زمانی که انجام کار نیاز به نیروی بزرگی داشته و حرکات جنبی کار زیاد باشد ، پائین بودن سطح کار الزامی است . ارتفاع میز بین 74 - 78 cm باعث می شود که افراد با استفاده از یک صندلی قابل تنظیم و زیر پائی مناسب ، شرایط قابل تطبیقی را برای خود فراهم آورد .

نقاط قوت و ضعف کار نشسته :

- مزایای کار نشسته به شرح زیر است :
- ۱- حذف وزن پا .

۲- اجتناب از وضعیت‌های غیرطبیعی بدن .

۳- کاهش صرف انرژی .

۴ - کاهش اعمال فشار بر روی سیستم گردش خون .

زیبا نشستن :

در بسیاری از موارد نشستن ، راحت تر از ایستادن است ولی در هر صورت هنگام ایستادن و یا راه رفتن کمر در وضعیت راحت تری نسبت به حالت نشسته قرار دارد .

هنگام ایستادن مرکز ثقل دقیقاً در مرکز بدن قرار می گیرد و بدن حالت تعادل می یابد ولی بدلیل اینکه در هنگام نشستن مرکز ثقل بدن از قسمت مرکزی به بالای تنه تغییر می یابد ، در حالت نشسته نیروی ماهیچه ای بیشتر صرف می شود . اگر در حالت نشسته حدوداً ۱۰ درجه رو به جلو خم شویم میزان فشار روی ماهیچه های کمر دو برابر می شود .

می توان گفت نشستن به خصوص نشستن پشت یک میز ، یک مهارت است . بهترین حالت نشستن پشت یک میز ، نزدیک نشستن به میز است به طوری که ناحیه پشت بدن ، محکم به پشت صندلی چسبیده باشد و پاها نیز بر روی زمین و یا زیرپایی قرار گرفته باشند . در هنگام نشستن باید سر را کاملاً راست و کمی رو به جلو نگاه داشت ، شانه ها باید افتاده و نباید قوز کرد . برای ایجاد یک وضعیت بدنی متعادل در هنگام کار بهتر است که آرنجها را به بدن نزدیک کرد و حدوداً 5 cm پائین تر از لبه میز قرار دهیم .

همچنین خوب است مکرراً تکیه گاه بدن را بر روی پشتی صندلی ، دسته صندلی و میز تغییر دهیم . شکم باید به صورتی به میز بچسبد که کمر خم نشده باشد . وضعیت پاها نیز باید مورد توجه قرار بگیرد به عنوان مثال باید مکان کافی برای دراز کردن پاها در زیر میز وجود داشته باشد . علاوه بر این عرض حدود 6۰ cm نیز برای آزادی تحرک پاها باید در نظر گرفته شود . قبل از خرید یک صندلی باید این مسئله که آیا چرخها به ما کمک خواهند کرد یا ممکن است مانعی در جهت انجام کار باشند ، تصمیم گیری شود . تصمیم مشابهی نیز باید در مورد دسته صندلی انجام شود زیرا ممکن است در انجام کار مانعی پدید آورد . قطعه پشت سری صندلی را نیز بعضی از افراد می پسندند و گروهی نیز آن را دوست ندارند . پس از خرید صندلی نحوه تنظیم آن بسیار مهم است . تغییر در وضعیت نشستن نیز مهم است و بهتر است پس از مدتی ایستاد . زیرا هنگام ایستادن فشار داخلی دیسکهای بین مهره ای ، کاهش پیدا می کند .

باید این نکته را همیشه به خاطر داشت که اگر فردی مدت زیادی در هر گونه وضعیت ثابت باقی بماند این حالت ، فشار زیادی به بدن وی وارد می کند .

ارتفاع کار در حالت ایستاده :

ارتفاع کار اهمیت ویژه ای در طراحی محیط دارد چنانچه ، کار بلند باشد دست برای جبران این وضعیت بالا قرار می گیرد که این خود باعث درد ناحیه گردن و شانه ها خواهد شد . پائین بردن ارتفاع میز باعث بهم خوردن

وضعیت تعادلی فرد، خم شدن فرد و نهایتاً کمر درد میشود بنابراین باید ارتفاع کار به گونه ای متناسب با ارتفاع بدن شخص طراحی شود.

بهترین ارتفاع برای انجام کار در حالت ایستاده در فاصله ۱۰۰-۵۰ میلیمتری زیر ارتفاع آرنج می باشد، متوسط ارتفاع آرنج (فاصله آرنج از زمین در حالتی که بازو به زمین عمود بوده و آرنج خم شده است) 1050 mm برای مردان و 980 mm برای زنان می باشد بنابراین گستره ۱۰۰-۹۵ میلی متر برای مردها و 930 - 830 mm برای زنان پیشنهاد شده است. علاوه بر ابعاد آنتروپومتریکی به طبیعت کار نیز میتوان توجه داشت.

توصیه های گراندجان (۱۹۸۱) در مورد ارتفاع سطح انجام کار به قرار زیر است:

۱- در کارهای ظریف و حساس می توان از یک نگهدارنده آرنج (حایل) برای کاهش بار استاتیک بر روی عضلات کمک گرفت تا دردهای پشت به حداقل برسد. در کار سبک ارتفاع مناسب کار در حدود 50 - 100 mm بالای آرنج می باشد.

۲- در کارهای دستی سبک فرد نیاز به فضایی برای در دست گرفتن و جابجا کردن ابزار، مواد و ظروف مختلف در اطراف خود دارد که در این حالت بهتر است ارتفاع کار 100 - 50 mm پائین تر از آرنج باشد.

۳- اگر در کار ایستاده نیاز به نیروی بدنی زیادی باشد، (کارهای سنگین) ارتفاع 150-400 mm پائین تر از ارتفاع پیشنهاد می گردد.

وضعیت ایستاده استاندارد:

فرد به طور مستقیم و کشیده ایستاده است. خود را تا حداکثر ارتفاع بدن بالا می کشد و مستقیم به طرف جلو نگاه می کند. در این حالت شانه ها آزاد است و دستها در کنار بدن آویزانند در این وضعیت فرد باید از دیوار یا سطح اندازه گیری فاصله داشته باشد و به آن تکیه نکند. البته نشستن طولانی باعث شل شدن عضلات شکمی و کج شدن ستون مهره ها می شود که این امر برای ارگانهای تنفسی و گوارشی بسیار بد خواهد بود. مشکل اصلی در حالت نشستن، ستون مهره ها می باشد یعنی بیشترین مشکل در کار نشسته مربوط به ستون مهره ها و عضلات پشتی است که در بسیاری از وضعیت های نشسته راحت نیستند و به طرق مختلف دچار استرس و فشار می گردند.

وضعیت نشسته استاندارد:

فردی به طور مستقیم و کشیده بر روی یک سطح افقی نشسته، بدن خود را تا حداکثر ارتفاع بالا می کشد و مستقیم به طرف جلو نگاه می کند (یا سر او طوری جهت داده شده که صفحه به طور افقی قرار گرفته) شانه در وضعیت آزاد است بازوها به طور عمودی آویزان و ساعد در حالت افقی قرار می گیرند (زاویه ساعد و بازو ۹۰ درجه است) ارتفاع سطح نشیمنگاه طوری تنظیم می شود (یا تکیه گاههایی در زیر پای فرد قرار داده می شود) که رانها در حالت افقی و ساقها به طور عمودی قرار گیرند.

کار در وضعیت ایستاده:

در شغل هایی که کار به صورت ایستاده انجام می گیرد ، ارتفاع قلب از زمین نقش مهمی در بازگشت خون به قلب خواهد داشت در نتیجه خستگی زودرس در اندام تحتانی بروز خواهد کرد و تاثیر بسزایی در وقت و راندمان کار خواهد داشت . تعداد ضربان قلب رابطه نزدیکی با تعداد تنفس در دقیقه دارد و اکسیژن گیری توسط ریه ، رابطه تنگاتنگ با وضعیت آناتومی بدن فرد نیز دارد در حالتی که شخص ایستاده کار می کند . اگر ارتفاع میز بیش از حد کوتاه باشد و فرد خم شود ، علاوه بر مصرف انرژی زیاد ، برای کنترل بدن این وضعیت ، باعث لطمه زدن به حجم اکسیژن شده و در نتیجه خستگی زودرس ، عدم دقت در کار و ضایعات اسکلتی به همراه دارد .

ایستگاههای کاری نشسته و ایستاده توأم :

از نقطه نظر ارتوپدی و فیزیولوژیکی محیط کاری که اجازه بلند شدن و نشستن به کارگر بدهد بسیار متناسب است . احتمال نگهداشتن ابزار در وضعیت نشسته به حالت ایستاده کمتر است . ایستادن و نشستن بر روی عضلات مختلف استرسهای گوناگون را اعمال می نماید . از این رو کار متنوع و متغیر ، وضعیت ایستاده به نشسته و بالعکس باعث رفع خستگی و بهتر رسیدن مواد مغذی به دیسکهای بین مهره ای خواهد شد .

- به طور کلی وضعیتهای بدنی نشسته ، ایستاده و یا نشسته - ایستاده بسته به تناسب نوع کار بررسی می شود :

- اگر بلند کردن و حمل و نقل پیاپی اشیاء سنگین ضروری است ، وضعیت ایستاده برتری دارد . البته وضعیت نشسته - ایستاده می تواند بعنوان گزینه دیگر انتخاب شود .

- در بسته بندی یا کارهای دیگری که در آنها اشیاء و قطعه هایی باید در زیر ارتفاع آرنج در راستای قائم جابجا شوند وضعیت ایستاده یا نشسته ، ایستاده برتری دارد . در این زمینه وضعیت نشسته امکان پذیر نیست زیرا در اینگونه کارها دستها به سمت پائین حرکت می کنند و نمی توان سطح میز کار را بدون اینکه با فضای مورد نیاز پاهای اپراتور تداخل کند در ارتفاعی که به اندازه کافی پائین است ، قرار داد .

- اگر در انجام کار لازم باشد که اپراتور دست خود را در جهت های گوناگون دراز کند وضعیت ایستاده یا نشسته - ایستاده برتری دارد . بدین ترتیب ، اپراتور به راحتی می تواند به محل مورد نظر خود دسترسی داشته باشد .

- در صنعت مونتاژ قطعه های سبک همراه با حرکتهای تکراری ، کار رایجی است . در این مورد وضعیت نشسته توصیه می شود . برای انجام اینگونه کارها میزی مورد نیاز است که به روی آن قطعه ها ، بسته ها و دیگر وسایل قرار می گیرند . اپراتور می تواند در هنگام خستگی ناشی از حرکتهای تکراری ، برای تنش زدایی فیزیکی به عنوان تکیه گاه از آن استفاده نماید .

- در کارهای ظریف دستی ، اپراتور نیازمند تکیه گاهی است که در زیر ساعد قرار گیرد ، از این رو وضعیت نشسته برتری دارد .

- در وضعیت نشسته ، بازرسی چشمی و نظارت به بهترین شکل خود انجام می گیرد . وضعیت نشسته ، امکان تمرکز فکر را بهتر از وضعیت ایستاده فراهم می سازد .

- اگر وظیفه از چند قسمت گوناگون تشکیل شده باشد افزون بر آن ، حرکت به پیرامون را نیز ایجاد می نماید ، وضعیت نشسته - ایستاده می تواند برتری داشته باشد . زیرا در اینصورت ، اپراتور ناچار خواهد بود که مدام از صندلی خود برخاسته و دوباره بنشیند .

❖ **از نظر ارگونومیکی شرایط استاندارد برای میز و صندلی برای کار نشسته به شرح زیر است:**

- ۱- ارتفاع میز کار باید چند سانتی متر پائین تر از آرنج باشد .
- ۲- میز کار مقاومت کافی برای حرکت دست روی آن را داشته باشد .
- ۳- ارتفاع میز کار یعنی پایه های میز برای زنان 61 cm و برای مردان 64 cm باشد .

آنتروپومتری :

نظر به اینکه در وضعیتهای طبیعی بدن، تنه، بازوان و پاها درگیر کار استاتیک نمی شوند و حرکات طبیعی یکی از بهترین بخشها در انجام کار با راندمان بالا تلقی می گردند لذا باید محیط کار را بگونه ای طراحی نمود تا با ابعاد بدن کارگر کاملاً تطبیق داشته باشد. در چنین وضعیتی داشتن این ابعاد جهت طراحی محیطهای کاری اهمیت بسزایی داشته و پاسخگویی این نیاز مهم، دانش آنتروپومتری می باشد. آنتروپومتری *Anthropometry* کلمه ای یونانی که از دو واژه *Antropo* به معنی انسان و *metry* به معنی سنجش تشکیل شده است.

به طور کلی اندازه گیری ابعاد بدن در دو وضعیت صورت می گیرد:

۱- وضعیت ساکن (ثابت)

در این وضعیت اندازه گیری بدن در حالتی صورت می گیرد که بدن هیچ حرکتی نداشته و این اندازه گیری را اصطلاحاً آنتروپومتری استاتیک گویند.

۲- وضعیت تحرک

در این وضعیت اندازه گیری ابعاد بدن در حالتی که بدن در حال حرکت می باشد، صورت خواهد گرفت که اندازه گیری به نام آنتروپومتری دینامیک گویند.

به طور کلی آنتروپومتری شامل اندازه گیری اندازه های مختلف از طول بدن، وزن، حجم اندامها، فضای حرکتی و زوایای حرکتی هر یک از این اندازه ها بوده و در نهایت تهیه آمار و اطلاعات منتج از آن در تعیین شکل و اندازه ابزار و وسایلی است که در محیط کار مورد استفاده این افراد قرار می گیرد.

تعریف ابعاد آنتروپومتریکی :

کاملترین مرجع آنتروپومتریکی بوسیله سازمان هوانوردی و فضایی امریکا (ناسا ۱۹۷۸) منتشر شده است. برخی از ابعاد آنتروپومتریکی دارای نامهای لاتین هستند زیرا به زواید استخوانی و پیش آمدگی آنها باز می گردد. داده های آنتروپومتریکی مربوط به جنس اختلافات زیادی را با یکدیگر نشان می دهند. در بسیاری از ابعاد صدک پنجم مردان (مرد ریز نقش) تقریباً برابر صدک پنجاهم زنان (زن میانه) است. تمامی ابعادی که در اینجا معرفی می شوند دارای کاربرد ویژه ای در زمینه تولید می باشند. در مطالب زیر شیوه های اندازه گیری و کاربرد این ابعاد توضیح داده شده است:

۱- ارتفاع آرنج: این بعد در تعیین ارتفاع سطح میز کار از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۲- ارتفاع شانه: بلند کردن و حمل اشیایی که در بالای ارتفاع شانه قرار دارند دشوار است زیرا در این کار عضله های ضعیف بکار گرفته می شوند و از سوی دیگر، در چنین حالتی خطر رها شدن و سقوط اشیاء نیز افزایش می یابد.

۳- بلندی قد: از این بعد در تعیین کمترین فضای خالی بالای سر به منظور جلوگیری از برخورد سر با مانع استفاده می شود.

- ۴- طول کفل - زانو: فاصله افقی از پشت کفل تا جلوی کاسه زانو.
- ۵- طول کفل - رکبی: فاصله افقی از پشت کفل تا زاویه رکبی در پشت زانو جایی که پشت ساق به ران متصل می شود. این بعد جهت حد دسترسی و حداکثر عمق قابل قبول برای سطح نشستگاه استفاده می شود.
- ۶- ارتفاع رکبی: فاصله عمودی از سطح زمین تا زاویه رکبی در سطح داخلی زانو جایی که تاندون ماهیچه دو سر ران وارد ساق پا می شود. کاربرد این بعد در تعیین حداکثر ارتفاع قابل قبول سطح نشستگاه مهم است.
- ۷- فضای مورد نیاز رانها: ارتفاع آرنج در حالت نشسته و فضای مورد نیاز رانها عوامل تعیین کننده ای در ضخامت سطح رویی میز کار و کثوی آن می باشند.
- ۸- ارتفاع آرنج در حالت نشسته: فاصله عمودی از سطح زمین تا زائده اعلائی مربوط به زند زبرین. با استفاده از ارتفاع آرنج در حالت نشسته و ارتفاع رکبی می توان ارتفاع میز کار را تعیین نمود.
- ۹- ارتفاع چشم در حالت نشسته: نمایشگرهای تصویری می بایستی در زیر خط افقی قرار گیرند که ارتفاعی برابر با ارتفاع چشم در حالت نشسته دارد.
- ۱۰- ارتفاع نشسته: از این بعد در تعیین فضای عمودی مورد نیاز برای وضعیت نشسته استفاده می شود.
- ۱۱- پهناى باسن: از این بعد در تعیین پهناى صندلیها و نیز تعیین ابعاد شکافها، روزنه ها و... که کل بدن بایستی از آنها بگذرد استفاده می شود.
- ۱۲- پهناى شانه: حداکثر پهناى افقی شانه ها که در محل پیش آمدگی عضله های دالی شکل اندازه گیری می شود. کاربرد این بعد جهت تعیین فضای لازم در سطح شانه هاست.
- ۱۳- ارتفاع کفل: فاصله عمودی از سطح زمین تا برجستگی بزرگ انتهای ران.

استفاده از اطلاعات آنتروپومتریکی در صنعت :

در صنعت، طراحی از نقطه مرجع دست آغاز می شود. محل استقرار ایده آل دست به نوع کاری که انجام می شود بستگی دارد. برای کارهای سنگین دستی، ترجیحاً باید دستها ۲۰ سانتیمتر زیر ارتفاع آرنج واقع شوند، اما در کارهای ظریف و دقیق که دستها بر روی تکیه گاهی قرار می گیرند، ارتفاع دستها می بایستی ۵ سانتی متر بالاتر از ارتفاع آرنج باشند. بنابراین در طراحی پست کار، نخست لازم است که در کار مورد نظر راحت ترین ارتفاع برای دستها تعیین شود سپس بقیه قسمتهای بدن از پا تا سر با استفاده از اندازه های آنتروپومتریکی بایستی مورد نظر قرار گیرد.

با استفاده از شعار آنتروپومتری در طراحی می توان توضیح داد که چگونه اندازه های آنتروپومتریکی برای تعیین ابعاد و اندازه های پست کار مورد استفاده قرار می گیرند. شعار آنتروپومتری در طراحی: «به گونه ای طراحی کنید که وسایل، تجهیزات و کنترلها در حد دسترسی کوچکترین فرد باشد. به گونه ای طراحی کنید که طرح بدست آمده با بزرگترین فرد تطبیق داشته و برای وی مناسب باشد.»

این اصول به این نکته اشاره دارد که فاصله های دسترسی باید براساس ابعاد بدنی افراد ریز نقش (صدک پنجم) طراحی شوند، در حالی که ابعاد فضاها برای جا گرفتن افراد بایستی براساس ابعاد بدن افراد درشت اندام (صدک نودوپنجم) تعیین و طراحی شوند.

دو روش برای جبران تفاوت های آنتروپومتریکی وجود دارد. این دو شیوه عبارتند از:

۱- استفاده از صندلی با ارتفاع قابل تنظیم همراه با تکیه گاه پا

۲- استفاده از صندلی و میزی که ارتفاع هر دو قابل تنظیم باشند.

هر دو روش موجب می شوند که حمایت از پاها امکان پذیر و سطح میز کار در ارتفاع آرنج واقع شود. فراهم کردن میزی با ارتفاع قابل تنظیم بسیار گرانتر از تهیه تکیه گاه پا تمام خواهد شد اما قرار دادن پاها بر روی سطح زمین بسیار مناسب و آسانتر از قرار دادن آن بر روی تکیه گاه است.

روند طراحی آنتروپومتریکی

آنچه در ذیل بدان اشاره خواهد شد مراحل است که در طراحی آنتروپومتریکی و وسایل و تجهیزات مورد توجه قرار می گیرد.

۱- جمعیت استفاده کننده را مشخص کنید. چه نوع داده های آنتروپومتریکی در اختیار است؟ آیا می توان از داده های موجود برای جمعیت مورد نظر استفاده کرد؟

۲- گستره ای از صدکها که بایستی در طراحی پست کار در نظر گرفته شوند را تعیین کنید. اگر بیشترین بخش نیروی کار را مردان تشکیل می دهند و زنان بخش کوچکی را در برمی گیرند (و برعکس) منطقی است که طراحی برای جنسی صورت گیرد که در اکثریت است.

شعار آنترپومتری در طراحی را در نظر داشته باشید. دو بعد مهم در طراحی ارتفاع سطح میزکار، ارتفاع رکیبی و بلندی کفل - رکیبی است. در هنگام نشستن پاهای اپراتور نبایستی آویزان باشد بلکه پاهای وی باید زمین را لمس کند. برای چنین حالتی باید از صندلی قابل تنظیم استفاده شود و در ارتفاعی برابر با صدک پنجم ارتفاع رکیبی تنظیم شود. بلندی کفل - رکیبی صندلی باید برابر با صدک پنجم این بعد در جمعیت استفاده کننده در نظر گرفته شود زیرا اگر بلندی آن بیشتر از میزان یاد شده باشد، اپراتور ریز نقش قادر نخواهد بود که در هنگام استفاده از صندلی کمر خود را به گونه مناسبی به پشتی تکیه دهد. در زیر میزکار نیز باید فضایی وجود داشته باشد تا اپراتور بتواند براحتی پای خود را جابجا کند و دچار مشکل نشود.

ایستگاه های کاری

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

- ۱- نشسته
- ۲- ایستاده
- ۳- نشسته - ایستاده

کار در وضعیت نشسته

در وضعیت نشسته بسته به نوع صندلی و فعالیت طبعاً انرژی کمتری نسبت به حالت ایستاده مصرف خواهد شد و ما همیشه سعی می کنیم که مشاغل ایستاده را به نیمه نشسته و نشسته تبدیل کنیم. در حالت نشسته تعداد عضلات درگیر حفظ تعادل بدن کاهش می یابد از طرف دیگر سطح اتکاء بدن با صندلی افزایش یافته، تمرکز قواء و میدان دید نیز در وضعیت نشسته در حفظ تعادل بدن اهمیت دارد. حداکثر سرعت در کار دستی هنگامی است که دستها در جلوی بدن و بازوها در طرفین و با زاویه مناسب قرار گیرند. از آنجایی که ممکن است کار به صورت دقیق دو دستی صورت بگیرد. 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، فرد بتواند به راحتی شیء مورد نظر را ببیند و در زمانی که انجام کار نیاز به نیروی بزرگی داشته و حرکات جنبی کار زیاد باشد، پائین 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 پائی مناسب، شرایط قابل تطبیقی را برای خود فراهم آورد.

مزایای کار نشسته :

۱- حذف وزن پا

۲- اجتناب از وضعیتهای غیرطبیعی بدن

۳- کاهش صرف انرژی

۴- کاهش اعمال فشار بر روی سیستم گردش خون

ارتفاع کار در حالت ایستاده

ارتفاع کار اهمیت ویژه ای در طراحی محیط دارد چنانچه کار بلند باشد دست برای جبران این وضعیت بالا قرار می گیرد که این خود باعث درد ناحیه گردن و شانه ها خواهد شد. پائین بردن ارتفاع میز باعث بهم خوردن وضعیت تعادلی فرد، خم شدن فرد و نهایتاً کمر درد می شود بنابراین باید ارتفاع کار به گونه ای متناسب با ارتفاع بدن شخص طراحی شود.

در کار ایستاده بایستی توجه شود که آزادی حرکت کافی برای پاها وجود داشته باشد و این امر حتی برای زانوها و نوک پاها نیز صادق است. اصولاً برای پاها هنگام کار بصورت ایستاده هیچ گونه وظیفه ای مانند فشاردادن و... نبایستی در نظر گرفته شود زیرا فشار زیادی به پاها وارد خواهد شد که خستگی و فرسودگی زودرس و واریس و عوارض دیگر را بدنبال خواهد داشت.

بهترین ارتفاع برای انجام کار در حالت ایستاده در فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ میلی متری زیر ارتفاع آرنج می باشد، متوسط ارتفاع آرنج (فاصله آرنج از زمین در حالتی که بازو به زمین عمود بوده و آرنج خم شده است)، ۱۰۵۰ میلی متر

برای مردان و ۹۸۰ میلی متر برای زنان می باشد. بنابراین گستره ۱۰۰۰-۹۵۰ میلی متر برای مردها و ۸۸۰ تا ۹۳۰ میلی متر برای زنان پیشنهاد شده است. علاوه بر ابعاد آنتروپومتریکی به طبیعت کار نیز می توان توجه داشت، توصیه های گراندجان (۱۹۸۱) در مورد ارتفاع سطح انجام کار به قرار زیر است:

۱- در کارهای ظریف و حساس می توان از یک نگهدارنده آرنج (حایل) برای کاهش بار استاتیک بر روی عضلات کمک گرفت تا دردهای پشت به حداقل برسد. در کار سبک ارتفاع مناسب کار در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ میلی متر بالای آرنج می باشد.

۲- در کارهای دستی سبک فرد نیاز به فضایی برای در دست گرفتن و جابجا کردن ابزار، مواد و ظروف مختلف در اطراف خود دارد که در این حالت بهتر است ارتفاع کار ۵۰ تا ۱۰۰ میلی متر پایینتر از آرنج باشد.

۳- اگر در کار ایستاده نیاز به نیروی بدنی زیادی باشد، (کارهای سنگین) ارتفاع ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی متر پایین تر از ارتفاع پیشنهاد می گردد.

وضعیت ایستاده استاندارد

فرد به طور مستقیم و کشیده ایستاده است. خود را تا حداکثر ارتفاع بدن بالا می کشد و مستقیم به طرف جلو نگاه می کند. در این حالت شانه ها آزاد است و دستها در کنار بدن آویزانند در این وضعیت فرد باید از دیوار یا سطح اندازه گیری فاصله داشته باشد و به آن تکیه نکند. البته نشستن طولانی باعث شل شدن عضلات شکمی و کج شدن ستون مهره ها می شود که این امر برای ارگانهای تنفسی و گوارشی بسیار بد خواهد بود. مشکل اصلی در حالت نشستن ستون مهره ها می باشد یعنی بیشترین مشکل در کار نشسته مربوط به ستون مهره ها و عضلات پشتی است که در بسیاری از وضعیت های نشسته راحت نیستند و به طرق مختلف دچار استرس و فشار می گردند.

وضعیت نشسته استاندارد

فردی به طور مستقیم و کشیده بر روی یک سطح افقی نشسته، بدن خود را تا حداکثر ارتفاع بالا می کشد و مستقیم به طرف جلو نگاه می کند (یا سر او طوری جهت داده شده که صفحه به طور افقی قرار گرفته) شانه در وضعیت آزاد است بازوها به طور عمودی آویزان و ساعد در حالت افقی قرار می گیرند (زاویه ساعد و بازو ۹۰ درجه است) ارتفاع سطح نشیمنگاه طوری تنظیم می شود (یا تکیه گاههایی در زیر پای فرد قرار داده می شود) که رانها در حالت افقی و ساقها به طور عمودی قرار گیرند.

کار در وضعیت ایستاده

در شغل هایی که کار به صورت ایستاده انجام می گیرد، ارتفاع قلب از زمین نقش مهمی در بازگشت خون به قلب خواهد داشت در نتیجه خستگی زودرس در اندام تحتانی بروز خواهد کرد و تاثیر بسزایی در وقت و راندمان کار خواهد داشت. تعداد ضربان قلب رابطه نزدیکی با تعداد تنفس در دقیقه دارد. در حالتی که شخص ایستاده کار می کند اگر ارتفاع میز بیش از حد کوتاه باشد و فرد خم شود، علاوه بر مصرف انرژی زیاد برای کنترل بدن این وضعیت باعث لطمه زدن به حجم اکسیژن شده و در نتیجه خستگی زودرس، عدم دقت در کار و ضایعات اسکلتی به همراه دارد.

طراحی ایستگاههای کاری در وضعیت نشسته

مطالعات انجام شده نشان می دهد که در کارهای دستی، سرعت حداکثر برای انجام کار هنگامی است که دستها در جلوی بدن و بازوها در طرفین و با زاویه مناسب قرار بگیرند. این امر بعنوان یک اصل مهم در طراحی ایستگاههای کاری نشسته مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجائی که ممکن است کار به صورت دستی و دقیق یا ظریف صورت بگیرد باید ارتفاع کار بگونه ای باشد که فاصله مناسب بینائی رعایت شده باشد، یعنی ارتفاع سطح کار آنقدر افزایش یابد که فرد در وضعیت طبیعی قرار گرفته براحتی شیء مورد نظر خود را ببیند و برعکس. در زمانیکه برای انجام کار به نیروی بزرگی نیاز باشد و یا کارهای جنبی زیاد باشد، سطح کار باید پائین تر قرار بگیرد. البته پائین آوردن میز، قرارگیری زانو را در زیر آن مشکل می کند که این خود فاکتوری محدود کننده خواهد بود. ارتفاع میز در این حالت برای مردان و زنان به شرح زیر است:

$$68 \text{ cm} = (\text{ضخامت سطح میز کار}) + 4 \text{ cm} = 64 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = (\text{پاشنه کفش}) + 5 \text{ cm} + 59 \text{ cm} = \text{مردان}$$

$$65 \text{ cm} = 61 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = (\text{پاشنه کفش}) + 7 \text{ cm} + 54 \text{ cm} = \text{زنان}$$

طراحی ایستگاه کار در وضعیت نشسته و ایستاده

از نظر فیزیولوژیکی و ارتوپدی محیط کاری که به کارگر اجازه بلند شدن و نشستن را بدهد بسیار مناسب است. ایستادن و نشستن بروی عضلات مختلف استرس های گوناگون را اعمال می کند. از این رو کار متنوع و تغییر وضعیت ایستاده به نشسته و بالعکس باعث رفع خستگی و بهتر رسیدن مواد مغذی به دیسک های بین مهره ای خواهد شد.

طراحی صندلی و میز کار براساس اطلاعات آنتروپومتری

باید موارد زیر را در این طراحی مدنظر قرار داد:

۱- ارتفاع چشم در حالت ایستاده باید بین $109\text{ cm} - 167\text{ cm}$ باشد.

۲- ارتفاع آرنج در حالت ایستاده باید بین $97\text{ cm} - 110\text{ cm}$ باشد.

۳- طول بازو در حالت ایستاده باید بین $88\text{ cm} - 94\text{ cm}$ باشد.

با توجه به آنتروپومتری های بعمل آمده از کارکنان، برای افرادی که پشت میز و صندلی می نشینند، میز کار و

صندلی به صورت زیر طراحی می شود:

طراحی در دو حالت انجام می گیرد:

الف) میز کار و صندلی هر دو قابل تنظیم باشند:

در این حالت مواردیکه باید محاسبه گردند عبارتند از: ارتفاع صندلی، ارتفاع سطح داخلی میز و ارتفاع سطح خارجی میز.

۱- ارتفاع صندلی:

$$2/5 + \text{صدک پنجم ارتفاع رکیبی} = \text{حداقل ارتفاع صندلی}$$

$$\text{حد اقل ارتفاع صندلی} = 44/3 + 2/5 = 46/8 \text{ cm}$$

$$2/5 + \text{صدک نود و پنجم ارتفاع رکبی} = \text{حداکثر ارتفاع صندلی}$$

$$\text{حداکثر ارتفاع صندلی} = 51/87 + 2/5 = 54/37$$

بنابراین محدوده قابل تنظیم این صندلی می بایست حدود ۱۰ سانتیمتر باشد .

۲- ارتفاع سطح داخلی میز:

در این مورد نیز در دو محدوده حداقل و حداکثر محاسبه می شود .

$$\text{حداقل ضخامت ران} + \text{حداقل ارتفاع صندلی (صدک پنجم)} = \text{حداقل ارتفاع سطح داخلی میز}$$

$$10/07 + 46/8 = 56/87 = \text{حداقل ارتفاع سطح داخلی میز}$$

$$\text{حداکثر ضخامت ران} + \text{حداکثر ارتفاع صندلی} = \text{حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز}$$

$$17/5 + 54/37 = 71/87 = \text{حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز}$$

۳- ارتفاع سطح خارجی میز:

در این مورد نیز حداقل و حداکثر محاسبه می شود .

$$5 - \text{حداقل ارتفاع آرنج نشسته (صدک پنجم)} = \text{حداقل ارتفاع سطح خارجی میز}$$

$$64/7 = 5 - 22/9 + 46/8 = \text{حداقل ارتفاع سطح خارجی میز}$$

$$5 - \text{حداکثر ارتفاع آرنج نشسته} + \text{حداکثر ارتفاع صندلی} = \text{حداکثر ارتفاع سطح خارجی میز}$$

$$77/97 = 5 - 28/6 + 54/37 = \text{حداکثر ارتفاع سطح خارجی میز}$$

بنابراین مشخص می شود که این میز می بایست به ارتفاع تقریبی ۱۳ سانتیمتر قابلیت تنظیم داشته باشد .

ب) میز کار ثابت و صندلی قابل تنظیم باشد:

در این حالت ، محاسبات حداقل و حداکثر تنها برای صندلی انجام می پذیرد . موارد مورد محاسبه در این حالت شامل فضای مورد نیاز رانها ، ارتفاع سطح داخلی میز و ارتفاع صندلی می باشد .

قبل از انجام محاسبات ، لازم است که حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز در این حالت برابر با حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز در حالتی است که میز هم قابل تنظیم باشد ، یعنی برابر با ۷۱/۸۷ می باشد .

حداکثر ارتفاع سطح خارجی میز نیز از رابطه زیر به دست می آید :

$$2/5 + \text{حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز} = \text{حداکثر ارتفاع سطح خارجی میز}$$

$$74/37 = 2/5 + 71/87 = \text{حداکثر ارتفاع سطح خارجی میز}$$

فضای مورد نیاز رانها :

$$\text{حداقل ضخامت ران} - \text{حداقل ارتفاع رکبی} - 2/5 = \text{حداکثر ارتفاع سطح داخلی میز} = \text{حداکثر فضای مورد نیاز رانها}$$

$$15 = 10/07 - 44/3 - 2/5 = 71/87 - \text{حداکثر فضای مورد نیاز رانها}$$

$$\text{حداکثر ضخامت ران} - \text{حداکثر ارتفاع رکبی} - 2/5 = \text{ارتفاع سطح داخلی میز} = \text{حداقل فضای مورد نیاز رانها}$$

$$0 = 17/5 - 51/87 - 2/5 = 71/87 - \text{حداقل فضای مورد نیاز رانها}$$

محاسبه ارتفاع صندلی:

حداقل فضای مورد نیاز رانها + $2/5$ + حداقل ارتفاع رکیبی = حداقل ارتفاع صندلی

$$\text{حداقل ارتفاع صندلی} = 44/3 + 2/5 + 0 = 46/8$$

حداکثر فضای مورد نیاز رانها + $2/5$ + حداکثر ارتفاع رکیبی = حداکثر ارتفاع صندلی

$$\text{حداکثر ارتفاع صندلی} = 51/87 + 2/5 + 15 = 69/37$$

بنابراین محدوده قابل تنظیم صندلی $22/57$ تعیین می گردد .

طراحی میز کار در حالت ایستاده :

برای این منظور به متغیرهای ارتفاع آرنج در حالت ایستاده ، نوع کار (سبک ، سنگین ، متوسط) ، ارتفاع پاشنه کفش و ارتفاع زیر پای نیاز می باشد .

براساس متغیرهای فوق و اندازه گیریهای انجام شده ، طراحی میز کار در حالت ایستاده به صورت زیر می باشد :

ارتفاع زیرپایی + ارتفاع پاشنه کفش + حداکثر ارتفاع آرنج ایستاده = حداکثر ارتفاع میز کار

$$\text{حداکثر ارتفاع میز کار} = 122/3 + 2/5 + 15 = 139/8$$

ارتفاع زیرپایی + ارتفاع پاشنه کفش + حداقل ارتفاع آرنج = حداقل ارتفاع میز کار

$$\text{حداکثر ارتفاع میز کار} = 101/3 + 2/5 + 15 = 118/8$$

لازم به ذکر است محاسبات فوق بدون در نظر گرفتن نوع کار انجام گرفته است .



اصول مهم در طراحی صندلی های اداری

- ۱- صندلی اداری باید هم با مشاغل اداری قدیمی و هم با تکنولوژیهای اطلاع رسانی جدید بخصوص پایانه های کامپیوتری *VDT (Visual Display Terminal)* سازگار باشند.
- ۲- این صندلیها باید برای وضعیتهای رو به جلو و رو به عقب قابل استفاده باشد.
- ۳- پشتی باید به هر زاویه ای، قابل تغییر بوده و به وضعیت دلخواه در آید.
- ۴- ارتفاع پشتی بین ۴۸۰ تا ۵۲۰ میلی متر بالای کف صندلی مناسب بوده و قسمتهای بالای پشتی باید کمی مقعر باشد بهتر است عرض پشتی ۳۲۰ تا ۳۶۰ میلی متر بوده و برای افزایش بازدهی آنها در تمام صفحات افقی به شعاع ۴۰ تا ۵۰ میلی متر مقعر باشد.
- ۵- روی پشتی باید از بالشتک مناسب کمتری استفاده گردد بطوریکه مهره کمتری سوم تا خاجی پوشانده شود مثلاً ارتفاع ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی متر بالای پائین ترین سطح نشیمنگاه مناسب می باشد.
- ۶- سطح نشیمنگاه باید ۴۰۰ تا ۴۵۰ میلی متر عرض داشته و از جلو تا عقب ۳۸۰ تا ۴۲۰ میلی متر طول داشته باشد. یک تورفتگی جزئی در کفه به همراه لبه رو به بالا (زاویه حدود ۶-۴ درجه) از لیز خوردن باسن جلوگیری می کند و یک بالتشک سبک ۲ سانتی متری نیز که غیر قابل نفوذ بوده و از لیز خوردن و عرق جلوگیری می کند استفاده شود.
- ۷- استفاده از زیرپایی برای جلوگیری از آویزان ماندن پای افراد کوتاه قد بسیار مهم هستند.
- ۸- صندلی اداری باید تمامی نیازهای محیط کاری جدید را برآورد نماید. این صندلیها باید ارتفاعی قابل تنظیم در حدود ۳۸۰ تا ۵۴۰ میلی متر داشته، دارای مفصل گردان در ناحیه زیر کفه بوده و لبه جلویی آن گرد باشد، پنج پایه بوده و براحتی توسط فرد تنظیم گردد. در مجموع این صندلیها به گونه ای باشند که فرد بتواند هر چند وقت یکبار به قسمت عقب تکیه داده و یا به جلو متمایل گردد.