

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
گروه مهندسی صنایع

مهندسی عوامل انسانی

منبع: قاضی نوری، سید سپهر، مهندسی عوامل انسانی در محیط کار، جزوه، دانشگاه صنعتی شریف

فهرست

مقدمه

فصل اول: معرفی سیستم انسان ماشین

فصل دوم: انسان به عنوان یک سیستم مرکب

فصل سوم: خستگی

فصل چهارم: کسالت

فصل پنجم: آنتروپومتری

فصل ششم: بیماری‌ها و آسیب‌های ناشی از کار

فصل هفتم: طراحی نمایشگرها

فهرست

فصل هشتم: طراحی کنترل‌ها

فصل نهم: طراحی ایستگاه‌های کاری

فصل دهم: عوامل محیطی و تاثیر آن بر انسان

فصل یازدهم: نوبت کاری

فصل دوازدهم: مراحل سیستم آموزشی

فصل سیزدهم: قابلیت تعمیر و نگهداری

فصل چهاردهم: طراحی برای مونتاژ

فصل پانزدهم: تست‌ها و ارزیابی‌های انسانی

مقدمه

معرفی ارگونومی

واژه **ارگونومی** تلفیقی از دو واژه یونانی (**ergo**) بمعنی **کار** و (**nomies**) بمعنی **قانون** است.

ارگونومی در اروپا به فیزیولوژی کار (**بیومکانیک**) و طراحی ایستگاه کاری می پردازد. در آمریکا از این علم تحت عنوان **مهندسی عوامل انسانی** یاد می کنند که بر عملکرد انسانی و طراحی سیستمها متمرکز است.

مقدمه

در بسیاری از صنایع، ارگونومی به عنوان
وسیله‌ای برای کم کردن آسیب‌های شغلی و
میزان حق بیمه پرداختی برای کارگران
است.

در ارگونومی علوم حرکتی انسان و ماشین آلات (سایبرنتیک) و
عوامل خارجی نظیر صدا، ارتعاش، گرما و سرما، ساعات کار و
استراحت و عوامل سازمانی بررسی می‌شود.

اولین هدف دانش ارگونومی
طراحی راه‌حلهایی برای
مشکلات موجود در محیط کار
است

فصل اول

معرفی سیستم انسان ماشین

سیستم انسان ماشین

محل کار بسته به **وضعیت قرار گرفتن** اپراتور و **نحوه استقرار** اپراتور و **دسترسی** به ماشین، صندلی، میز و ... بر روی اپراتور تأثیر میگذارند.

محیط از **جنبه فیزیکی** (مانند نور، صدا، گرما، فشار و ...)،
از **جنبه شیمیایی** (مانند آلودگیهای محیطی و تنفسی)
از **جنبه بیولوژیکی** (مانند میکروبها، حشرات و ...) و
از **جنبه فیزیولوژی و روانی** (مانند توانایی کاری، شرایط کاری
خطرات و ...) روی انسان تأثیر دارد.

جدول مقایسه انسان ماشین

ماشین	انسان	ویژگی
بسیار بالاتر	محدود	سرعت
در هر میزانی قابل دسترسی و تثبیت است	۶ اسب بخار برای ۱۰ ثانیه	توانایی فیزیکی
	۱ اسب بخار برای چند دقیقه	
	۳/۰ اسب بخار برای ۸ ساعت	
ذخیره بسیار	محدود و اغلب کوتاه مدت	حافظه
سریع، دقیق، غیرقابل تصحیح	آهسته، قابل اشتباه، قادر به دفع اشتباه	قدرت محاسبه
در هم شکستن ناگهانی	کاهش توانایی به آهستگی	میزان اطمینان در فشار زیاد
ندارد .	دارد، تصمیم می گیرد و پیش بینی میکند و ..	رشد فکری

ساختمان کار : در یک تقسیم بندی کلی میتوان انواع کارهایی را که انسان انجام میدهد، به **دو گروه** تقسیم نمود:

➤ **کارهای فیزیکی و بدنی**

➤ **کارهای فکری و یا مغزی**

توانایی انسان در رابطه با کار بستگی به عوامل مشخصه زیر دارد:

نوع و نحوه کار، سختی کار، زمان انجام کار و ترکیب کار

عواملی که در **تغییر توانایی انسان** تأثیر دارند بشرح زیر طبقه بندی شده اند:

- ۱- **فاکتورهای شخصی (Individual Factors)**
- ۲- **خوپذیری و عادت و تناسب کار (Adaptability)**
- ۳- **فاکتورهای فیزیولوژیکی و روانی (Physiological and psychological factors)**

۱- فاکتورهای شخصی (Individual Factors)

✓ سن

✓ وزن

✓ جنسیت

✓ فرم بدن

✓ وضعیت جسمی و روحی

۲- خویذیری و عادت و تناسب کار (Adaptability)

قدرت فراگیری اشخاص در کارهای گوناگون متفاوت است. چنانچه افرادی برای کار مشخصی انتخاب شوند و تحت آموزش قرار گیرند بعد از یک مدت بازده آنان مختلف خواهد بود و مهارت یادگیری یکسانی نخواهد داشت.

۳- فاکتورهای فیزیولوژیکی و روانی (Physiological and psychological factors)

عوامل فیزیولوژیکی و روانی بی تردید **مهمترین فاکتورها** در **سنجش توانایی** انسانند که طیف بسیار وسیعی دارند.

از جمله **عوامل فیزیولوژیکی** میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:
ظرفیت کاری انسان ناشی از وضعیت قلب و خون، سیکل آمادگی طبیعی بدن در طول شبانه روز و **خستگیهای جسمی و عروقی**

مصرف انرژی در بدن

باید به مسئله کارهای فیزیکی و شدت آن و تخصیص افراد به این فعالیتها با توجه به تفاوتهای فردی توجه کافی مبذول داشت.

برای این منظور بایستی با مکانیزم مصرف انرژی در بدن از طریق تبدیل مواد غذایی به گرما و کار مکانیکی آشنا بود.

مصرف انرژی در بدن

روزانه سه دسته فعالیت وجود دارند که انرژی مصرف می کنند:

۱- فرآیندهای شیمیائی

۲- فعالیتهای حیاتی نظیر نفس کشیدن، جریان خون، واکنشهای عصبی و ...

۳- فعالیتهای عضلانی

مصرف انرژی در بدن

اندازه گیری انرژی مصرفی در بدن:

۱- اندازه گیری مقدار اکسیژن صرف شده

۲- روش مستقیم

۳- شمارش ضربان قلب

پس کل انرژی مورد نیاز برای
بدن بطور متوسط ۴۰۰۰ کیلو
کالری است که بیشتر از آن نشان
دهنده سنگینی کار می باشد.

مصرف انرژی در بدن

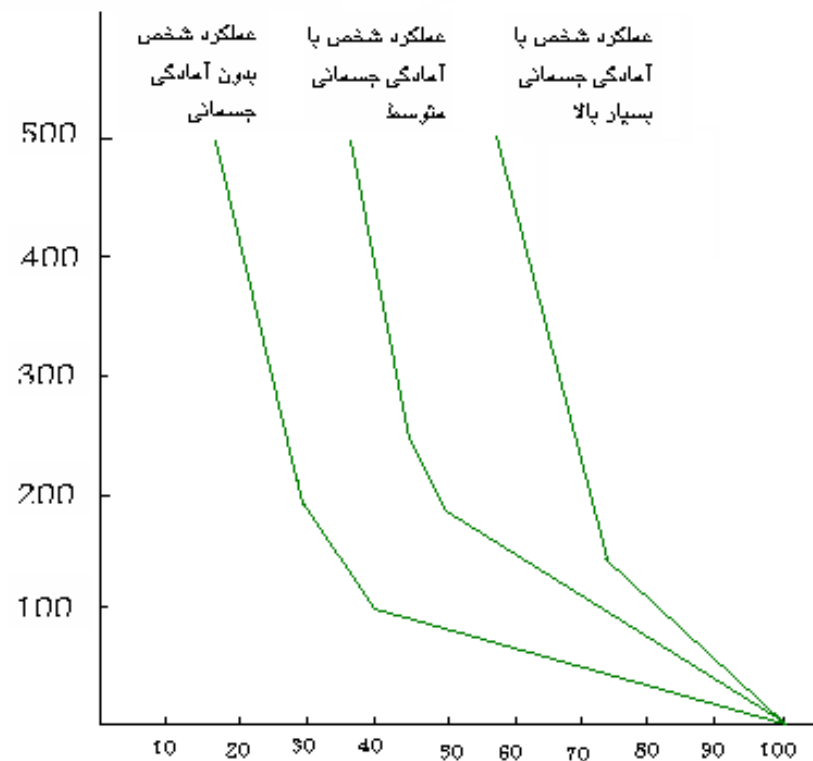
کیلو کالری	کار انجام شده
۸۰۰-۱۰۰۰	کارهای دفتری نشسته
۱۵۰۰-۲۰۰۰	کارهای سبک صنعتی
۴۰۰۰	کارهای صنعتی سنگین
۶۰۰۰	فعالیت بسیار سنگین مانند اره کردن الوار

حداکثر توانایی انجام کار

گویای **بیشترین مقدار انرژی** است که شخص می تواند در موقع کار **بدون آنکه به سلامتی خود** آسیبی برساند مصرف کند.

شکل توانائی انجام کار فیزیکی در مدت طولانی

مدت انجام کار فیزیکی (دقیقه)



نسبت توانایی به حداکثر توانایی شخصی

انواع فعالیت ماهیچه ها

از نظر فیزیولوژیکی ماهیچه ها دارای ۲ گونه فعالیت هستند:

- فعالیت‌های **متحرک** یا دینامیک
- فعالیت‌های **ایستا** یا استاتیک

فشار حرارتی

بدن انسان انرژی دریافتی خود را بصورت کار مکانیکی یا گرمایی پس میدهد و درجه حرارت را در فاصله 37 ± 0.5 حفظ می کند.

$$M-W=C+R+E+S$$

معادله تعادل حرارتی بدن :

در این معادله M توان سوخت و ساز
W : توان مکانیکی مؤثر

C : حرارت مبادله شده از راه جابجائی (همرفت)

R : گرمای تابشی در سطح پوست

E : گرمایی که از راه عرق کردن بین پوست و هوای محیط مبادله می شود

S : انباشتگی حرارتی می باشد .

فشار حرارتی

برای کاهش انباشتگی حرارتی در محیط کار می توان به راهکارهای زیر اشاره کرد:

- ✓ استفاده از تجهیزات رطوبت زدا؛
- ✓ استفاده از تجهیزات، افزایش حرکت هوا (کولر)؛
- ✓ عدم استفاده از لباسهای سنگین و تنگ در محیط کار؛
- ✓ طراحی مشاغل و وظایف براساس کاهش هرچه بیشتر مصرف انرژی؛
- ✓ در برنامه کاری چند دوره استراحت کوتاه بهتر از یک استراحت بلند مدت است؛
- ✓ کارهائی که در محیط آزاد انجام میشود بگونه ای برنامه ریزی کنید که در ساعات بسیار گرم انجام نشود؛
- ✓ حتی المقدور از افرادی استفاده کنید که قادر به تحمل شرایط آب و هوای گرم باشند؛
- ✓ فراهم سازی سازش تدریجی با محیط گرم در ابتدای دوره کار کارگر در حدود ۲ هفته؛
- ✓ تدارک زیرپوشهای خنک و مناسب؛
- ✓ در محیط کار مناطق خنک مثلا "اتاقهای ویژه برای استراحت کارگران در نظر بگیرید؛
- ✓ حفظ تعادل آب و املاح بدن با تأمین آب آشامیدنی کافی و قرصهای نمک.

فصل دوم

انسان به عنوان یک سیستم مرکب

عملکرد کلی انسان بصورت مدل یک **سیستم پردازش اطلاعات** از **چهار زیر سیستم** تشکیل می شود:

۱- **زیر سیستم حسی** انرژیها را از محیط فیزیکی اطراف دریافت نموده و آنرا به کدهای قابل فهم برای مغز تبدیل می کند.

۲- **زیر سیستم پردازش اطلاعات** بر مبنای اطلاعات ذخیره شده و سیگنالهای حاصله الگوی اطلاعات را شناخته و تصمیم گیری می کند و عکس العمل مناسب را بر می گزیند.

۳- **زیر سیستم ذخیره اطلاعات** را بصورت بلند مدت و کوتاه مدت نگهداری می کند.

۴- **زیر سیستم مسئولیت اطلاعات** پردازش شده را بصورت حرکات بدن ، چشمها ، صحبت ، ... تبدیل می کند.

۱- زیرسیستم حسی

سیستم حواس انسان شامل گیرنده هایی است که نسبت به انواع و دامنه های خاصی از انرژی حساس هستند.

در طراحی یک سیستم انسان-ماشین می توان از حواس انسان در جهت دریافت و اندازه گیری عملکرد سیستم و محیط پیرامون آن استفاده کرد.

۱- زیرسیستم حسی

مقادیر آستانه ای مقداری از انرژی است که شخص می تواند بدون درد یا خطر آنرا درک کند. این مقدار برای همه افراد ثابت نیست بلکه یک توزیع آماری دارد.

در موقع طراحی مقدار آستانه ای باید حدی باشد که حداقل ۷۵٪ افراد آنرا درک می کنند.

۱- زیرسیستم حسی

برای آنکه **تجهیزات اطلاعات** را بصورت مطلوبی به سیستم انسانی ارائه دهند باید **پارامترهای این سیستم** را شناخت و آنها را تحت آموزش تربیت قرار داد. **این پارامترها** عبارتند از:

سرعت

تغییر پذیری

دامنه حساسیت

تمایز بین دو محرک

حساسیت نسبت به آستانه بالا

قابلیت اطمینان

ظرفیت انتقال اطلاعات

حساسیت شناخت

حساسیت نسبت به آستانه پایین

فاکتورهایی چون عوامل محیطی، خستگی (Fatigue)، کسالت (Boredom) و عدم انگیزه (Un Motivation) روی این پارامترها تأثیر دارند.

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

انسان در هر ثانیه چه مقدار اطلاعات را می تواند درک کند؟

در مورد حداکثر قابلیت انسان برای انتقال اطلاعات اختلاف نظر وجود دارد اما شاید بتوان حدود ۴۳ بیت بر ثانیه را حد بالای آن دانست.

بطور کلی چنانچه سیگنالها واضح و ساده باشند زمان عکس العمل به حداقل می رسد.

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

زمان واکنش و زمان انتقال در حداکثر قابلیت انسان برای انتقال اطلاعات **عامل مهمی** است.

از زمان **دیدن یک جسم** تا **جذب کامل آن** می تواند به عنوان **زمان انتقال** مطرح شود که به عوامل زیر بستگی دارد:

- ✓ **حس استفاده شده**
- ✓ **مشخصات سیگنال ورودی**
- ✓ **نرخ سیگنال**
- ✓ **قابل پیش بینی بودن اطلاعات**
- ✓ **نیاز داشتن یا نداشتن آن به پاسخ**
- ✓ **تفاوتهای فردی در مورد سن، آموزش، تجربه و ...**

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

✓ توانائی فشرده سازی اطلاعات

یعنی اپراتور ممکن است اطلاعات را از محرکهای مختلف دریافت و با یکدیگر ترکیب کند و در صورت نیاز با استفاده از اطلاعات حافظه آنها را انتخاب نموده و ضبط نماید .

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

✓ تشخیص الگوها

این سیستم با درک محرکها از یک عامل خارجی آنرا با تجربیات قبلی مقایسه نموده و نوع عامل را تشخیص می دهد. شرایط زیر بر این قابلیت تأثیر دارد:

- ۱- با افزایش تعداد محرکها قابلیت تشخیص الگو کاهش می یابد.
- ۲- چنانچه تعداد الگوها افزایش یابد تشخیص آنها دقیقتر و با سرعت کمتر انجام می شود.
- ۳- الگوهای متقارن بطور دقیقتر تشخیص داده می شود.
- ۴- الگوهای که با الگوهای شناخته شده قبلی شباهت بیشتری داده باشند راحتتر از الگوهای جدید شناخته می شوند.

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

✓ یادگیری

بهینه سازی عملکرد بر مبنای شناخت و استفاده از خصوصیات مشابه در موقعیت فعلی

دریافت بازخورد باعث می شود که سیستم از موفقیت آمیز بودن یا نبودن عملکرد خود مطلع شود و نتایج حاصله را در مراحل بعدی بکار گیرد:

۱- انتقال مثبت تجربیات

۲- انتقال منفی تجربیات

۲- زیرسیستم پردازش اطلاعات

✓ وظیفه تصمیم گیری

تصمیم گیری برای انسان تحت سه حالت انجام می شود:

➤ حالت قطعی

➤ حالت ریسک

➤ حالت عدم اطمینان

۳- زیرسیستم ذخیره (حافظه)

✓ حافظه کوتاه مدت

ذخیره کوتاه مدت فقط برای چندثانیه یا دقیقه انجام می شود.

✓ حافظه بلند مدت

ذخیره بلند مدت شامل تلفیق و نگهداری اطلاعاتی نظیر علوم، تجربیات و آموزشها است.

۴- زیرسیستم مسئولیت

این زیر سیستم مانند مشابه مکانیکی یا الکتریکی خود با دریافت دستورات اعمال خاصی را انجام می دهد و نیاز به بازخورد دارد و گاهی دچار اشتباه می شود.

معمولاً "اشتباهات این سیستم با یادگیری کاهش یافته و با کسالت و خستگی افزایش می یابد.

کنترل این سیستم توسط زیر سیستم پردازش اطلاعات انجام می شود، و اشتباهات آن مورد اصلاح قرار می گیرد.

محدودیت‌های انسانی در طراحی

محدودیت‌های انسانی ناشی از **تفاوت‌های فیزیکی و رفتاری بین انسانها**، محدودیت‌های جسمی نیاز به ایمنی و راحتی و همچنین حفظ کارکرد اعضای بدن می باشد.

فصل سوم خستگی

خستگی

بر اثر فعالیتهای عضلانی بدن انسان دچار
حالتی می شود که **انتقال سیگنالهای عصبی** در
آن به کندی صورت می گیرد و به آن **خستگی**
می گویند که از **تغییرات هورمونی** حاصل
می شود.

علل خستگی

- ✓ شدت و مدت تلاش بدنی و ذهنی
- ✓ عوامل محیطی
- ✓ ریتم سیرکادین (تغییرات ۲۴ ساعته فعالیت‌های حیاتی انسان)
- ✓ مسائل فیزیکی مانند مسئولیت‌ها، نگرانی‌ها و برخوردها
- ✓ دردها، بیماری‌ها و اعتیادها
- ✓ سوءتغذیه

عوارض و آثار خستگی (ذهنی و جسمی)

- ✓ کاهش توان انجام کار
- ✓ احساس فرسودگی و عدم تمایل به کار
- ✓ فکر مشوش
- ✓ کاهش هوشیاری
- ✓ ادراک آهسته وضعیت
- ✓ بی علاقه‌گی نسبت به کار در درازمدت

اندازه گیری خستگی

کلیه روشهایی که تاکنون جهت اندازه گیری خستگی ارائه شده دارای **یک محدودیت** مشترکند:

هیچیک خستگی را **بطور مستقیم اندازه گیری** نمی کنند
یعنی هیچ معیار مطلق خستگی که قابل مقایسه باشد
نظیر مصرف انرژی که کیلو کالری واحد آن است وجود ندارد.

معیارهای موجود نسبی است و بایستی
وضعیت فرد مورد مطالعه را با شخص
سرحال مقایسه کرد تا معیاری از وضعیت او
بدست آید.

روشهای اندازه گیری خستگی

- کمیت و کیفیت کار
- احساس ذهنی
- نمودارهای امواج مغزی (الکترو آنسفالو گرافی)
- توانایی تشخیص تواتر چشم (تست فلیکر فیوژن)
- آزمونهای حرکتی
- آزمونهای ذهنی

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ کمیت و کیفیت کار

مبنای تولیدات شخص می تواند برای نشان دادن سطح خستگی او بکار رود، مانند افزایش حوادث کار.

این روش چندان دقیق نیست

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ احساس ذهنی

در این روش با پرسشنامه وضعیت اشخاص را ارزیابی می کنند.

تحلیل این پرسشنامه ها با استفاده از روشهای آماری موجود صورت می گیرد.

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ **نمودارهای امواج مغزی (الکترو آنسفالو گرافی)**
این نمودارها می تواند امواج صادره از مغز انسان را ثبت کند که امواج آلفا و تتا و کاهش امواج بتا نشان دهنده بروز خستگی است.

البته بکارگیری این روش در صنعت تا حدی دشوار است.

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ **توانایی تشخیص تواتر چشم (تست فلیکر فیوژن)**
در این روش یک **لامپ چشمک زن** مقابل شخص قرار داده و سرعت خاموش و روشن شدن آنرا افزایش می دهند تا موقعیکه لامپ بنظر شخص بطور **پیوسته روشن بنظر** برسد.

ممکن است برای یک شخص سرحال ۳۰ بار روشن شدن در ثانیه روشنائی مداوم باشد ولی برای شخص خسته این رقم ۲۰ بار در ثانیه باشد.

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ آزمونهای حرکتی

معمولاً " با این فرض که خستگی باعث کاهش کار انجام شده می شود، **تعدادی فعالیتهای استاندارد** نظیر تایپ، چیدن مربعا در کادر و ... را بکار می گیرند که **سرعت شخص** هرگاه کم شود نشان دهنده خستگی است.

ممکن است در این میان خطاهائی نیز حاصل شود مثلاً " اگر زمان تست طولانی باشد، خود تست باعث خستگی گردد.

روشهای اندازه گیری خستگی

➤ آزمونهای ذهنی

در این روش آزمونهائی مانند تمرکز، حافظه، تخمین و حساب از شخص به عمل می آورند.

ممکن است عوامل دیگر نظیر آموزش و تجربه بر روی نتیجه تست تأثیرگذار باشد.

فصل چہارم

کسالت

کسالت

به محیطی که فاقد محرک باشد، محیط یکنواخت گفته می شود و واکنش فرد در چنین محیطی کسالت نامیده می شود.

کسالت یک وضعیت ذهنی مرکب است که در آن هم عوارضی نظیر احساس فرسودگی و سنگینی و کاهش هوشیاری (مربوط به قسمت بالایی مغز) و هم عواملی نظیر کاهش علاقه فرد نسبت به محیط (مربوط به قسمت پائینی مغز) ایجاد می شود.

عواملی که باعث کسالت می شوند به دو دسته تقسیم می شوند:

➤ **علل خارجی:** کارهای نظارتی یکنواخت و طولانی که مستلزم هوشیاری پیوسته اند و یا کارهای تکراری طولانی که مشکل نیستند ولی به اپراتور اجازه فکر کردن به چیزهای دیگر را نمی دهند.

➤ **عوامل فردی:** تجربه نشان داده است که ظرفیت افراد در برابر کسالت فرق می کند.

افرادی که زودتر دچار کسالت می شوند :

(الف) افرادی که در حال خستگی هستند؛

(ب) کارگران شب کار به غیر از آنان که با شبکاری سازگار شده اند؛

(ج) افراد با انگیزش کم ؛

(د) افراد با سطح بالای تحصیلات دانش و توانایی؛

(ه) افراد پرتحرک و فعال که مشتاق جنب و جوش در کار می باشند.

افرادی که در مقابل کسالت مقاومترند:

الف) افرادی که ذاتاً "سرحال و هوشیار" هستند؛

ب) افرادی که دوره آموزشی را می گذرانند؛

ج) افرادی که از شغل خود راضی هستند و آنرا مطابق تواناییهای خود می دانند.

فرآیندهای فیزیولوژیکی کسالت

بطور کلی بدن انسان طوری طراحی شده که مغز بطور مداوم از اندام حسی پیام دریافت می کند. حال **هنگامیکه محرکها کم** باشند **جریان پیامهای حسی کاهش** می یابد و در نتیجه سطح فعالیت مغز کم می شود.

بعلاوه دو فرآیند دیگر یعنی **تطبیق و عادت** نیز وجود دارند که وقتی میزان محرکها کم نباشد ولی یکنواخت بماند باعث کسالت می شود.

تطبیق به حالتی اطلاق می شود که **جریان پیامهای حسی** با نیازهای بدن سازگاری می آورد و در نتیجه **مغز نیاز کمتری به فعالیت** خواهد داشت.

همه اعضای حسی دارای قدرت تطبیق هستند ولی میزان آن متفاوت است.

عادت را میتوان سطح بالاتری از تطبیق دانست که تنها در سطح اندام حسی عمل نمی کند، بلکه به کاهش فعالیت مغز منجر می شود.

حرکهای یکنواخت بر اثر تکرار اثر خود را از دست می دهند بشرط آنکه **حرک فاقد معنی** باشد. یعنی برای ما اهمیت خاص و ضروری نداشته باشد.

بنابر این ماهیت عادت
عبارتست از حذف واکنش
نسبت به محرکهای بی معنی.

کسالت و مسائل مدیریتی

تا چند دهه پیش دانشمندان بر این باور بودند که کاهش هرچه بیشتر فعالیتهای جسمی و تقسیم بیشتر کار به اجزای کوچکتر به نفع کارگران است و بهره وری آنها را بالا می برد (اصل تیئوریسم).

مشکل به وجود آمده:

به علت استفاده نشدن و یا کمتر استفاده شدن برخی از اعضای بدن این اعضا دچار کاهش توانایی می شوند.

کسالت و مسائل مدیریتی

تحقیقاتی که توسط Wisne و Kornhouser انجام شده نشان داده است که کار یکنواخت و تکراری باعث صدمه ذهنی می گردد و عوارضی نظیر تشویش، پرخاشگری، زودرنجی، غمگینی و حتی سرماخوردگی پیش می آورد.

کسالت و مسائل مدیریتی

مهمترین ایراداتی که از دیدگاه تخصصهای مختلف بر
تیلوریسم وارد می شود:

تخصص

پزشکی

فیزیولوژی کار

روانشناسی کار

اخلاق

مدیریت

ایرادات

زوال توان جسمی و ذهنی

کسالت و خطر اشتباه و حادثه

افزایش بی انگیزگی و تنفر به کار

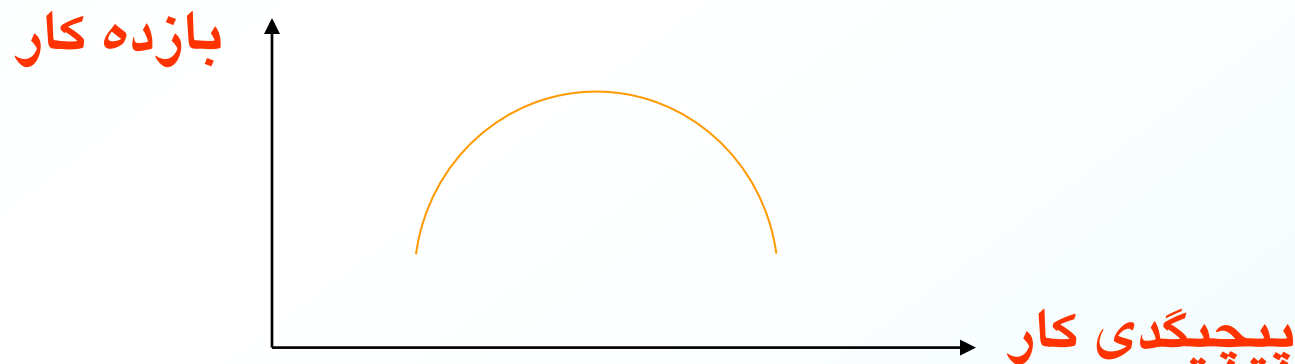
نادیده گرفته شدن قابلیت های انسان

افزایش غیبت، تأخیر، ترک کار و ...

کسالت و مسائل مدیریتی

تئوری منحنی U معکوس اولیچ

بر اساس این منحنی میزان کارایی فرد وقتی کار او بسیار ساده یا بسیار پیچیده باشد پائین است و در حالت میانه افزایش می یابد.



فصل پنجم

آنتروپومتری (Anthropometry)

آنتروپومتری

آنتروپومتری از دو کلمه یونانی **آنترو** بمعنی **انسان** و **متریک** بمعنی **اندازه گیری** تشکیل شده و تعریف آن **اندازه گیری سیستماتیک بدن با استفاده از وسایل اندازه گیری می باشد.**

آنتروپومتری در **دو مورد کاربرد** دارد، اول **متناسب ساختن طراحیها** با ابعاد بدن انسان جهت راحتی بیشتر و دوم **استاندارد نمودن ابزارها**، ماشین آلات و غیره.

استاندارد برای ادواتی که مورد استفاده انسان هستند از دو بعد قابل بررسی است:

- بعد فنی و مکانیکی (نوع جنس، کیفیت ساخت و ...)
- بعد انسانی (این وسیله توسط چه گروهی از افراد به راحتی قابل استفاده است)

آنتروپومتری به
استاندارد نوع دوم می
پردازد

اندازه های بدن انسان در دو حالت قابل اندازه گیری است:

در وضعیت ساکن (آنتروپومتری استاتیک)

به اندازه گیری ابعاد بدن در یک وضعیت استاندارد می پردازد که در برخی از طراحی ها کاربرد دارد.

✓ **در حالت متحرک (آنتروپومتری دینامیک یا عملی)**

قابلیت های حرکتی بدن انسان را اندازه می گیرد و کاربرد آن در طراحی ها وسیعتر است.

آنتروپومتری شامل:

اندازه های طولی بدن، وزن و حجم اندامها، فضای حرکت و زوایای حرکت اندامها می باشد.

اندازه هایی از بدن انسان که بایستی در این علم اندازه گیری شوند شامل ارتفاعها، پهنا، عمق، درازا، بردها، محیط، خمیدگیها و برآمدگیها می باشند.

روشهای اندازه گیری ابعاد بدن:

- (A) روش اندازه گیری فواصل مستقیم؛
- (B) روشهای عکاسی؛
- (C) روش اندازه گیری سه بعدی؛
- (D) روش روابط داخلی بدن.

(A) روش اندازه گیری فواصل مستقیم

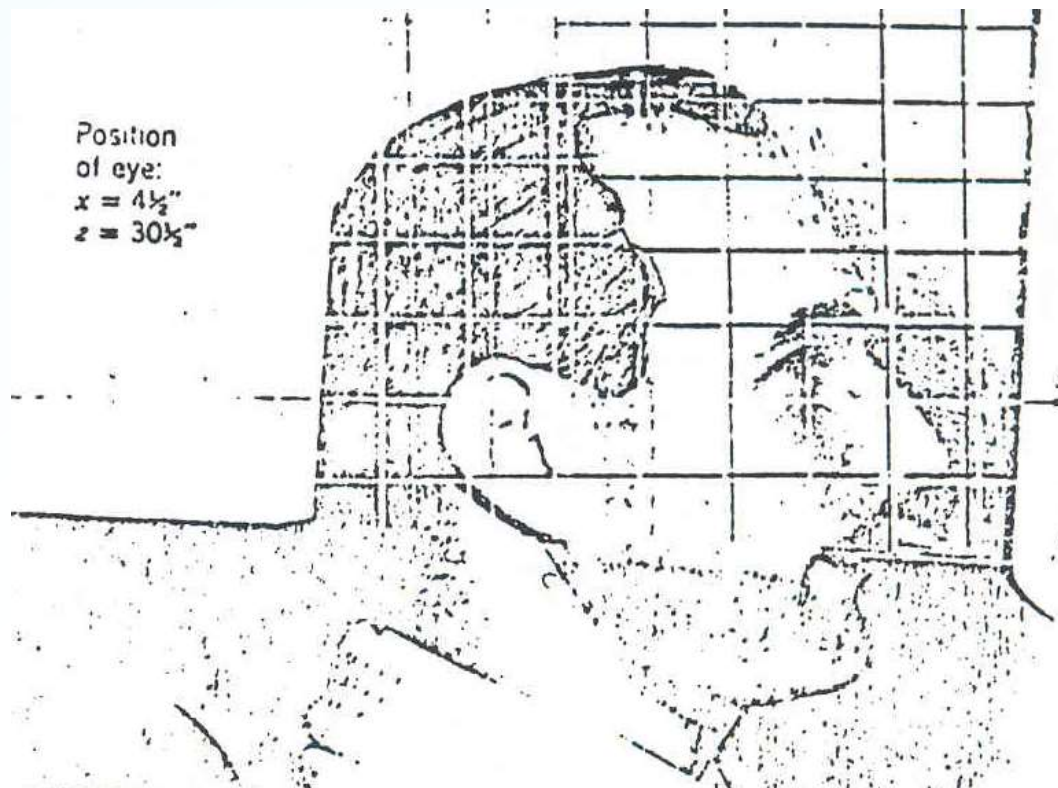
این ابعاد چنانچه اندازه های **مستقیم** باشند
(مثل درازی استخوانها، پهنا و عمق بدن) **کوتاهترین فاصله بین دو نقطه** را اندازه می گیریم.
لیکن اگر اندازه های **محیطی** باشند، بایستی حول سطح آن محیط را با **استفاده از نوار** اندازه گیری نمود.

(B) روشهای عکاسی

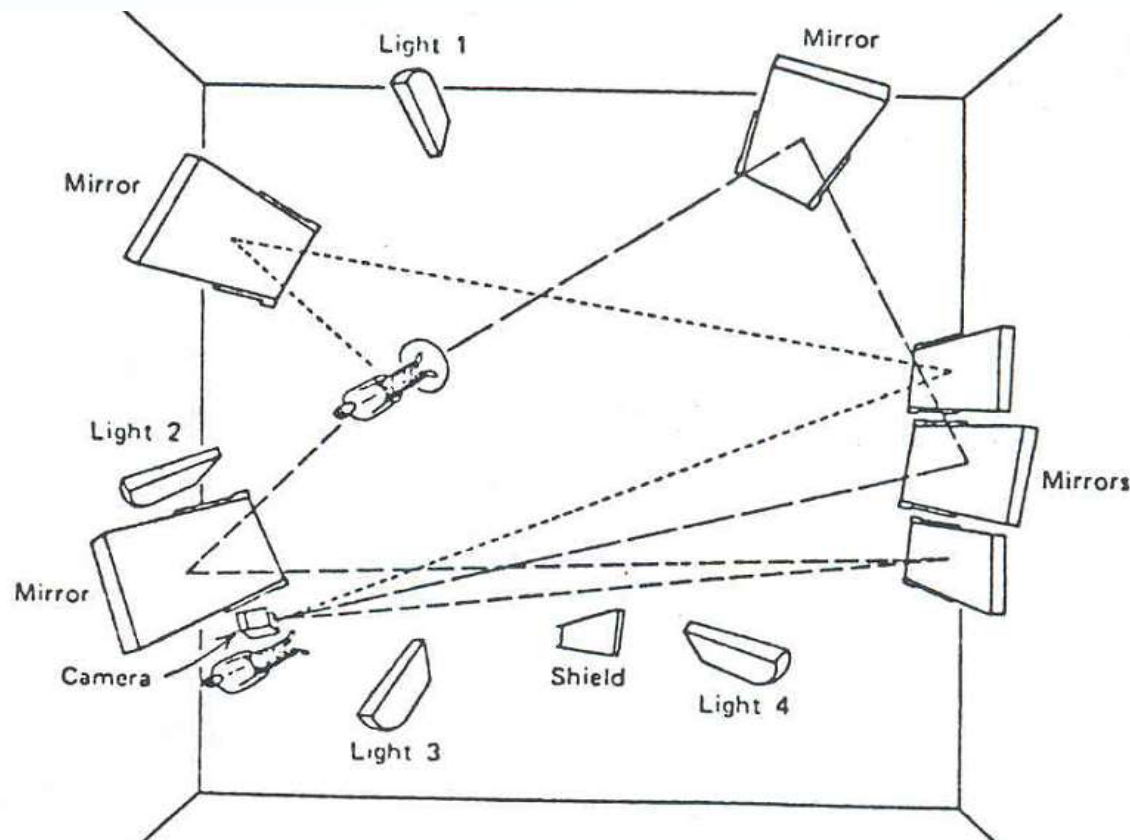
این روشها باعث صرفه جویی در وقت می شوند و قادر به
آنتروپومتری دینامیک هستند.

برخی از روشهای عکاسی عبارتند از روش انطباق عکس
روی شبکه (Back ground grid) که در آن موضوع
عکس روی یک شبکه قرار گرفته و اندازه آن در ابعاد
مختلف گرفته می شود.

روش انطباق عکس روی شبکه (Back ground grid)



یکی دیگر از روشهای عکاسی **روش دوربین فتو متریک (Photometric)** که سیستم آن ترکیبی از **آینه های ثابت، نقاط نورانی و دوربین** می باشد. آینه ها به نحوی قرار گرفته اند که **چهار نمای کامل شخص ایستاده را به دوربین منعکس می کنند.**



(C) روش اندازه گیری سه بعدی

در این روش از مانکنهای مصنوعی که به اندازه های طبیعی بدن ساخته شده اند استفاده می شود و اندازه های آن مبنای طراحی قرار می گیرد.

(D) روش روابط داخلی بدن

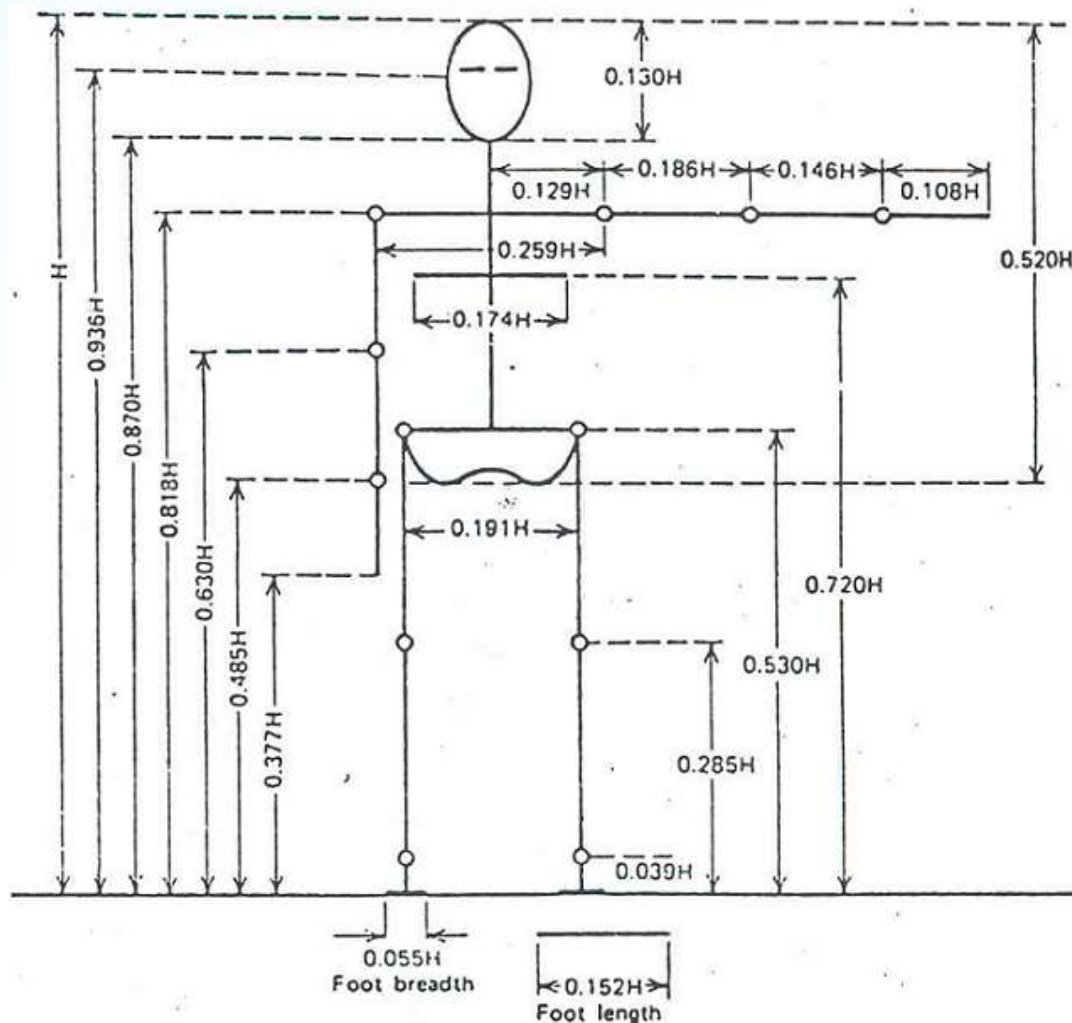
برخی از داده های آنتروپومتریک با یکدیگر رابطه آماری نزدیکی دارند و اگر یکی از آنها مشخص باشد می توان اندازه های دیگر را بر حسب آن بدست آورد.

محاسبه کل سطح بدن از رابطه زیر بدست می آید:

$$A=50w + 80h - 330$$

w : وزن بدن (پوند) ، h : قد بدن (متر)

A : سطح بدن (سانتی متر مربع)



اندازه گیری ابعاد بدن

تحلیل آماری داده های آنتروپومتری

- ۱- تعیین جمعیت مورد مطالعه
- ۲- تعیین اندازه نمونه
- ۳- انتخاب تصادفی
- ۴- انتخاب حدود استاندارد
- ۵- درصدبندی داده ها
- ۶- رسم نمودار توزیع فراوانی
- ۷- تعیین توزیع آماری
- ۸- محاسبه پارامترهای توزیع
- ۹- تعیین درصدهای مورد نظر

دو اصل مهم در بکارگیری داده های آماری جهت طراحی

- ✓ طراحی برای بیشترین افراد
- ✓ طراحی برای دامنه قابل تنظیم

داده های آماری **آنتروپومتری** باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ✓ عنوان فاصله ای که اندازه گیری شده است؛
- ✓ یک طرح کلی از بدن یا قسمتی از بدن که عضو مورد اندازه گیری در آن قرار دارد؛
- ✓ یک عکس یا نقشه دقیق از عضو مورد اندازه گیری؛
- ✓ تعریف روش اندازه گیری و ابزارهای مورد استفاده؛
- ✓ داده های مربوطه به همراه پارامترهای توزیع آماری.

بررسی حرکت در انسان (آنتروپومتری دینامیکی)

جنبه های گوناگون حرکت فیزیکی اعضای بدن امکان فعالیت برای انسان را فراهم می کند.

در موارد زیادی طراحی مناسب ابزار و وسائل به **وزن بدن** **بستگی** دارد.

تعیین وزن اجزای مختلف بدن

درصد وزن از کل

۷
۴۴
۲۲
۱۰
۴
۷
۵/۴
۵/۱

۱۰۰

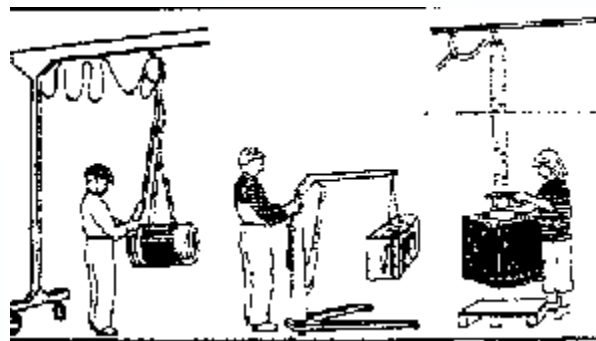
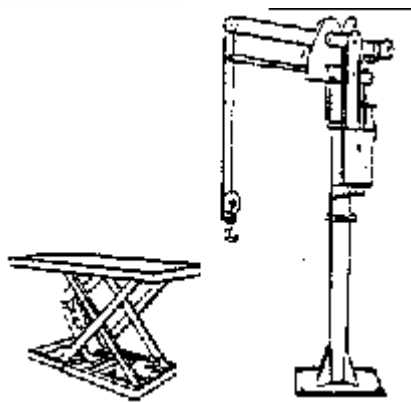
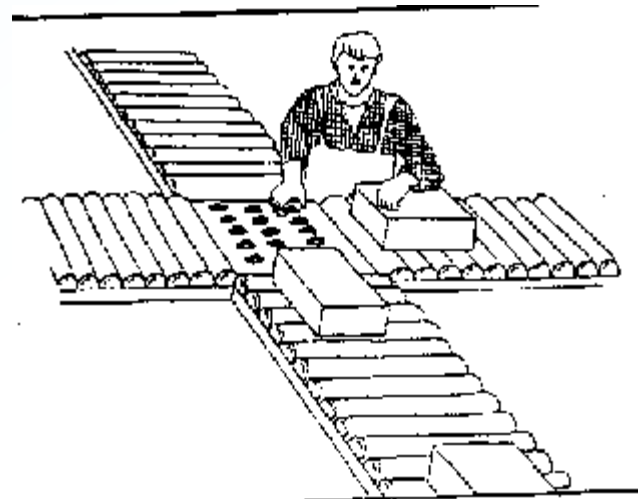
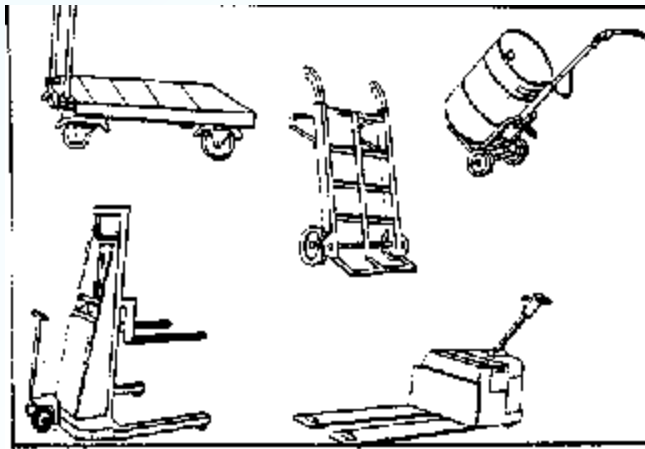
اجزای بدن

سر
شکم و بالا تنه
ران (هر دو)
ساق پا (هر دو)
پا (هر دو)
بازو (هر دو)
شانه (هر دو)
دست (هر دو)

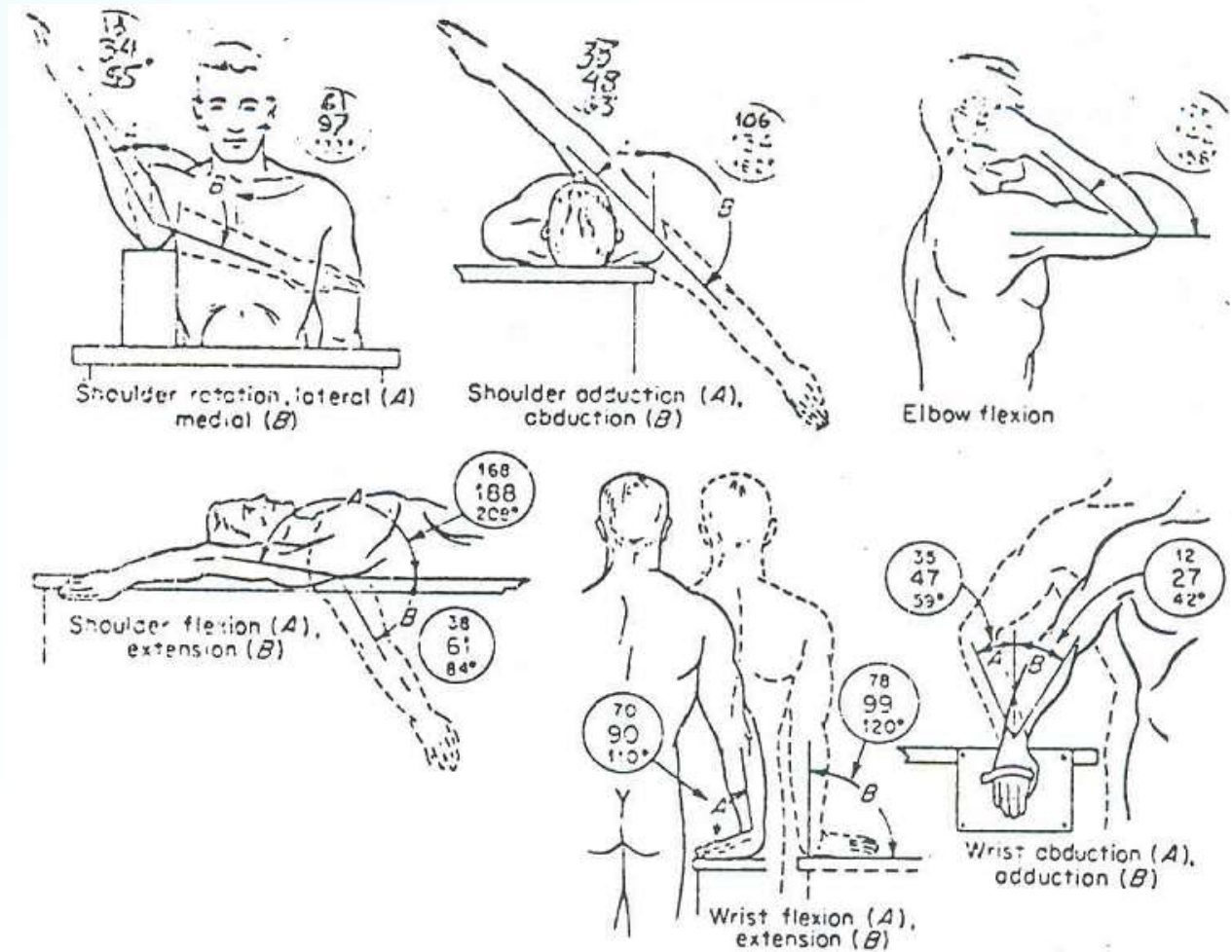
بررسی حرکت در انسان (آنتروپومتری دینامیکی)

علاوه بر وزن عامل دیگری که در طراحی وسایل کاربرد دارد
نوع و مسیر حرکت اجزای بدن است. بعضی از این
حرکتها عبارتند از:

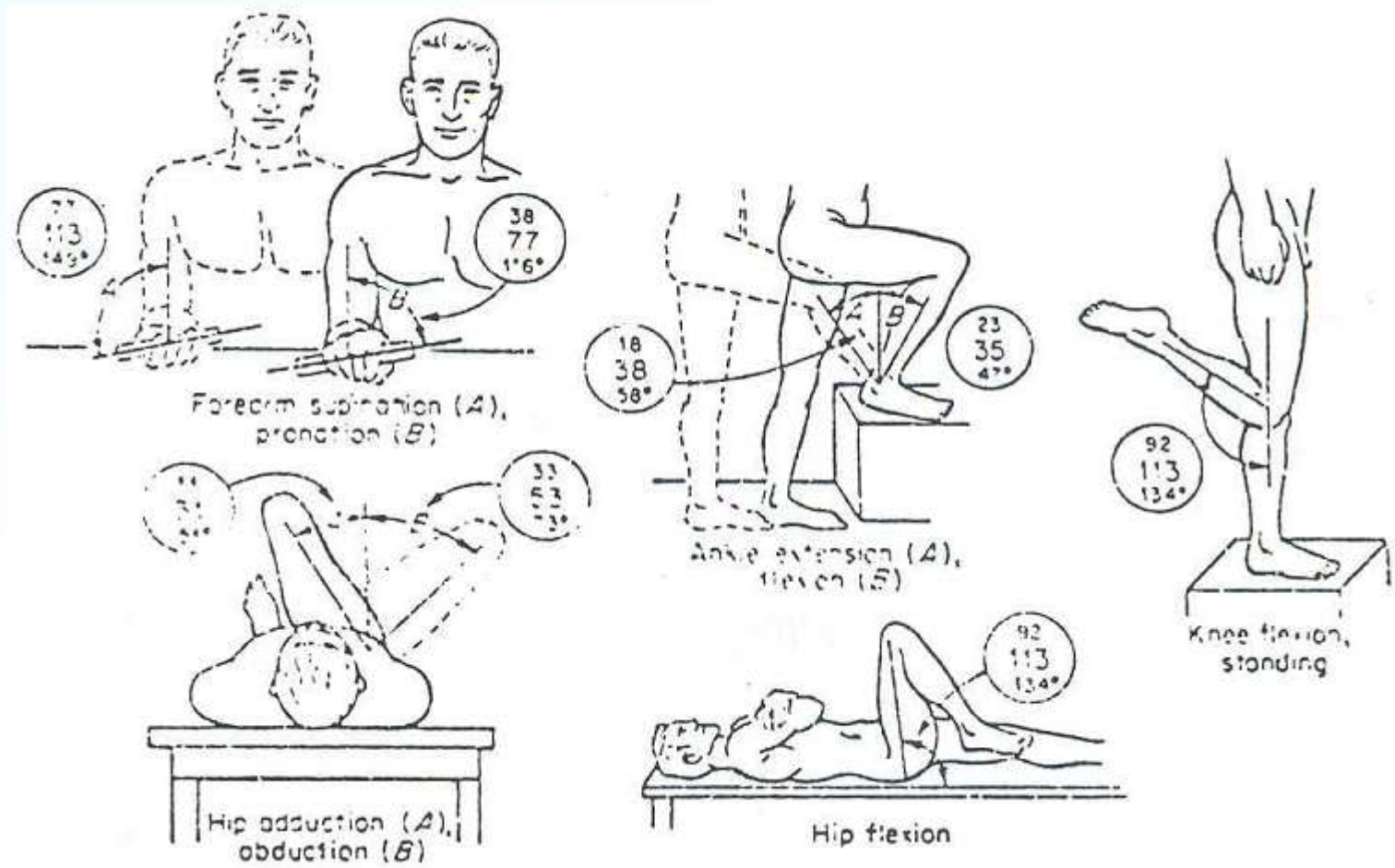
- ✓ **Flexion** ، خم کردن یا کاستن از زاویه اجزاء بدن؛
- ✓ **ExtenSion** ، بلند کردن یا افزودن به زاویه بین اجزای بدن؛
- ✓ **Adduction** ، حرکت بسمت خط وسط بدن؛
- ✓ **Abduction** ، حرکت از خط وسط بدن بطرف خارج؛
- ✓ **Medial rotation** ، چرخیدن بسمت خط وسط بدن
- ✓ **Lateral rotation** ، چرخیدن از خط وسط بدن بسمت خارج؛
- ✓ **Pronation** ، چرخاندن ساعد بنحویکه کف دست بطرف پائین باشد؛
- ✓ **Supination** ، چرخاندن ساعد بنحویکه کف دست بطرف بالا باشد.



برخی از وسائل بلند کردن مواد و فرآورده ها



دامنه حرکتی اعضای بدن



دامنه حرکتی اعضای بدن

بررسی حرکت در انسان (آنتروپومتری دینامیکی)

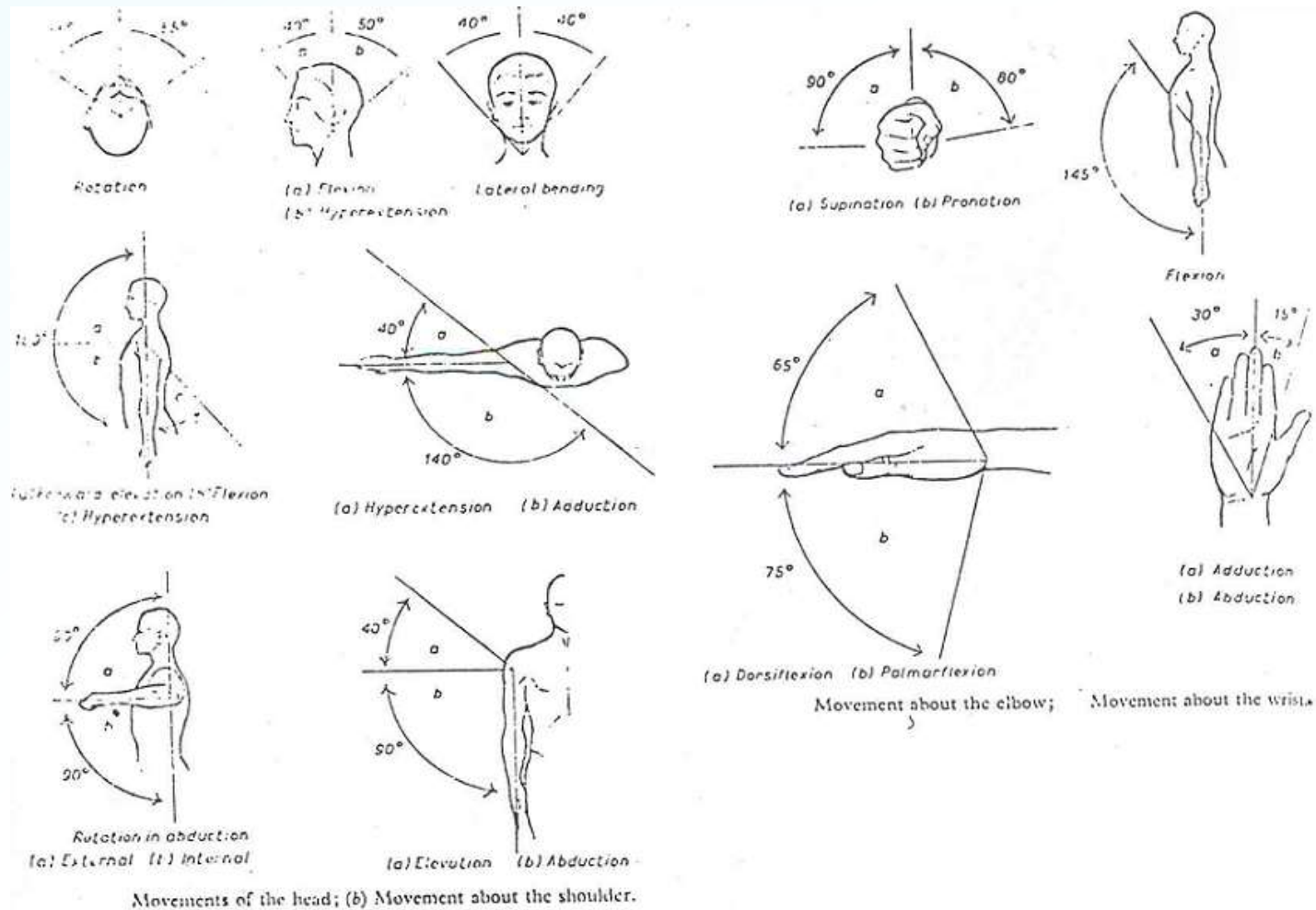
هر چه وضعیت قرار گرفتن اعضای بدن به **حالت طبیعی** نزدیکتر باشد **مصرف انرژی آنها کمتر** است.

در بررسی زوایای حرکت اندامهای بدن به **سه دسته** تقسیم می شوند:

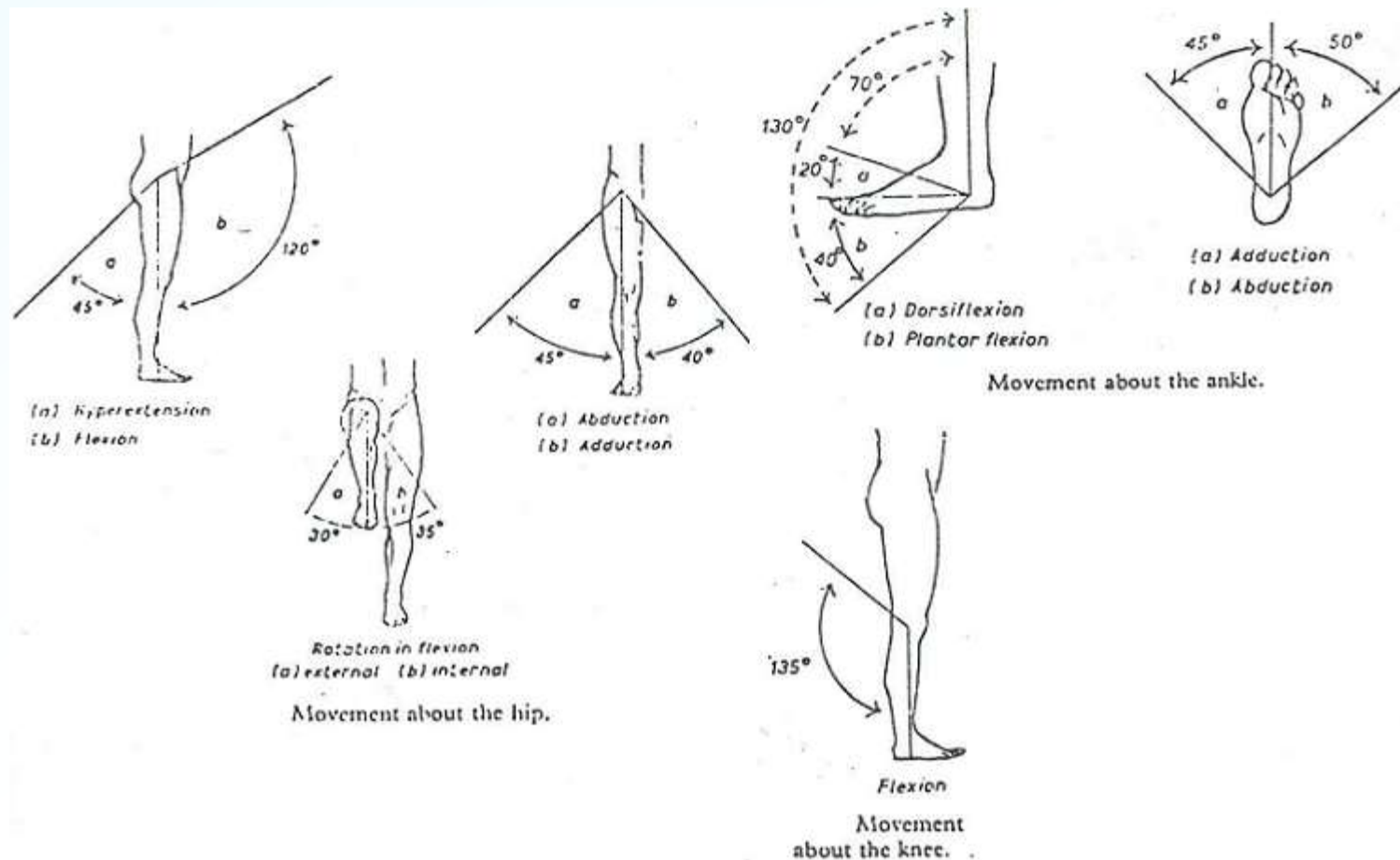
➤ **سر**: زاویه حرکت سر به چپ و راست ۵۵ درجه است و با در نظر گرفتن حرکت چشم کلاً "سر و چشم زاویه ای بیش از ۱۸۰ درجه را می پوشانند.

➤ **اندامهای بالای بدن**: که در بین آنها مفصل شانه بزرگترین زاویه حرکت را دارد و اگر به آن جابجایی آرنج نیز اضافه شود، قسمت عمده اعضای بدن را می پوشاند.

➤ **اندامهای پائین بدن**: شامل خمیدگی پا به جلو و عقب از زانو، چرخش پا حول زانو، حرکت و چرخش کف پا و ...



بررسی زوایای حرکت اندامهای بدن



بررسی زوایای حرکت اندامهای بدن

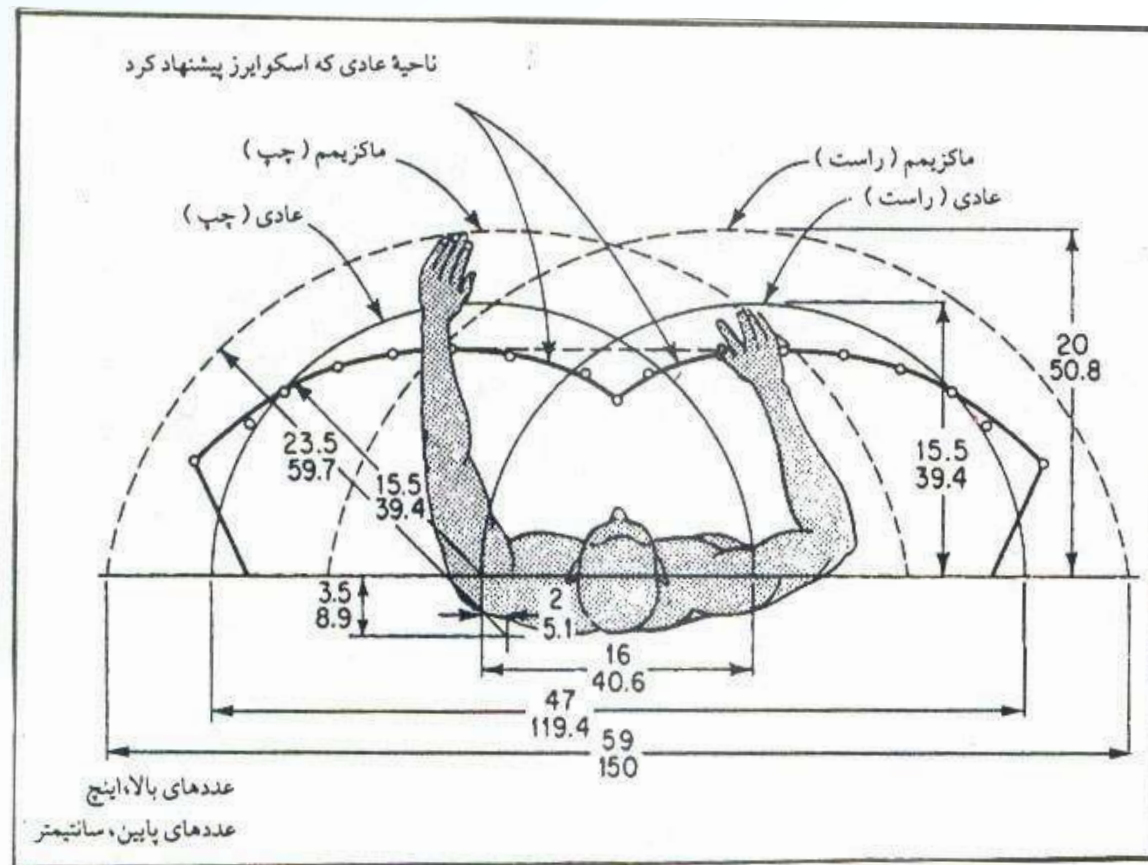
طراحی فضای کار

در طراحی فضای کار محدوده های کاری باید بگونه ای باشد که امکان فعالیت مناسب و راحت برای شخص را فراهم نماید.

محدوده یا سطح دسترسی :

✓ **حوزه نرمال :** محدوده عملی دسترسی انسان در حالیکه دست کاملاً کشیده نشده و حرکت نیز فقط از مفصل شانه انجام نمی شود.

✓ **حوزه دسترسی حداکثر :** بزرگترین محدوده دسترسی انسان است هنگامیکه دست کاملاً کشیده شده باشد و از محور شانه حرکت کند.



حوزه نرمال و دسترسی حداکثر در محیط کار

کاربرد آنتروپومتری در طراحی میز و صندلی

بسیاری از **ناراحتیهای جسمی در محیط کار** نظیر کمر، شانه، پا و ... بر اثر **میز و صندلی نامناسب** ایجاد می شود.

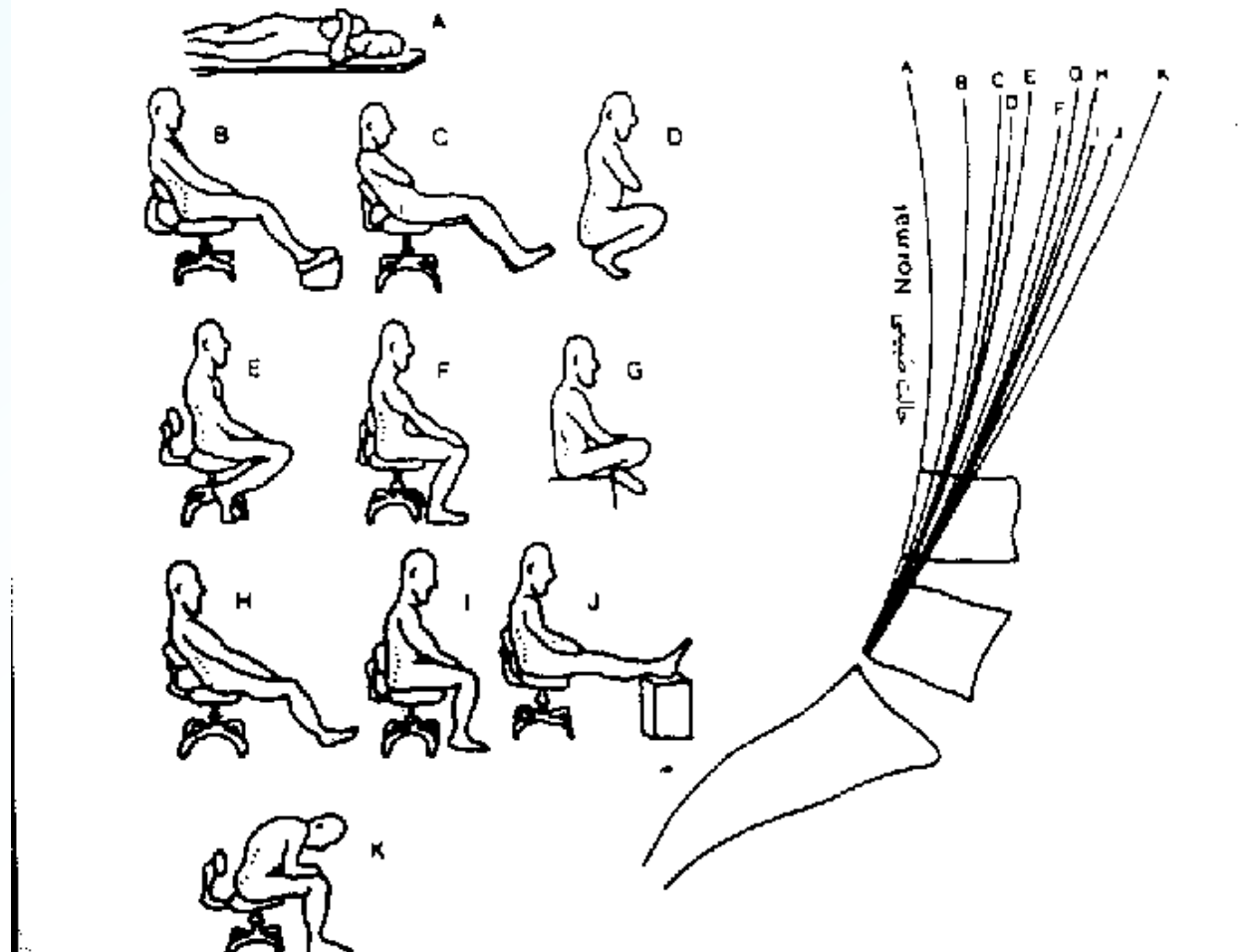
نکات کلی طراحی ارگونومیکی میز و صندلی:

- ۱- جهت آزادی حرکت شانه لبه بالای صندلی باید پایینتر از دستخوان کتف باشد؛
- ۲- لبه بالای صندلی بایستی به بیرون انحناء داشته باشد تا به پشت فشار نیاورد؛
- ۳- پشتی باید قابلیت حرکت و زاویه گرفتن از محور عمودی را داشته باشد؛
- ۴- قسمت پائین پشتی در محدود مهره ۴ و ۵ ستون فقرات قرار دارد؛

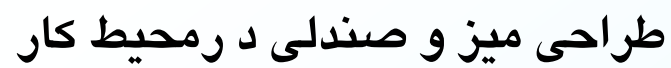
کاربرد آنتروپومتری در طراحی میز و صندلی

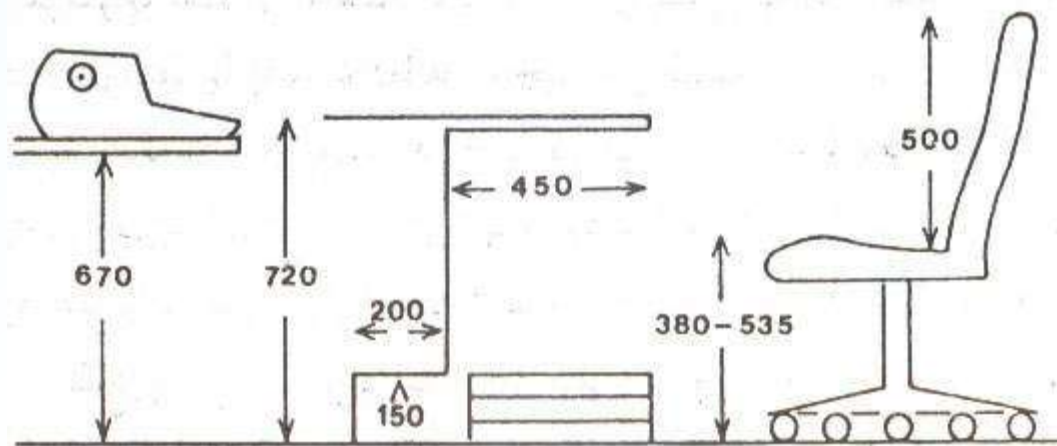
نکات کلی:

- ۵- فضای مناسب برای نشستن بطور راحت را داشته باشد؛
- ۶- از آنجا که ارتفاع مناسب کف صندلی بسته به قد افراد بسیار متفاوت است بهتر است از جسمی در زیر پا استفاده شود؛
- ۷- سطح صندلی باید به عقب شیب داشته باشد تا شخص سر نخورد؛
- ۸- جهت جلوگیری از وارد شدن فشار به اعصاب پشت پا باید بین پا و لبه کف صندلی فاصله باشد و لبه بیرونی کف صندلی انحنا داشته باشد؛
- ۹- فضای کافی برای حرکت پا داشته باشد بنحویکه ساق پا حداقل ۶۰ درجه قابلیت حرکت داشته باشد؛
- ۱۰- سطح میز حدود سه سانتیمتر بالاتر از ارتفاع آرنج باشد؛
- ۱۱- سطح رویه میز صاف باشد؛
- ۱۲- حوزه های دسترسی نرمال و حداکثر مد نظر گرفته شود.



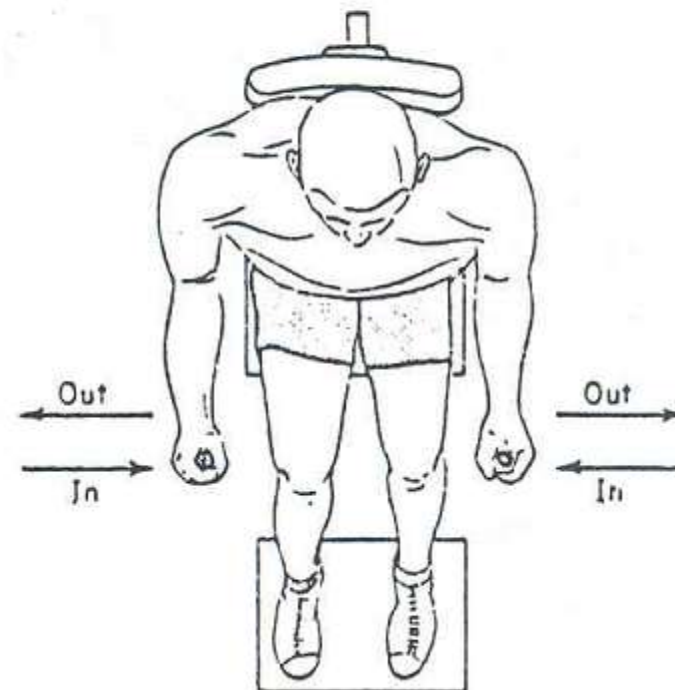
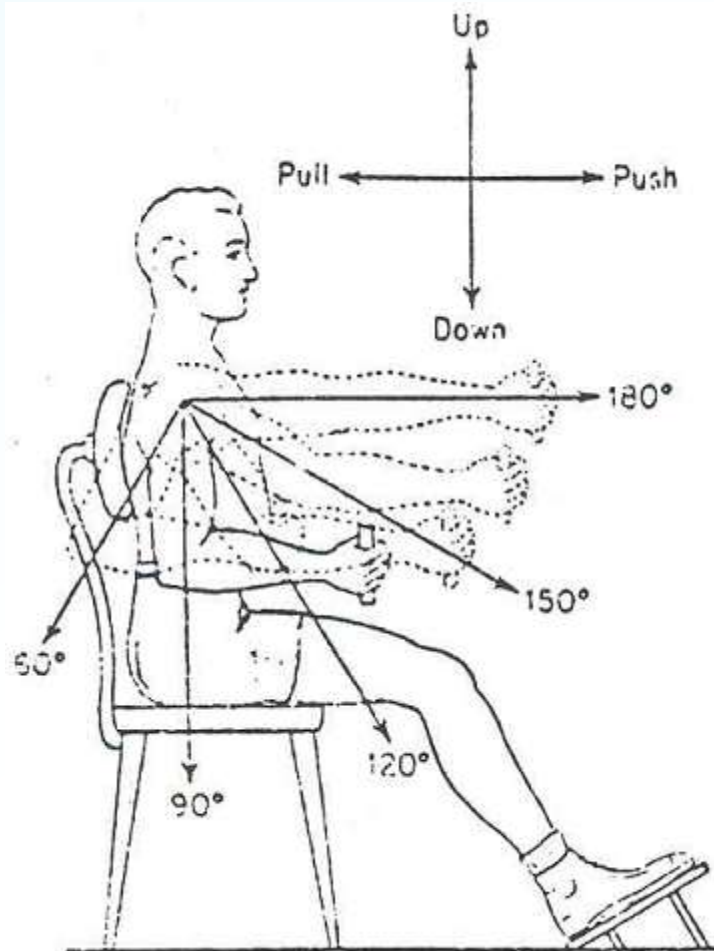
روش صحیح نشستن (حالت B صحیح ترین حالت است)



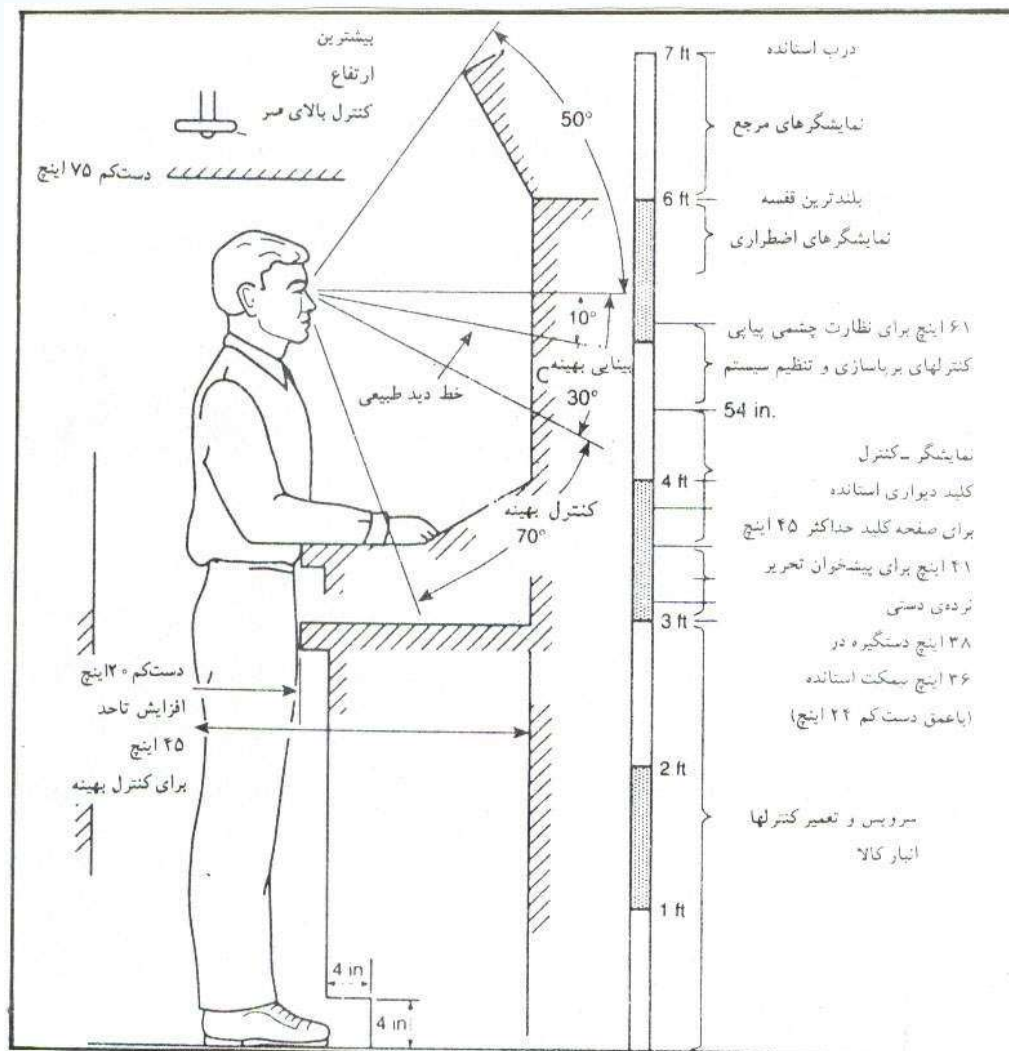


طراحی میز و صندلی در محیط کار

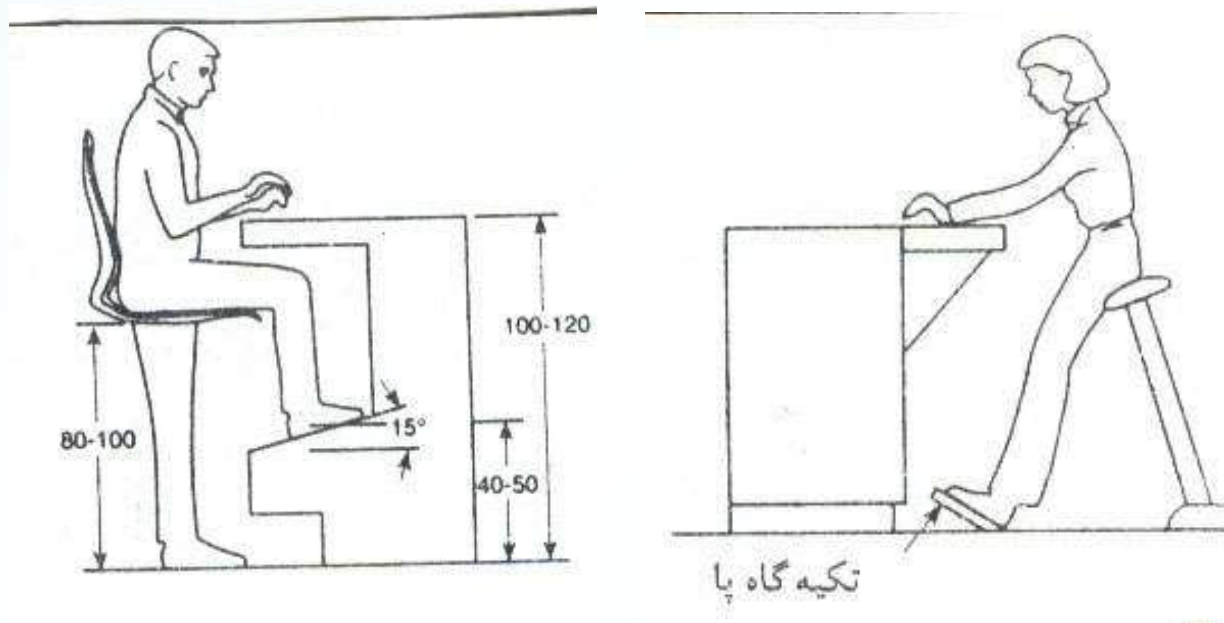
استانداردهایی در مورد وسائل روزمره



استانداردهایی در مورد وسائل روزمره



استانداردهایی در مورد وسائل روزمره



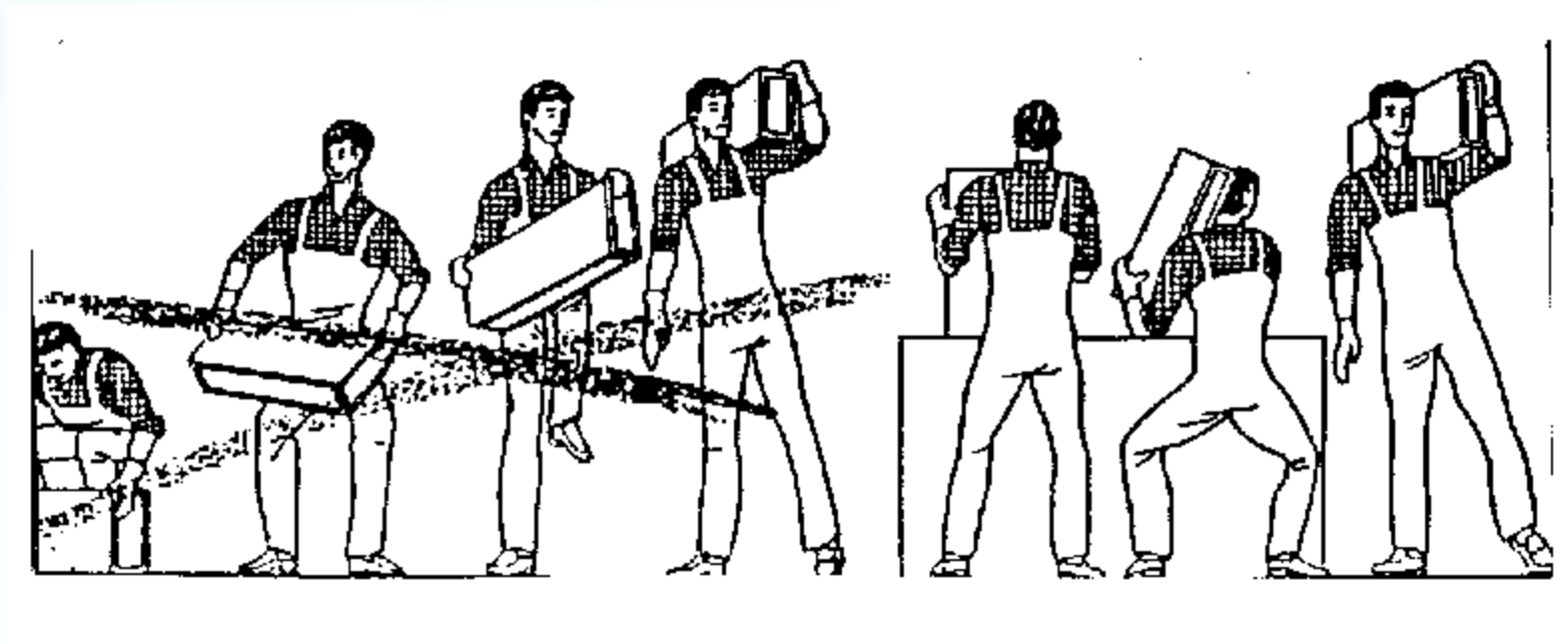
فصل ششم

بیماریها و آسیبهای ناشی از کار

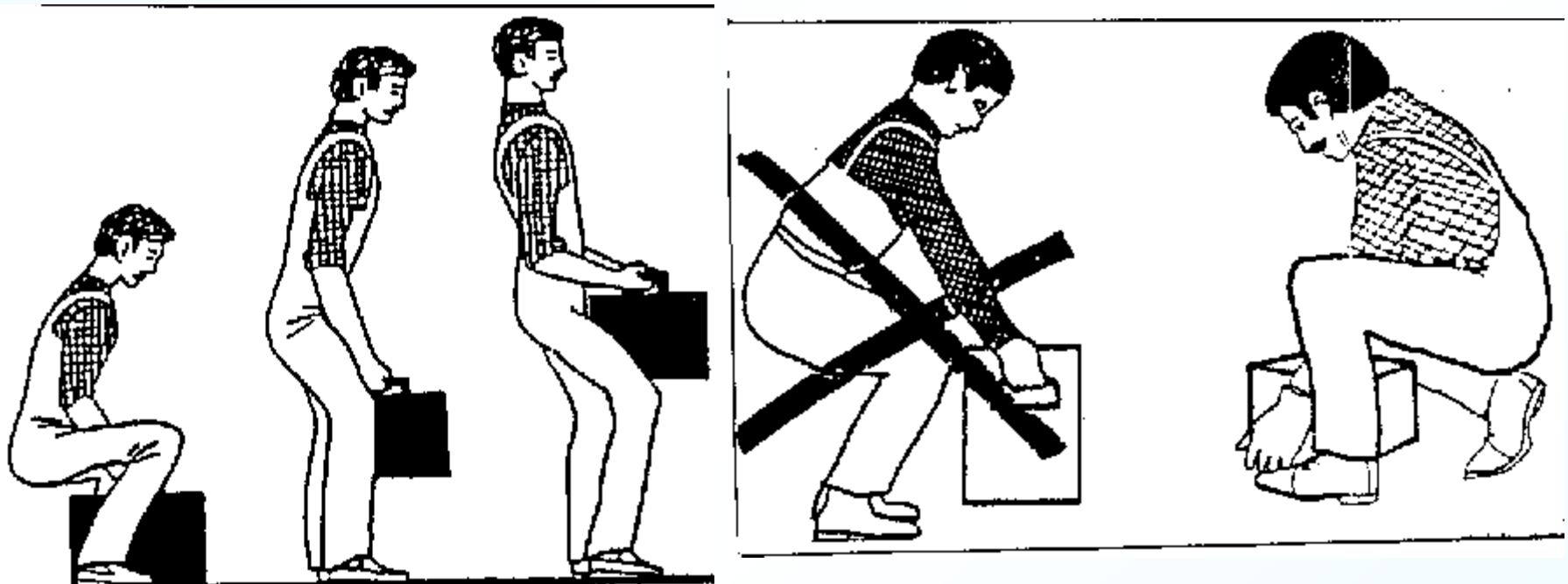
آسیبهای ناشی از بلند کردن بار

آسیبهای کمری ناشی از بلند کردن دستی بار پدیده ای رایج در صنعت است.

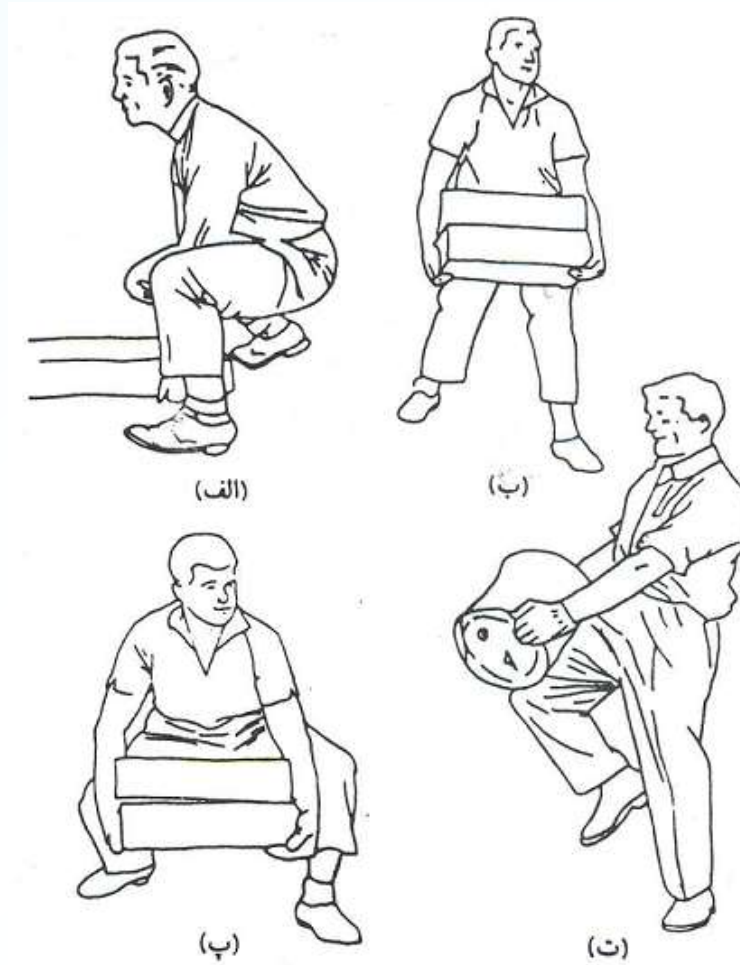
فعالیت‌هایی نظیر **تغییر ناگهانی وضعیت بدن و پیچش و چرخش** بدن در هنگام بلند کردن و **حمل بار** گشتاور بزرگی بر ستون فقرات وارد می کند که **احتمال آسیبهای کمری** را افزایش می دهد.



روشهای صحیح بلند کردن و حمل بار



روشهای صحیح بلند کردن و حمل بار



روشهای صحیح بلند کردن بار

در مورد **آموزش** باید موارد ذیل نیز به کارگران منتقل شود:

الف) بیان **مشکلات ناشی** از آسیبها برای خود کارگران و مدیریت کارخانه؛

ب) ایجاد **احساس مطلوب** در کارگران بدلیل توجه مدیریت به سلامت آنها؛

ج) حل **مشکلات کاری** خاصی که ممکن است هریک از کارگران داشته باشند.

توصیه های که تحت عنوان **دستورالعمل جامعه اروپا** در مورد **بلند کردن بار** مطرح می شوند به شرح زیر هستند:

1. ویژگیهای بار

چنانچه بار سنگین، بسیار بزرگ یا غیر قابل کنترل باشد یا در شرایطی باشد که گرفتن آن در فاصله ای دور از تنه انجام شود یا خمش و چرخش دور از تنه را موجب گردد باعث آسیب می شود.

2. تلاش فیزیکی لازم

چنانچه تلاش فیزیکی بسیار شدید یا سریع و ناگهانی و یا بصورت حرکت چرخش تنه باشد و یا در وضعیت ناپایداری و بی ثباتی بدن انجام شود می تواند به آسیب منجر گردد.

3. ویژگیهای محیط کار

اگر فضای کافی برای کار وجود نداشته باشد کف زمین لغزنده یا ناهموار باشد، درجه حرارت، رطوبت یا تهویه مناسب نباشد ممکن است آسیب بوجود آید.

4. نوع فعالیت

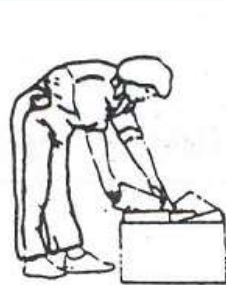
اگر فعالیت نیازمند تلاش فیزیکی طولانی یا پی در پی ستون فقرات باشد یا فاصله استراحت و تجدید قوا وجود نداشته باشد، یا مسیر حمل بار طولانی باشد و یا سرعت و نرخ کار بیش از توان کارگر باشد ممکن است به آسیب بیانجامد.

5. عوامل فردی

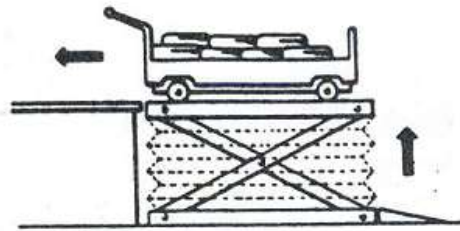
اگر شخص از نظر فیزیکی برای انجام کار مناسب نباشد یا لباس، کفش و تجهیزات او نامطلوب باشد یا دانش و آموزش او کافی نباشد در معرض خطر آسیبها قرار می گیرد.

وسائل حمل و نقل مواد و اشیاء و امکان استفاده از آنها در زمینه تولید

وسائل	حمل و نقل افقی (H) یا عمودی (V)	دریافت	در پست کار	مابین پستهای کار	آزمایش و بازرس ی	بسته بندی	انبار کردن
نقاله ها	H	*	*	*	*	*	*
نقاله های خزنده (که به راحتی قابل حرکتند)	H	*					*
جراثقالها	V			*	*		
چرخ دستی	H		*	*	*		
صفحه ی دوار	H		*	*	*		
میزهای دوار	H			*	*		
خودرو باربر دستی	H	*		*		*	*
خودروی بالا بر چنگکی	H,V	*	*			*	
نقاله ی تغذیه وزنی	H,V				*	*	*
وسیله ذخیره/بازیافت خودکار	H,V	*					
ماشین توده کننده	H,V	*					
میز بالا بر چرخشی	V		*	*	*	*	
هم سطح کننده	V		*	*	*	*	
میز همسطح شونده_ خودتنظیم	V		*	*	*		
وسایل بلند کننده مکشی	V	*	*	*		*	*
میز با ارتفاع قابل تنظیم	V		*	*	*		



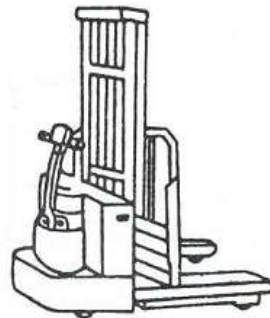
قبل:
خمش بسیار زیاد



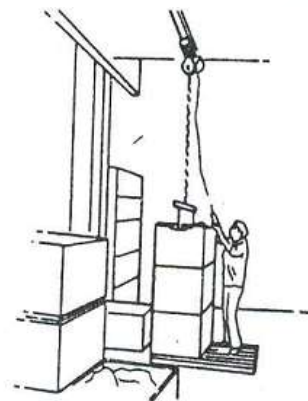
می توان از همسطح کننده
و واگن چرخ دار
استفاده کرد



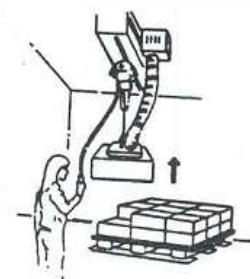
بعد:
میز همسطح شونده - خود تنظیم



خودرو باربردستی

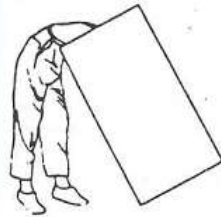


جراثقال سقفی

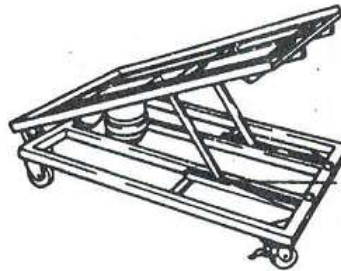


بالابر مکشی

برخی از وسائل بلند کردن و حمل بار



قبل



سکوب چرخشی متحرک



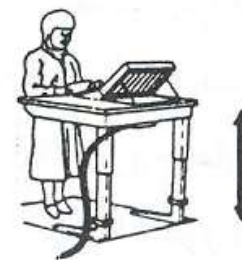
بعد



ابزار معلق



سکوب متحرک



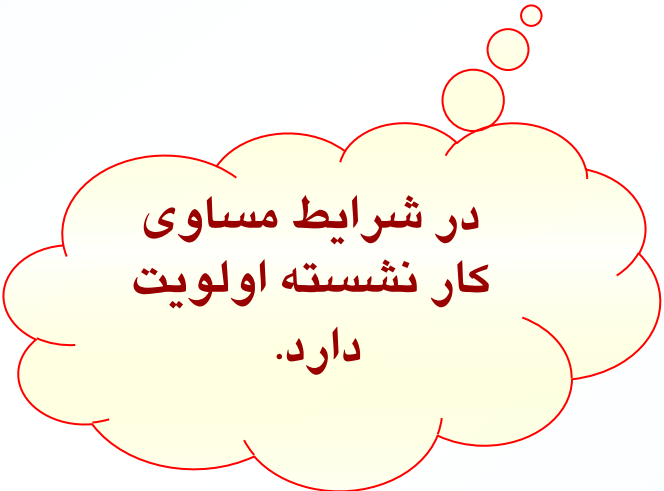
میز با ارتفاع قابل تنظیم

برخی از وسائل بلند کردن و حمل بار

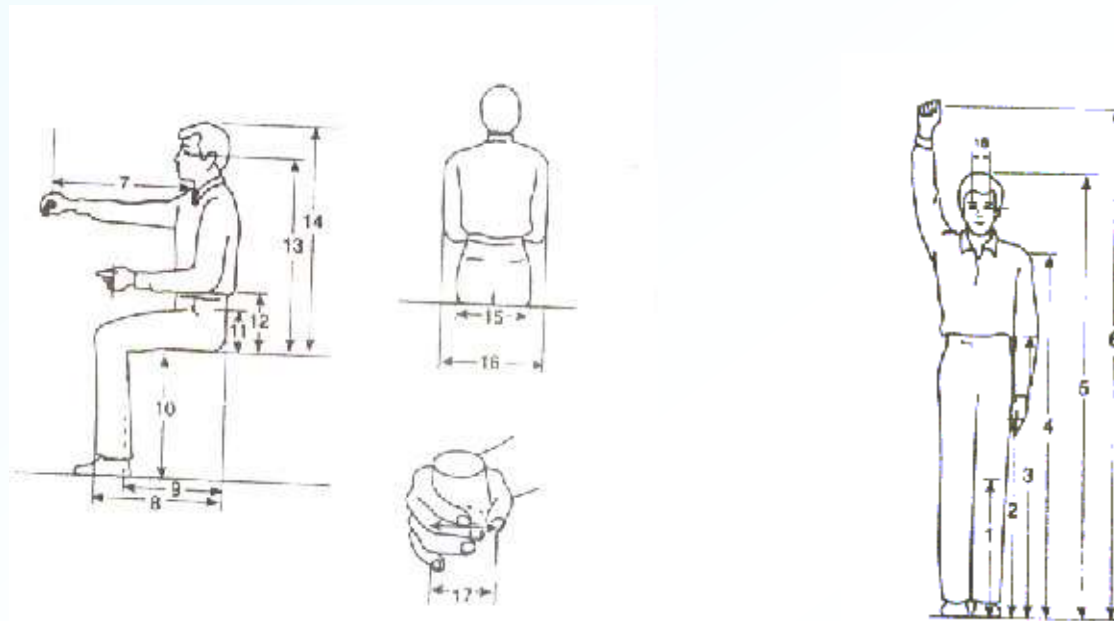
آسیبهای ناشی از وضعیت نامناسب بدن در هنگام کار

گزینش وضعیت بدن در هنگام کار میتواند ایستاده، نشسته و یا حالت بینابین یعنی نشسته - ایستاده باشد.

تعیین این وضعیت غالباً "به عواملی نظیر ارتفاع کار و میزان تسلط لازم به آن انجام می شود."



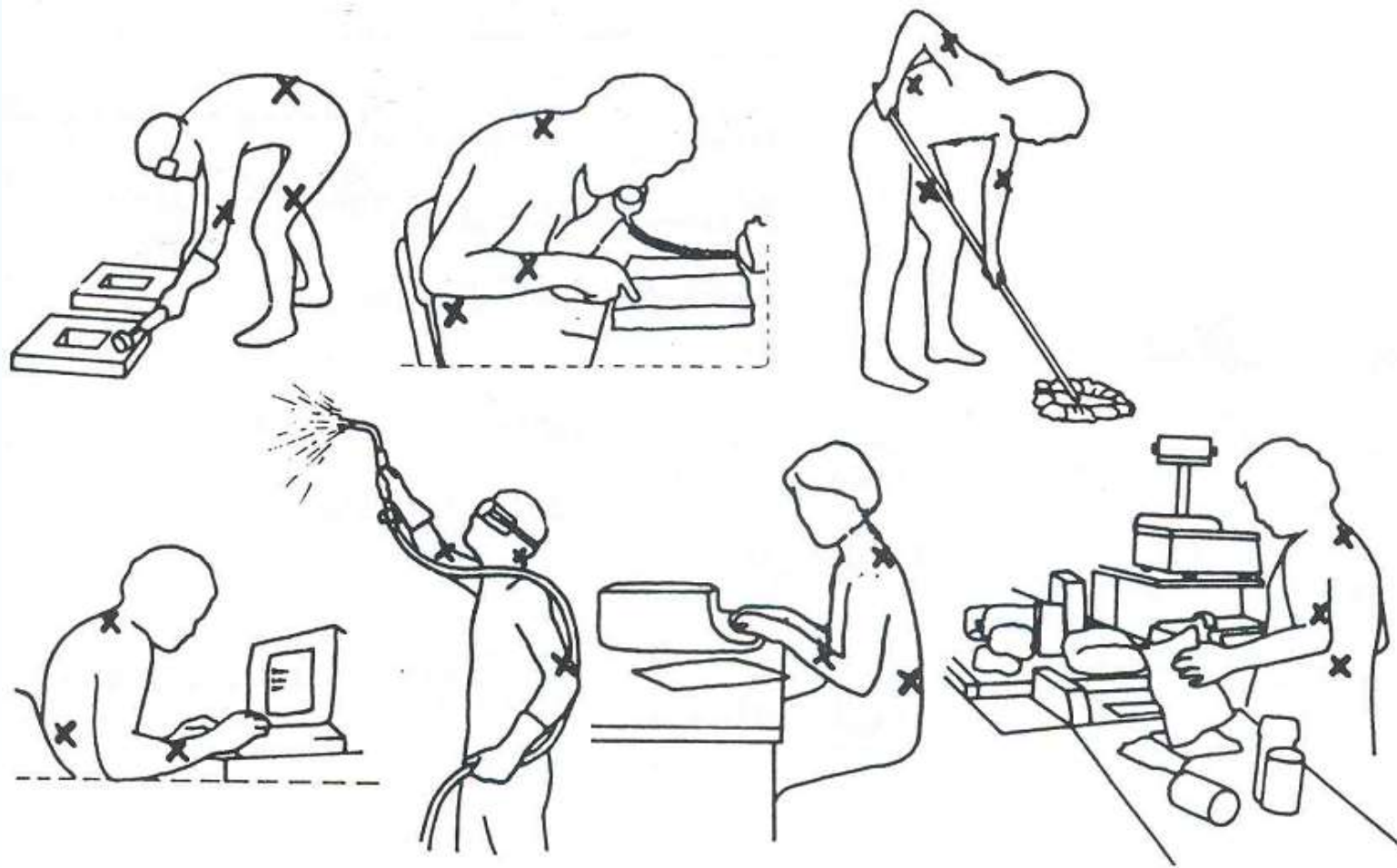
در شرایط مساوی
کار نشسته اولویت
دارد.



وضعیت‌های بدنی آنترپومتریک در
حالت ایستاده و نشسته

انواع وضعیتهای بدنی افراد در موقع انجام کار

وضعیت بدنی	شکایت
– ایستاده – نشسته, بدون وجود حمایت کننده ی ناحیه ی پایینی کمر – نشسته , بدون وجود حمایت کننده ی کمر – نشسته, بدون وجود تکیه گاه مناسب پا – نشسته با آرنجهایی که در ارتفاع زیاد قرار می گیرند – کار کردن در حالتی که بازو و ساعد حمایت نشده و یا کار کردن در حالتی که بازو و ساعد در بالای سر قرار می گیرند – خمش گردن به سمت عقب – خمش تنه به سمت جلو – کار کردن در فضای محدود و محصور – مفصل در وضعیت نهایی	پاها و ناحیه ی پایینی کمر ناحیه ی پایینی کمر قسمت مرکزی کمر زانوها, پاها و ناحیه پایینی کمر ناحیه ی بالایی کمر و قسمت پایینی گردن شانه ها , بازو و گردن قسمت پایینی و قسمت مرکزی کمر عضله های عمل کننده مفصل های عمل کننده



نمونه هایی از وضعیتهای بدنی که مشکلاتی را ایجاد می کنند.

توصیه هائی برای گزینش وضعیت بدن

۱- اگر بلند کردن و حمل و نقل پی در پی اشیا. سنگین ضروری است وضعیت ایستاده بهتر است .

۲- در بسته بندی یا کار های دیگر که در آنها اشیاء و قطعه ها باید در زیر ارتفاع آرنج در راستای قائم جابجا شوند وضعیت ایستاده بهتر است.

۳- اگر در انجام کار لازم باشد که اپراتور دست خود را در جهات گوناگون دراز کند وضعیت ایستاده بهتر است.

توصیه هائی برای گزینش وضعیت بدن

۴- در مورد مونتاژهای قطعات سبک با حرکات تکراری وضعیت نشسته اولویت دارد.

۵- کارهای ظریف دستی که اپراتور نیازمند تکیه گاهی برای ساعد می باشد در وضعیت نشسته بهتر انجام می شود.

۶- بازرسی چشمی و نظارت در وضعیت نشسته بهتر است.

۷- اگر وظیفه فرد از چند قسمت گوناگون تشکیل شده باشد و حرکت به اطراف را نیز در بر داشته باشد وضعیت بینا بین نشسته _ ایستاده بهتر است.

بیماریهای ناشی از کار در کنار نقاله

متأسفانه در اکثر موارد ارتفاع نقاله ها ثابت و حدود ۹۲ سانتیمتر است. درحالیکه **ارتفاع آن باید قابل تنظیم** باشد.

افرادی که در کنار نقاله کار می کنند ممکن است به **بیماری نقاله (Conveyer sickness)** دچار شوند. این بیماری که در مورد نقاله های با سرعت زیاد یعنی بیشتر از ۱۰ متر در دقیقه اتفاق می افتد، سبب **ایجاد گیجی و تهوع** در کارگر می شود.

آسیبهای ناشی از حرکات تکراری

این آسیبها که اصطلاحاً "CTD (Cumulative trauma disorder) یا RMI (Repetitive motion injury)" نامیده می شوند در نتیجه حرکات تکراری عضو بدن مثلاً "دست ایجاد شده و دارای ویژگی انباشتگی هستند."

آسیب ناشی از حرکات تکراری ممکن است با گذشت زمان پیشرفت کرده و آثار خود را در درازمدت آشکار سازد.

عوارض بیماری شامل بیحسی،
سوزش و خارش و درد و ناتوانی
دست در انجام حرکاتها، تورم
عضو و قفل شدن اعصاب می
باشد.

عواملی که باعث تشدید آسیبهای CTD می شوند:

✓ **روشهای نامناسب کار** مانند حرکتهای تکراری دست با نیروی زیاد کشش و خمش دست، چنگش توی و وضعیت بدنی نامناسب هنگام کار؛

✓ **نبودن تجربه کافی برای شخص؛**

✓ **فعالیتهای نامناسب در اوقات فراغت مانند تنیس، بافتنی و ...؛**

✓ **استراحت ناکافی؛**

✓ **شرایط خاص کارگر** مانند بیماری های عصبی و مفصلی یا نامناسب بودن اندازه دست.

دستورالعملهایی برای به حداقل رساندن بیماریهای CTD:

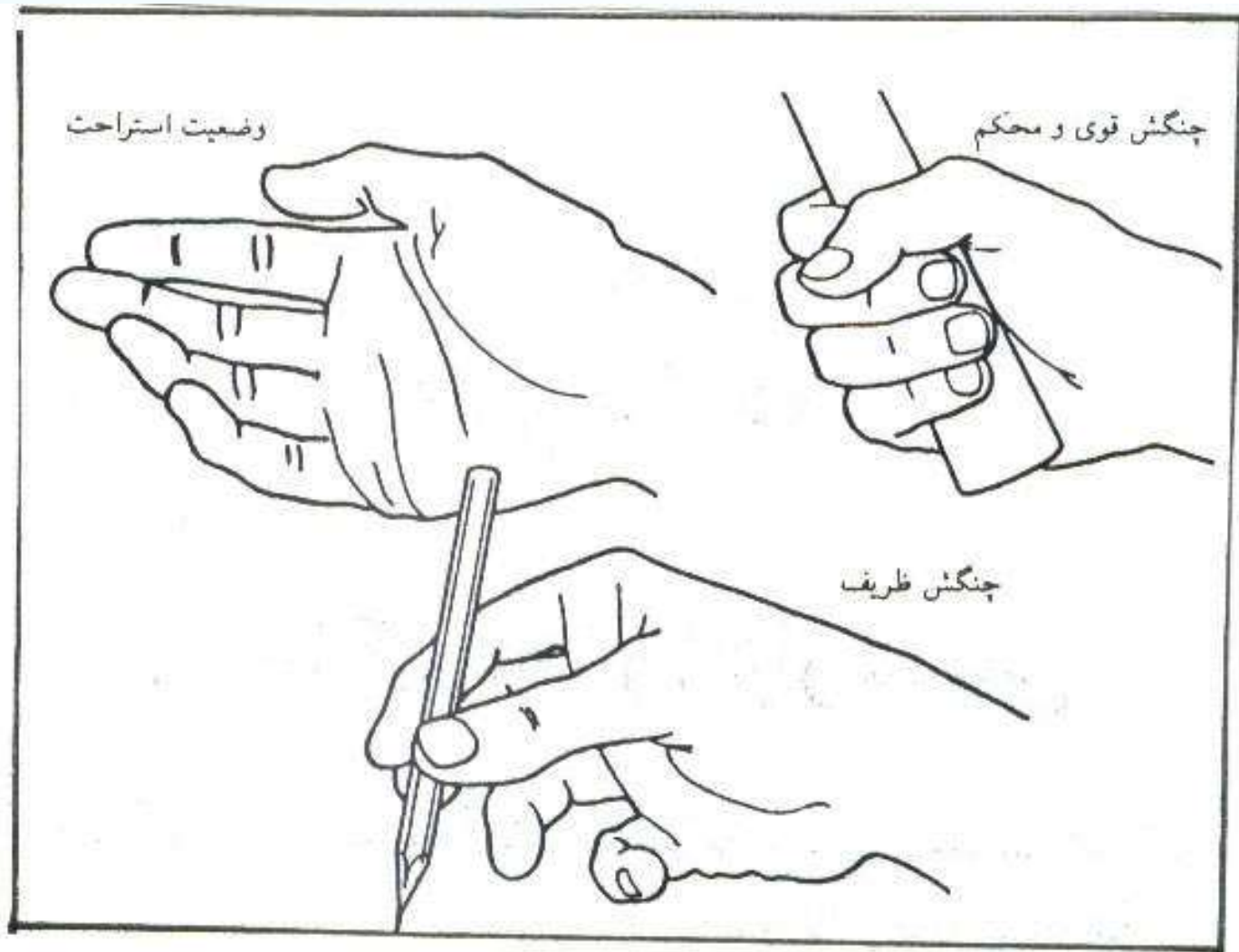
- عدم انحراف شدید دست از محور؛
- عدم اعمال نیروی زیاد به وسیله انگشتان و خمش و کشش ناگهانی دست؛
- طراحی مناسب ابزارهای دستی؛
- رعایت مناطق مجاز کاری تا شخص مجبور نباشد مفصل آرنج خود را در حداکثر کشیدگی نگهدارد؛
- واگذاری کارهای تکراری حتی المقدور به ماشین؛
- اپراتور در انتخاب سرعت دلخواه خود قدری آزادی داشته باشد؛
- محصول طوری طراحی شود که پیچها و چفتهای مونتاژ آن حداقل باشد و از قطعات بزرگی تشکیل شده باشد تا انگشتان زیاد بسته نشود؛
- گشتاور لازم برای بستن پیچها کم باشد.

آسیبهای ناشی از طراحی ابزار دستی

اساساً "در طراحی ابزار دستی باید به نوع چنگش آن توجه داشت. چنگش به دو صورت انجام می شود:

✓ **چنگش قدرتی:** دست حول ابزار مشتم می شود مانند چکش و دسته اره و پیچ گوشتی

✓ **چنگش ظریف** به دو صورت داخلی مانند گرفتن چاقوی غذاخوری که ابزار درون دست گرفته می شود و یا به صورت خارجی که ابزار بین سه انگشت قرار می گیرد مثل قلم می باشد.



انواع چنگش

آسیبهای ناشی از طراحی ابزار دستی

مشکل خاصی که در طراحی ابزار دستی وجود دارد آنست که در اندازه دست **تفاوت زیادی بین زن و مرد** وجود دارد.

همچنین اگر ابزار برای افراد راست دست طراحی شده باشد ممکن است **افراد چپ دست** در گرفتن آن با مشکل روبرو شوند، بویژه اگر جای انگشتان روی ابزار مشخص شده باشد.

آسیبهای ناشی از طراحی ابزار دستی

دو مسئله اساسی که در طراحی ابزار دستی وجود دارد **آسیبهای ناشی از CTD** و **آسیبهای ناشی از ارتعاش** هستند که باید به آن توجه شود.

آسیبهای ناشی از ارتعاش (مکانیکی)

انواع ارتعاش:

- ارتعاشاتی که به تمام بدن منتقل می شوند مانند وسایل حمل و نقل و انواع ماشین های متحرک صنعتی؛
- ارتعاشات آرام که به آن بیماری دریا نیز می گویند و باعث ناراحتیهائی مشابه دریازدگی می شود؛
- ارتعاشاتی که فقط به دست منتقل می شوند نظیر انواع وسایل و ابزار دستی مانند مته، اره، چکشهای باری و لرزاننده های بتون.

بیماریهای ناشی از ارتعاشات منتقل شده به دست:

۱- **بیماری رینو** که در اثر انتقال ارتعاشات ۵۰ تا ۱۰۰ هرتز ایجاد می شود و با کاهش جریان خون سبب خشکی و بی حسی انگشتان و از دست رفتن تدریجی قدرت کنترل عضلات دست می گردد.

این بیماری را عواملی نظیر **سرما و دخانیات** تشدید می کند و عوارض ظاهری آن **سوزش و خارش، بی حسی و درد و احساس خواب رفتگی** است.

بیماریهای ناشی از ارتعاشات منتقل شده به دست:

۲- **بیماری دارت** : که در اثر ارتعاشات بیش از ۱۰۰ هرتز به وجود می آید و نشانه های آن برخلاف بیماری قبلی است یعنی **خون در دستها جمع می شود و تورم، درد و آبی رنگ شدن دستها را در بر دارد.**

استفاده از دسته های جاذب ارتعاش می تواند چنین عوارضی را کاهش دهد.

عوامل اثرگذار بر دبیماری دارت

- ✓ مقدار انرژی فیزیکی حرکت ارتعاشی
- ✓ ماهیت وظیفه مثلاً "شخص درموقع فعایتهاى تفریحى مانند قایق سواری از ارتعاش احساس ناراحتی نمی کند؛
- ✓ آشنائی به وظیفه، مثلاً "یک اپراتور ماهر میتواند با انقباض به موقع عضلات خود ارتعاش را کاهش دهد؛
- ✓ وجود سایر عوامل فشارزا، چنانچه عواملی نظیر صدا نیز در محیط کار وجود داشته باشند باعث تشدید اثر ارتعاش می شوند؛
- ✓ حساسیت فردی، افراد نسبت به ارتعاش حساسیتهای مختلفی دارند مثلاً "افراد سنگین وزن حساسیت بیشتری نسبت به ارتعاش دارند؛
- ✓ جهت ارتعاش، یعنی ارتعاش در کدامیک از سه محور X و Y و Z به بدن منتقل شود و بدن در چه حالتی قرار داشته باشد.

فصل هفتم

طراحی نمایشگرها

هدف یک نمایشگر انتقال اطلاعات از ماشین به انسان است بگونه ای نیازهای سیستم انسان-ماشین برآورده شود.

یک نمایشگر خوب اطلاعات را بگونه ای به فرد منتقل می کند که دارای سه ویژگی سرعت، دقت و حساسیت باشد.

انواع اطلاعاتی که از طریق نمایشگرها منتقل می شود:

۱. اطلاعات کمی Quantitative information

مقدار کمی یک متغیر مورد اندازه گیری نظیر درجه حرارت، سرعت و ...

۲. اطلاعات کیفی Qualitative information

مقدار تقریبی از روند، نرخ و جهت تغییرات یک متغیر

۳. اطلاعات حالتی Status information

شرایط و حالت یک سیستم نظیر حالت روشن و خاموش یک ماشین

۴. اطلاعات اخباری و اضطراری Signal and warning information

حالت‌های اضطراری و یا شرایط نامطمئن، یا حضور و عدم حضور یک شیء در شرایط مورد بررسی نظیر چراغی که اتمام بنزین را اعلام می کند و یا آژیر اعلام خطر

انواع اطلاعاتی که از طریق نمایشگرها منتقل می شود:

۵. اطلاعات تصویری Representation information

اطلاعات از طریق سیستمهای تصویری یا اشکال گرافیکی منعکس می شود
نظیر ضربان قلب که بر روی صفحه یک اسیلوسکوپ دیده می شود

۶. اطلاعات شناسائی Identification information

اطلاعات مربوط به شناسائی یک وضعیت، یک شیء و یا یک شرایط خاص مانند
تابلوهای راهنمایی در جاده

۷. اطلاعات سمبلیک و الفبائی Symbolic and alphanumeric Information

با استفاده از اعداد، حروف الفبا و کدهای خاص ارائه می شوند، نظیر
برچسبها، پلاکارتها، کدهای موجود در جداول اطلاعاتی، آرم سازمانها و ...

۸. اطلاعات زمانی مرحله ای Time-phased information

در آن از علائم و سیگنالهایی که طبق فاصله معین زمانی ارسال می شوند،
جهت انتقال اطلاعات استفاده می شود، نظیر مرس در تلگراف

انواع نمایشگرها

بسته به نوع دریافت اطلاعات بوسیله انسان
نمایشگرها به دو گروه **سمعی (Auditory)** و
بصری (Visual) تقسیم بندی می شوند.

در رده بندی نمایشگرها بصورت
بصری و سمعی معمولاً
نمایشگرهای بصری بیشتر کاربرد
دارند.

موارد کاربرد نمایشگرها

انتخاب سیستم سمعی	انتخاب سیستم بصری
اگر پیام ساده باشد اگر نیاز به عکس العمل نوری و سریع باشد اگر بتوان مطلب را با یک زبان مشخص منتقل کرد اگر پیام کوتاه باشد اگر ضرورت شغلی حرکت را ایجاب نکند اگر سیستم از نظر روشنایی و تشخیص مشکل داشته باشد اگر نتوان پیام را به تأخیر انداخت اگر پیام در ارتباط با مقطعی از زمان است اگر سیستم بصری شخص محدود شده باشد	اگر پیام پیچیده باشد اگر پیام یک عکس العمل نوری و سریع نیاز نداشته باشد اگر نتوان مطلب را با یک زبان مشخص منتقل کرد اگر پیام طولانی باشد اگر ضرورت شغلی استقرار در یک نقطه را ایجاب کند اگر محیط کار دارای سر و صدا باشد اگر بتوان پیام را به تأخیر انداخت اگر پیام در ارتباط با نقطه ای در فضا است اگر سیستم سمعی شخص محدود شده باشد

نمایشگرهای بصری براساس نوع استفاده به دو گروه تقسیم می شوند:

✓ نمایشگرهایی که هیچ کنترلی به همراه ندارند، مانند ساعت معمولی و یا Dialهای موجود در اطاق کنترل کشتی، در این نوع موارد اپراتور می تواند اطلاعات را ثبت یا اقدام دیگر انجام دهد.

✓ نمایشگرهایی که ابزار کنترل با آنها همراه بوده و اپراتور قادر است هر نوع تنظیمی را انجام دهد. مانند پیچ تنظیم رادیو که موج آنرا نشان می دهد.

انواع نمایشگر بصری

مهمترین نوع این نمایشگرها یک **مقیاس مدرج** است که از روی یک عقربه مقدار مورد نظر خوانده می شود که به این نوع نمایشگرها **Dial** میگویند.

سایر ابزارهای عقربه دار ممکن است مقیاس مدرجی نداشته و صرفاً **وضعیت سیستم را نشان** دهند. مانند شیر گاز، که این وسایل را **Indicator** می نامند.

به نمایشگرهای بصری که تغییرات سیستم را به اپراتور نشان می دهد ابزارهای **اخطاری (Warning device)** می گویند.

وسیله ای که مستقیماً اطلاعات را بصورت شماره عرضه می کند **Counter** خوانده می شود.

از نظر نوع اطلاع رسانی نمایشگرهای بصری به سه گروه تقسیم می شوند:

- نمایشگرهای کمی
- نمایشگرهای کیفی
- نمایشگرهای تصویری

✓ نمایشگرهای کمی

اطلاعات کمی را به دو صورت **آنالوگ** (**قیاسی**)،
تحلیلی و **دیجیتال** (**رقمی**) عرضه می کنند.

✓ نمایشگرهای کیفی

از این نمایشگرها زمانی استفاده می شود که شخص در **مرحله اول نیاز** داشته باشد که **مقدار تقریبی** یا **نرخ و روند حرکت متغیر** را بداند.

✓ نمایشگرهای تصویری

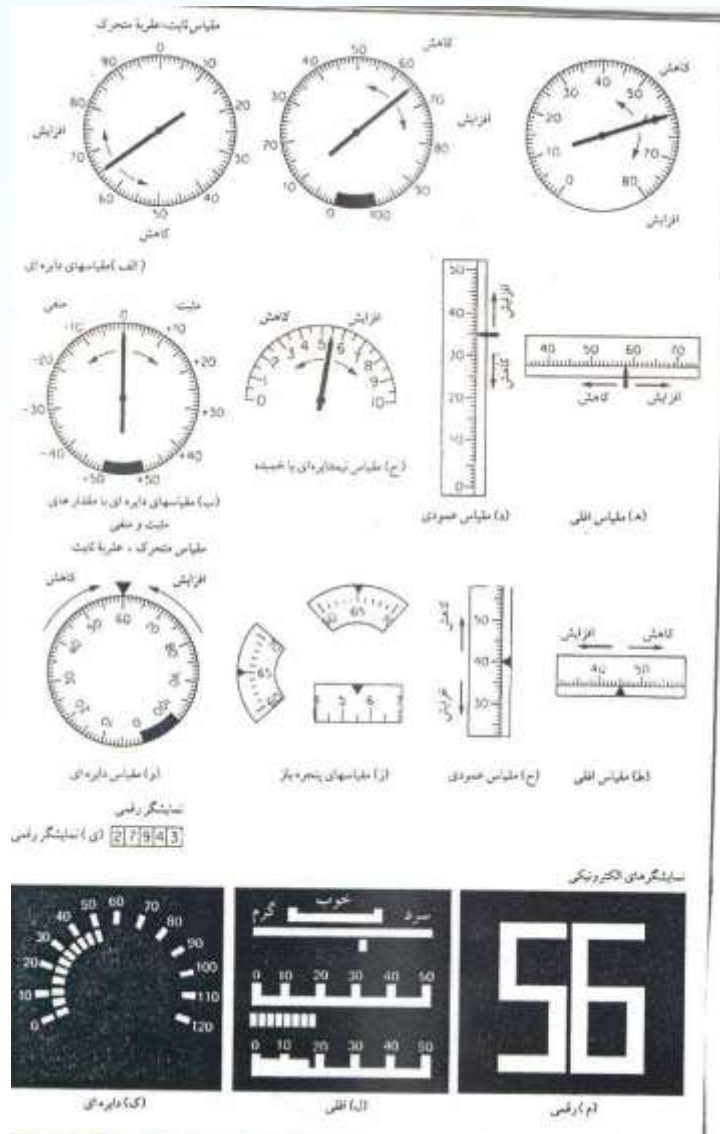
این نمایشگرها برای اپراتور یک مدل در حال کار از ماشین یا کل فرآیند ارائه می دهند.

این نمایشگرها بخصوص برای سیستم های بزرگ که از راه دور کنترل می شوند ، بسیار مناسب هستند و به استفاده کننده این امکان را می دهد که عملکرد هر بخش سیستم را در ارتباط با کل سیستم تحلیل کرده و اشتباهات را درک کند.

✓ نمایشگرهای تصویری

۱- نمایشگرهایی که وسایل و ادوات تصویری در آنها دقیقاً **شکل اجسام را مشخص** می کند، **مانند تلویزیون** و ... به این نوع نمایشگرها نمایشگرهای CRT (CATHOD RAY TUBE) گفته می شود.

۲- نمایشگرهایی که **جنبه توصیفی** و سمبلیک دارند، مانند **نقشه های خطوط گاز، مترو و ...**



انواع نمایشگرها

طراحی دیالها

نکاتی که باید در طراحی دیالها در نظر گرفت:

- ۱- تعداد **قسمتهای نشانه روی** صفحه باید بگونه ای باشد که بین سرعت و دقت تعادل ایجاد شود؛
- ۲- اندازه این نشانه ها **باید به حدی بزرگ** باشد که اپراتور به راحتی قادر به خواندن آن باشد:

فاصله اپراتور با نمایشگر

۲۰۰

= ارتفاع حروف و ارقام

نکاتی که باید در طراحی دیالها در نظر گرفت:

۳- ساختار و شکل صفحه مقیاس و جهت شماره گذاری نشانه ها باید مطابق با **عادات مصرف کنندگان** باشد.

۴- **توالی** اعداد روی صفحه بهتر است **پشت سرهم** و با فواصل منظم باشد و این فواصل بخصوص از ضرائب ۱۰ و ۵ استفاده کرده باشد.

۵- در مصارف عمومی به نظر می رسد **قطر بهینه برای Dial، ۵۵-۷۵ میلیمتر** باشد اما در صورت نیاز به خواندن دقیق تغییرات قطرهای ۱۰۰ یا ۱۵۰ میلیمتر نیز قابل قبول است.

۶- **اندازه عقربه** ها نباید خیلی کوتاه باشد و نباید به قدری بلند باشد که اعداد روی صفحه را بپوشاند.

نکاتی که باید در طراحی دیالها در نظر گرفت:

- ۷- تحقیقات نشان داده است که معمولاً "یک نگاه سریع به نمایشگر جهت خواندن اطلاعات حدود ۱۲/۰ ثانیه طول می کشد در طول چنین زمانی **دیالهای دایره ای کمترین میزان اشتباه** را داشته اند در حالیکه میزان اشتباه در دیالهای خطی بیشتر بوده است.
- ۸- چنانچه لازم باشد مقدار متغیر مدتی روی صفحه بماند **نمایشگر دیجیتالی** ترجیح داده می شود.
- ۹- برای مقیاسهای کیفی بهتر است از صفحه **مقیاس ثابت با عقربه متحرک** استفاده کنیم.

مقایسه ای از انواع دیالها برای عملکردهای مختلف

<u>کاربرد</u>	<u>نوع دیال</u>	<u>عقربه متحرک با صفحه ثابت</u>	<u>عقربه ثابت با صفحه متحرک</u>
خواندن مقادیر کنتور	مناسب	مناسب	خیلی خوب
مشاهده و دریافت نرخ تغییرات	خیلی خوب	مناسب	بی استفاده
تنظیم یک مقدار جهت هدایت فرایند	خیلی خوب	مناسب	مناسب

فصل هشتم

طراحی کنترلرها

در طراحی کنترلرها در نظر گرفتن عواملی
مانند نوع عملکرد، سطح تغییرات عامل
مورد کنترل، دقت، سرعت و نیروی مورد
نیاز و رابطه بین نمایشگر با کنترل
ضروری است.

انواع کنترل

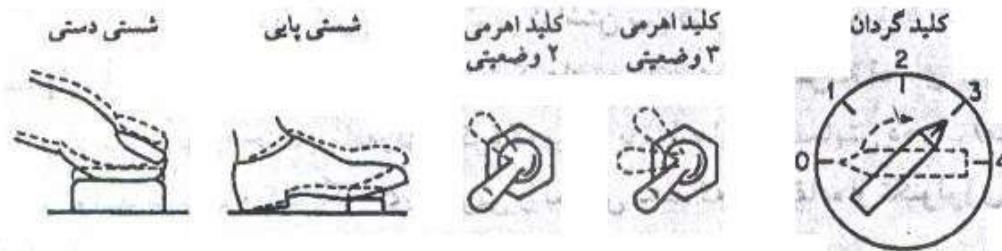
نوع کنترل	کار انداختن	تنظیم مجرد	تنظیم و کنترل مداوم	ورود اطلاعات
دگمه فشار دستی (Hand push Button)	*			
دگمه فشار پایی (Foot push button)	*			
سوئیچ میله ای (Toggle swith)	*	*		
سوئیچ چرخان (Rotrey selector swtch)		*		
دگمه پیچی (knob)		*	*	
هنگل (Crank)		*	*	
فرمان (Handweel)		*	*	
اهرم (Level)		*	*	
پدال (Pedal)		*	*	
ردیف کلید (حروف) (Keyboard)				*

قواعد کلی در مورد انتخاب کنترلرها

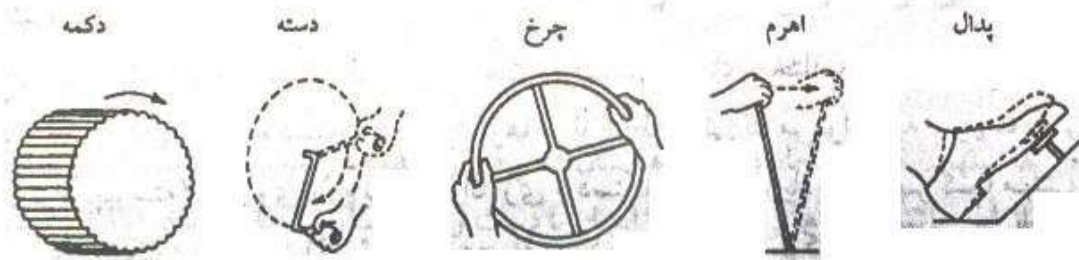
✓ کنترلرها باید طوری توزیع شوند که اعضای مختلف بدن آنها را بکار گیرد. کنترلرهائی که نیاز به کاربرد زیاد و اعمال مداوم نیرو دارند برای پا در نظر گرفته شوند و کنترلرهائی که به سرعت و دقت عمل نیاز دارند برای دست طراحی شوند.

✓ انتخاب، محل یابی و جهت دادن به حرکت کنترلرها باید به نحوی باشد که حرکت آنها مطابق با جابجائی نمایشگر مربوط به آنها باشد.

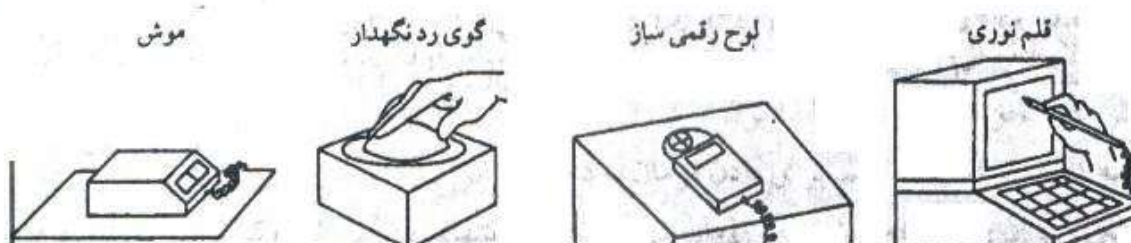
برای انتقال اطلاعات نا پیوسته

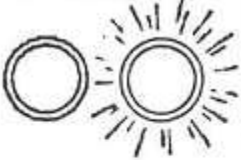
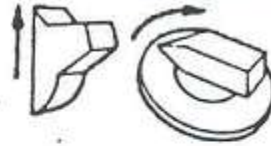
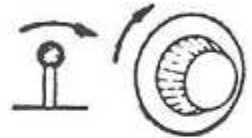


برای انتقال پیوسته متعارف



برای انتقال اطلاعات وضعیت دمی مکان نما



SYSTEM RESPONSE		ACCEPTABLE CONTROLS	
TYPE	EXAMPLES	TYPE	EXAMPLES
STATIONARY		LINEAR OR ROTARY	
ROTARY THROUGH AN ARC LESS THAN 180°		LINEAR OR ROTARY	
ROTARY THROUGH AN ARC MORE THAN 180°		ROTARY	
LINEAR IN ONE DIMENSION		LINEAR OR ROTARY	
LINEAR IN TWO DIMENSIONS		LINEAR OR TWO ROTARY	

نمونه هایی از سیستمهای کنترل

قواعد کلی در مورد انتخاب کنترلرها

✓ **کنترلرهای چرخشی هنگامی مناسبند که تنظیم دقیق لازم باشد زیرا کنترلرهای خطی **دامنه جابجائی محدود** داشته و در یک دامنه بزرگ نمی توانند دقیقا" تنظیم شوند.**

✓ **وقتی که هدف کنترل تنظیمات **گسسته** و یا حالت روشن و خاموش باشد بهتر است از **دکمه های فشاری** استفاده شود. اما چنانچه تعداد زیادی از تنظیمات گسسته در اختیار فرد باشد می توان از یک کنترل پیوسته استفاده کرد.**

قواعد کلی در مورد انتخاب کنترلرها

- ✓ در انتخاب کنترل باید **نیروی مورد نیاز** برای اعمال کنترل را در نظر گرفت.
- ✓ کنترلرها باید به آسانی شناسائی شود و حتی المقدور هم با چشم و هم با **لامسه قابل شناسائی** باشد.
- ✓ میتوان با تلفیق کنترلهای مختلف هم در حرکات اپراتور و هم در فضای پانل صرفه جویی کرد.

گزینش نوع کنترل

نوع کنترل	نیرو و حالت‌های ممکن
قفل کلیدی، دکمه، فشاری شستی، سویچ اهرمی سلکتور چرخشی، سویچ اهرمی سلکتور چرخشی کلید گردان (Knob)، اهرم کنترل اهرم فرمان با دستگیره، دستگیره دوار چرخشی (Rotary Knob)	نیروی بکار اندازی کوچک: ۲ حالت جداگانه از یکدیگر ۳ حالت جداگانه از یکدیگر ۴ تا ۲۴ حالت جداگانه گسترده کوچکی از حالت‌های پیوسته گسترده بزرگ از حالت‌های پیوسته
دکمه فشاری دستی (Hand Push Bottom) (پدال پایی) اهرم، سلکتور چرخشی فرمان مدور دستی، اهرم کنترل اهرم فرمان با دستگیره، فرمان مدور دستی	نیروی بکار اندازی بزرگ: ۲ حالت جداگانه از یکدیگر ۳ تا ۲۴ حالت جداگانه گسترده کوچکی از حالت‌های پیوسته گسترده بزرگی از حالت‌های پیوسته

برای دکمه های پیچی نسبت
C/D عبارتست از یکدور
چرخش کنترل تقسیم
برجایجائی نمایشی

مفاهیم کلی در انواع کنترلرها

نسبت کنترل به نمایشگر (C/D)

این نسبت عبارتست از نسبت فاصله جابجائی کنترل به جابجائی نمایشگر

برای کنترلهائی که شامل حرکات چرخشی هستند این نسبت عبارتست از:

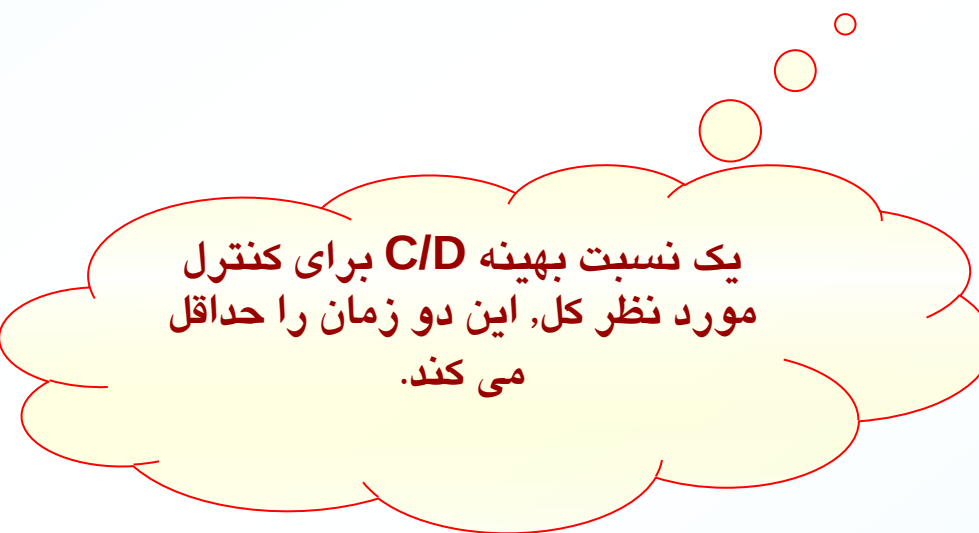
$$\frac{C}{D} = \frac{a/360 \cdot 2L}{\text{جابجایی نمایشگر}}$$

که در آن a جابجائی زاویه ای کنترل بر حسب درجه و L طول بازوی اهرم می باشد

برای بهینه کردن نسبت C/D یک اپراتور ماهر جابجائیهای زیر را انجام می دهد:

اول، جابجائی زیاد ابزار کنترل برای آنکه کنترل بسرعت به نزدیک یک وضع مطلوب برسد.

دوم، جابجائی کنترل برای تنظیم دقیق در وضعیت مطلوب.



یک نسبت بهینه C/D برای کنترل مورد نظر کل، این دو زمان را حداقل می کند.

جهت ارتباط حرکتی بین کنترول و نمایشگر

✓ **کلیشه های حرکتی جوامع** باید در موقع طراحی نمایشگر و کنترول در نظر گرفته شود، مثلاً " برای ما بدیهی بنظر می رسد که بستن شیر باید در جهت حرکت عقربه های ساعت و باز کردن آن در خلاف جهت باشد.

✓ چنانچه این کلیشه ها هم در نمایشگر و هم در کنترول بصورت **یکنواخت** در نظر گرفته شوند باعث کم شدن زمان تصمیم گیری ، بهبود سرعت و دقت تنظیم، کاهش زمان فراگیری و کم کردن اشتباهات می شود.

کدبندی ابزارهای کنترلی

هدف از کدبندی کنترلرها **سهولت در شناسائی آنهاست**.
بدین ترتیب **تعداد دفعات بکارگیری غلط** کنترلرها کاهش یافته
و **زمان لازم** برای کنترل صحیح کم می شود.

روشهای معمول برای کدبندی کنترلرها

- ✓ استفاده از برجسب
- ✓ استفاده از رنگ
- ✓ استفاده از شکل
- ✓ استفاده از محل استقرار
- ✓ استفاده از اندازه
- ✓ استفاده از حالت کارکرد

کنترل‌های اضطراری

✓ طراحی و عمل استقرار کنترل‌های اضطراری به توجه و دقت ویژه‌ای نیاز دارد زیرا پیدا کردن سریع آنها بسیار جدی و حیاتی است، مهمتر آنکه در شرایط اضطراری احتمال اشتباه کردن اپراتور زیاد می‌شود.

✓ کنترل‌های اضطراری باید از طراحی مناسبی برخوردار باشند تا امکان واکنش سریع و صحیح را برای اپراتور فراهم آورند.

نکات مربوط به کنترل‌های اضطراری

(الف) کنترل اضطراری باید از کنترل‌های روزمره دستگاه دور باشد، تا خطر استفاده غیر عمدی آن کاهش یابد.

(ب) دسترسی اپراتور به کنترل اضطراری باید راحت باشد.

(ج) کنترل‌های اضطراری باید قرمز رنگ باشند.

چند نمونه از کنترل‌های اضطراری

➤ **دکمه های فشاری** که بوسیله کف دست براه می افتند.

➤ **سیمهای اضطراری**

➤ **کلید Dead man (مرد مرده):** عملکرد این کلید به نحوی است که تا وقتی **کلید در فشار باشد** ماشین کار می کند و چنانچه اپراتور در شرایط اضطراری فشار روی کلید را قطع کند ماشین از کار می افتد.

چند اصل کلی در طراحی کنترلرها

- ✓ **حداکثر نیرو، سرعت، دقت و یا محدوده حرکت بدن که برای کار با ابزار کنترل لازم است نباید بزرگتر از حد مجاز قابلیت یک اپراتور باشد.** بخصوص در مورد کنترلهائی که کاربرد آنها بصورت مداوم و جزء توالی فرایند کار انجام می شود این امر اهمیت بیشتری دارد.
- ✓ **تعداد ابزارهای کنترل باید در حداقل نگاه داشته شوند و جابجائی کنترل تا حد امکان ساده و آسان باشد.**

چند اصل کلی در طراحی کنترلرها

- ✓ **جابجائیهای کنترل** که بنظر اپراتور طبیعی می آیند از موارد پیچیده مؤثر بوده و **خستگی کمتری** ایجاد می کند.
- ✓ **ابزارهای کنترل** باید **مقاومت خوبی** در حین کار داشته باشند، تا امکان بروز **حوادث ناشی از اعمال نیرو** بوسیله دست یا پا یا اجسام دیگر روی آنها کم شود.
- ✓ **ابزارهای کنترل** باید طوری طراحی شوند که **خطری** برای انگشت، دست یا پا محسوب نشود.

فصل نهم

طراحی ایستگاه کاری

طراحی ایستگاه کاری یکی از مواردی است که در مباحث گوناگون مهندسی صنایع نظیر **ارزیابی کارو زمان، طرح ریزی واحدهای صنعتی و فاکتورهای انسانی** مطرح می شود.

اصول کلی اولیه برای طراحی ایستگاه کاری در تمام موارد یکسان است اما تلاش می شود که در این درس از **دیدگاه عوامل ارگونومی و آنتروپومتری** به آن نگاه شود در حالیکه در دروس دیگر بیشتر از **جنبه زمان و سرعت تولید** به این مسئله نگاه می شود.

طراحی ایستگاه کاری شامل طراحی لی اوت پانل، نمایشگرها، کنترلرها و ابزارهای مورد نیاز کارگر است و همچنین وضعیت قرارگرفتن شخص در ایستگاه را نشان می دهد.

لی اوت ایستگاه کاری باید با توجه به موارد ذیل طراحی شود:

- ✓ **مواردی که کارگر باید ببیند**، شامل نمایشگرها و کنترل‌های داخل ایستگاه، نمایشگرها و اطلاعات خارج ایستگاه، سایر افراد و تجهیزات جانبی؛
- ✓ **مواردی که کارگر باید بشنود**، شامل صحبت‌های لازم سایر افراد بطور مستقیم، پیام‌های غیر مستقیم و سیگنال‌ها، زنگ‌های خطر و صدای ناشی از عملیات مورد بازرسی؛
- ✓ **حرکاتی که باید در حین کار انجام شود** شامل کنترل‌های دستی و پائی، تغییر در وضعیت دستگاه‌ها و عملکرد آن، نشستن و برخاستن و حرکات در وضعیت اضطراری و ...؛
- ✓ **فضای لازم برای تحرک بدن**، شامل امکان حرکت دادن انگشتان، سر، زانو و سایر اعضا هم در موارد اضطراری، ارتباط با سایر اپراتورها و اجزای سیستم و سایر مواردی که برای رفع خستگی کارگر، بسته بهمورد لازم است.

اصول اساسی که بایستی در هنگام طراحی ایستگاه کاری در نظر گرفته شود

- ۱- **توانائی دیدن** : که میتوان آنرا در دو سطح در نظر گرفت، سطح اول اجسامی که در یک نگاه اولیه دیده می شوند و سطح دیگر، اشیاء، نمایشگرها و ابزارها ئی که اپراتور باید به آنها دقت کند؛
- ۲- **توانائی تحرک** : کلیه اعضای بدن باید قادر باشند بگونه ای سالم در محیط کاری تحرک داشته باشند، یعنی توقف در ایستگاه کاری نباید باعث بیکاری در اعضای بدن شود؛
- ۳- **کارائی شغلی** : ایجاد ارتباط مناسب بین کنترلها و نمایشگرها، دسته بندی منطقی آنها در زیر سیستمهای مختلف، مرتب کردن اجزاء برحسب توالی عملیات و تطابق با سایر اجزاء سیستم در ارتقاء عملکرد اپراتور و حداقل کردن خطاهای او مؤثر هستند؛

۴- عوامل فیزیولوژیکی : توانائیهای بدنی کارگر و محدودیتهای آن باید مد نظر قرار بگیرد؛

۵- عوامل روانی : طراحی خوب ایستگاه کاری در کارائی شخص بسیار مؤثر است، یعنی اگر ایستگاه کاری سازمان یافته، راحت، ساده، قابل اطمینان، ایمن و جذاب باشد باعث انگیزش اپراتور می شود؛

۶- عوامل ابعادی : رعایت جداول و مقادیر آنتروپومتریک و درصد افرادی که میتوانند به راحتی در ایستگاه کار کنند ضروری است؛

۷- عوامل محیطی : مشکلاتی نظیر نور، صدا، ارتعاش، فشار، تابش حرارتی و ... باید حتی المقدور در محل تولید خود مهار شود

۸- اولویت بندی طراحی:

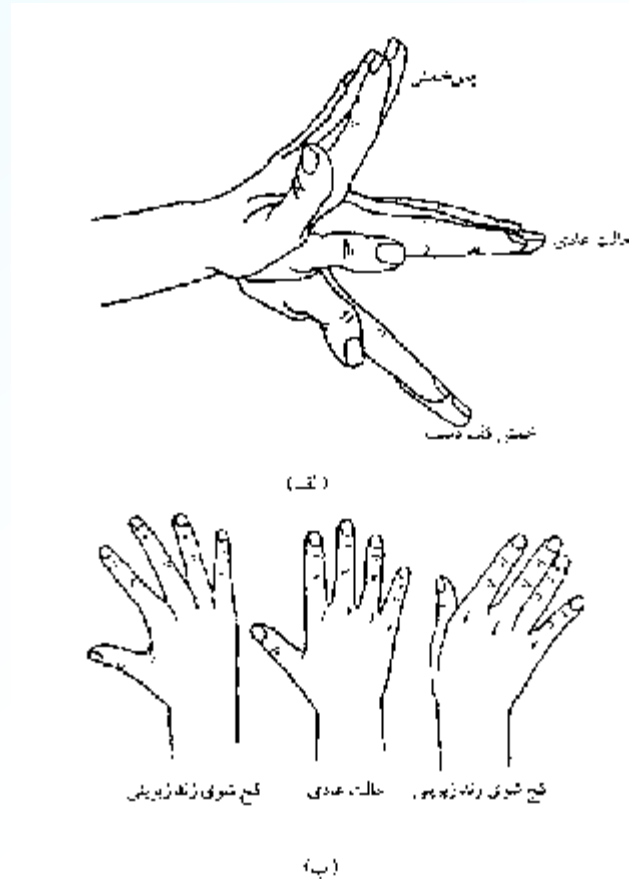
- **اولویت نخست باید به محدودیتهای بینائی** شخص داده شود. یعنی مواردی که شخص باید ببیند در بهترین موقعیت ممکن قرار گیرد؛
- **اولویت بعدی آنست که کنترلهای متناظر** با نمایشگرهای اولویت اول جاییابی شود؛
- **اولویت سوم به سایر کنترلها و نمایشگرها** داده می شود و روابط بین آنها مورد نظر قرار می گیرد. مثلاً "یک کنترل نباید جایی قرار گیرد که دست مربوط به آن روی نمایشگرها را بپوشاند و مانع دیدن شود؛
- **اولویت چهارم به مرتب کردن عناصر ایستگاه** برحسب توالی عملیات اختصاص می یابد بنحویکه مثلاً "عناصر مورد استفاده متوالی از چپ به راست و یا بالا به پائین مرتب شده باشد؛
- **اولویت پنجم تخصیص امکان عناصر ایستگاه کاری** بر اساس دفعات استفاده است یعنی عناصری که بیشتر استفاده می شوند در دسترس تر باشند؛
- **آخرین اولویت به همگونی چیدمان** مربوط می شود که زیر سیستمهای مشابه در کنار یکدیگر قرار گیرد.

۹- **انطباقها :** اصولاً " برای طراح بهتر است که طراحی خود را بنحوی انجام دهد که جسم موردی نظر **منطبق بر محدودیتهای فیزیکی** انسان باشد نه اینکه شخص مجبور شود خود را با جسم تطبیق دهد؛

۱۰- **تلفیق :** طراحی باید براساس یک سیستم جامع انجام شود . به طوریکه شخص طراح از ابتدا اصول مربوط به طراحی ایستگاه کاری را نیز در نظر بگیرد و همزمان آنرا در طراحی خود اعمال کند؛

۱۱- ایمنی : ایمنی برای اپراتور و تجهیزات مهمترین اصل ایستگاه کاری است بنابراین باید از نکاتی که می تواند به خودی خود باعث خطر شود (مثل لبه تیز) و نیز عواملی که باعث اشتباه اپراتور ایجاد خطر می شوند دوری نمود؛

۱۲- استانداردسازی : طراح باید قبل از شروع به طراحی مواردی را که قبلاً " برای چیدمان این سیستم بکار رفته مدنظر داشته باشد. استفاده از استانداردها موجب کاهش زمان آموزش و باعث شانس کمتری برای خطای اپراتور و صرفه جوئی در هزینه های سخت افزاری و نرم افزاری و تدارکاتی می شود.



ایمنی در ابزارهای دستی

وضعیت شخص در ایستگاه کاری

شخص می تواند در ایستگاه کاری بصورت **ایستاده**،
نشسته و یا **حالت ترکیبی** نشسته-ایستاده قرار گیرد.

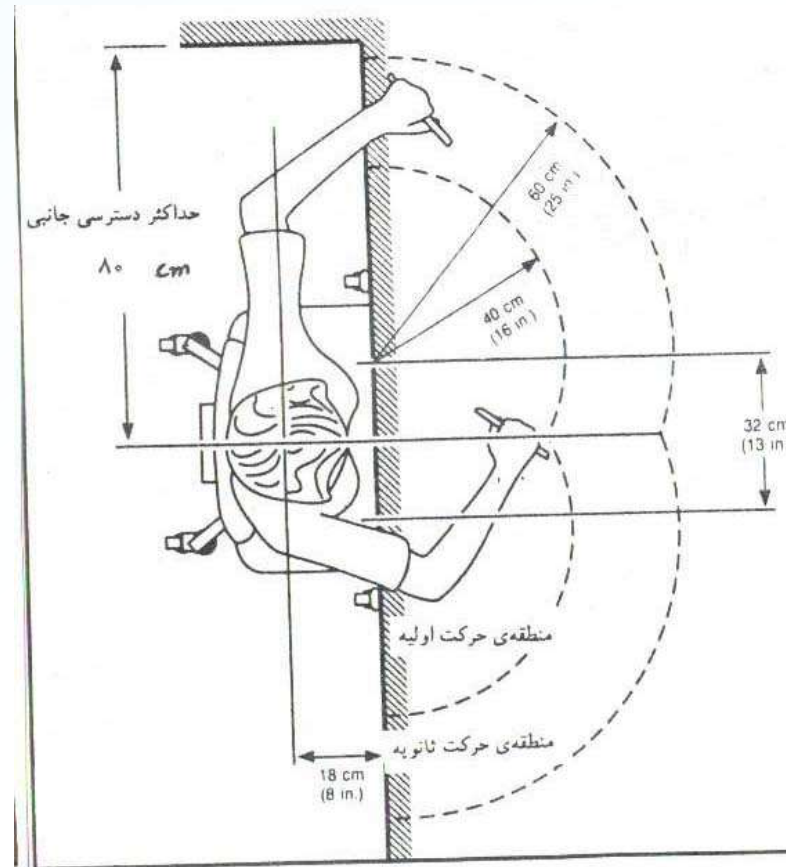
هر یک از این وضعیتهای در شرایط خاصی بکار گرفته می
شود و هنگام طراحی ایستگاه کاری باید هر سه حالت ممکن
را مد نظر داشت و حالت برتر را انتخاب نمود.

وضعیت نشسته برای اپراتور در شرایط زیر استفاده می شود:

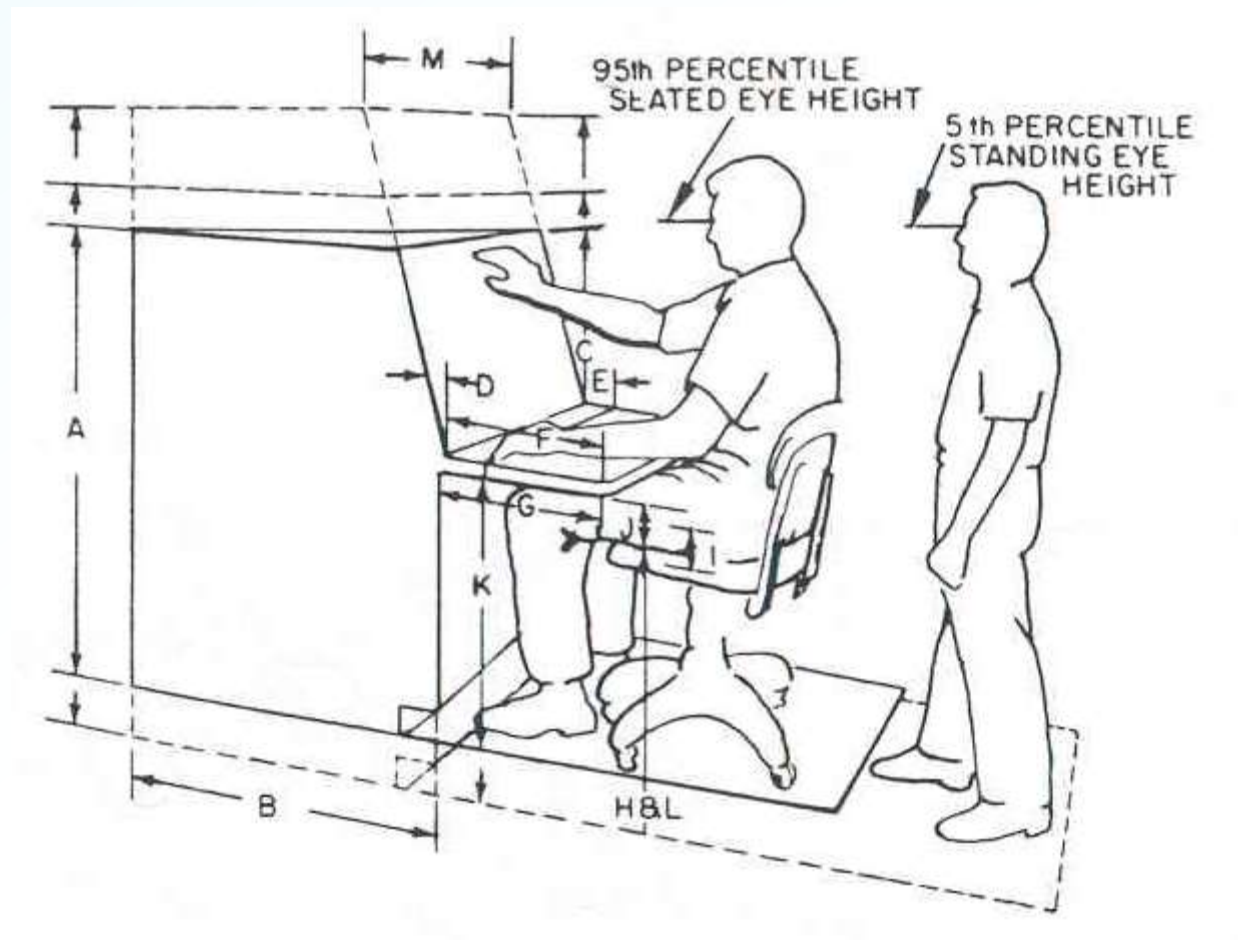
- ✓ ثبات و تعادل زیادی برای بدن لازم باشد؛
- ✓ پریودهای کاری طولانی باشد؛
- ✓ کنترل‌های دستی و پائی هر دو وجود داشته باشند؛
- ✓ کنترل پائی دقیقی مد نظر باشد؛
- ✓ نیاز باشد که پاها نیروی زیادی اعمال کنند و یا در فاصله زیادی حرکت نمایند.

هنگامیکه **ایستگاه کاری بصورت نشسته** طراحی می شود،
عوامل ابعادی زیر باید بطور خاصی مورد توجه قرار
گیرد:

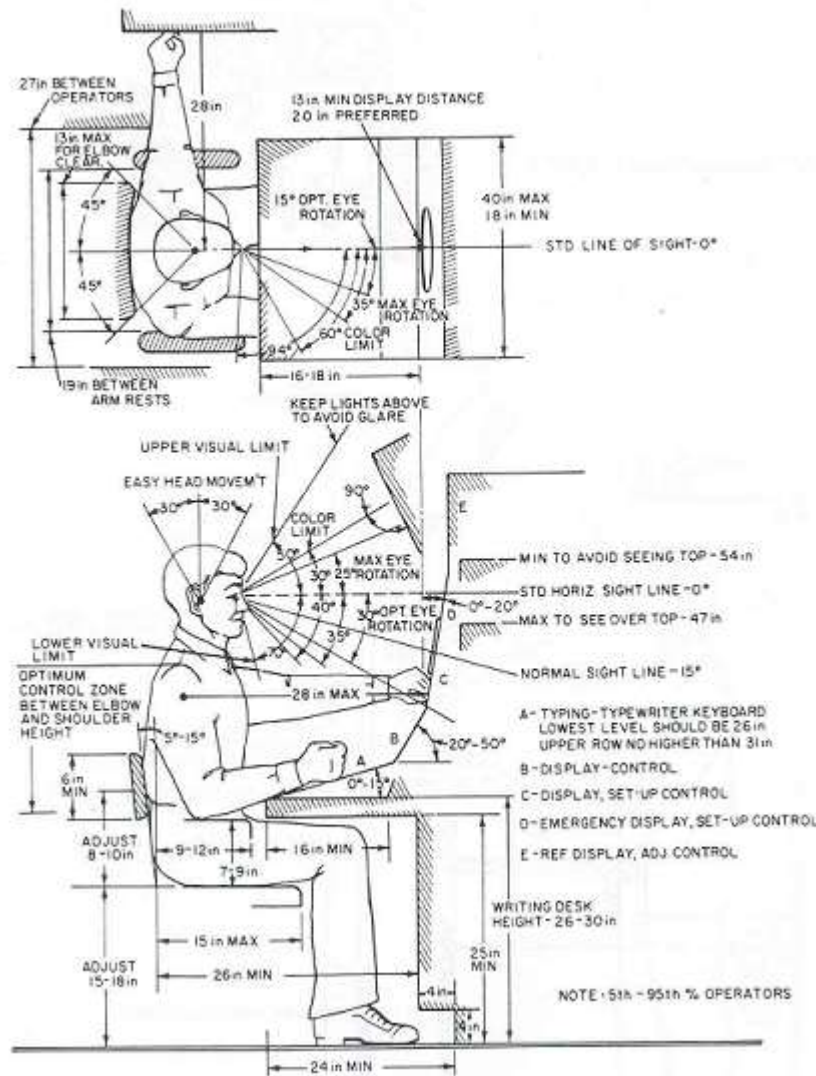
- **موقعیت مناسب چشم** با توجه به فعالیت‌هایی که باید انجام داد؛
- **ارتفاع، عمق و درجه خم شدن صندلی؛**
- **حرکت پاها و زانوها؛**
- **کنترل‌هایی** که باید در حوزه حرکت دست و پا قرار داشته باشند؛
- **توجه به موقعیت چشم** برای اپراتورهای خیلی بلند قد یا خیلی کوتاه قد.



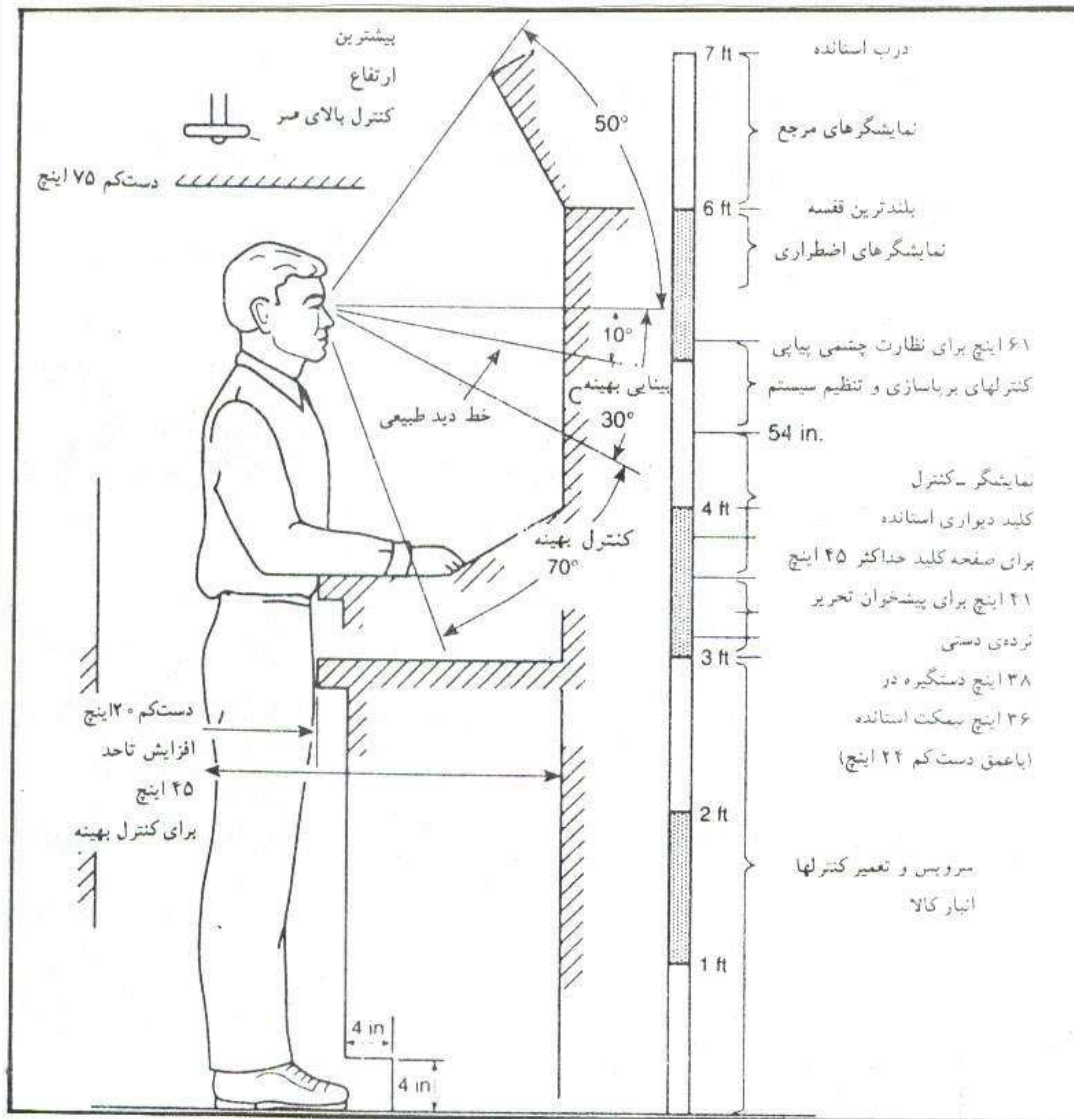
حداکثر دسترسی جانبی و منطقه حرکت دست در محیط کار



طراحی محیط کار برای نیروی کار بلند قد و کوتاه قد



پارامترهای پیشنهادی برای طراحی میز کار اپراتور در حالت نشسته



طراحی محیط کار در حالت ایستاده

وضعیت ایستاده برای اپراتور در شرایط زیر استفاده می شود:

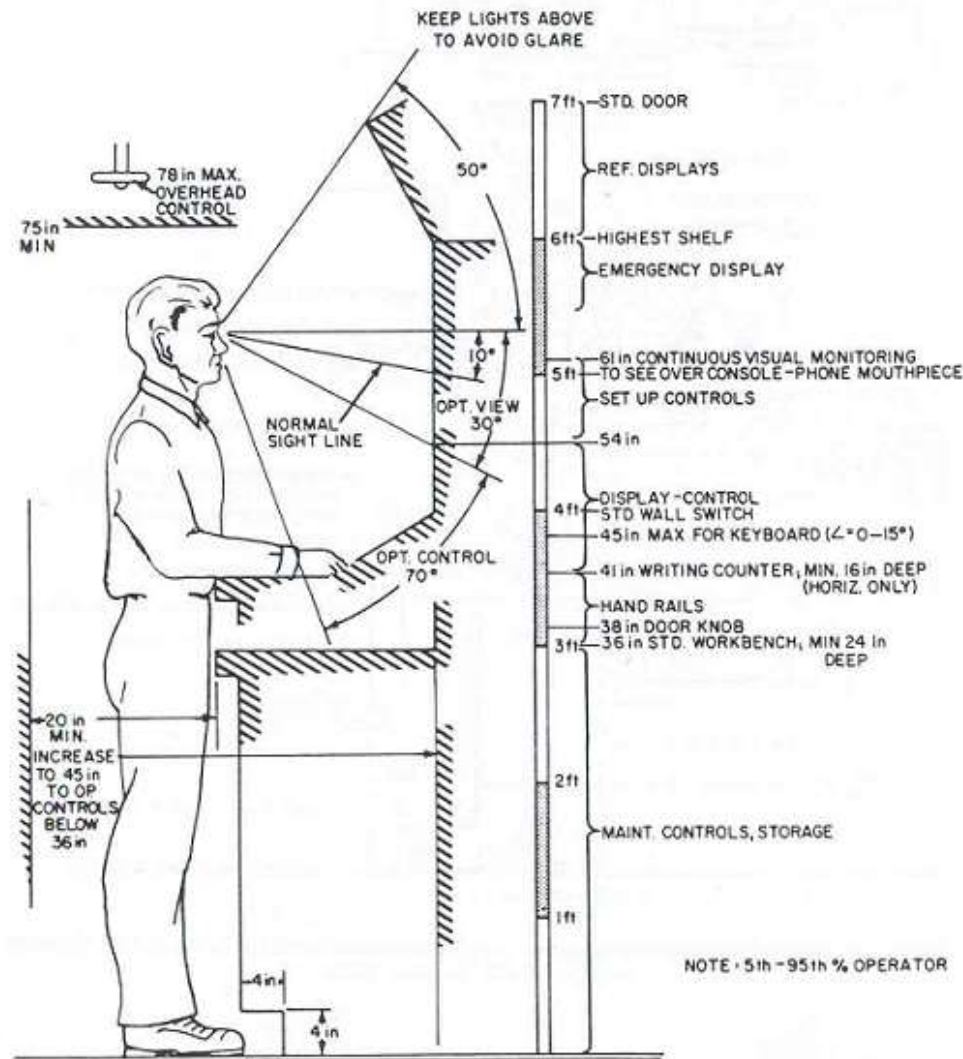
- جهت دسترسی یا دیدن اشیاء احتیاج به تحرک داشته باشیم؛
- کنترل‌های دقیق دستی مورد نیاز نباشند؛
- زمانیکه امکان وضعیت نشسته برای اپراتور وجود ندارد مثلاً "زیر پانل جایی برای پاها موجود نیست؛
- سطح پانل به قدری بزرگ باشد که نیاز به ایستاده بودن داشته باشد یعنی به غیر از امکان دسترسی به اشیاء تسلط به آنها مورد نیاز باشد؛
- وقتی فعالیت‌های کنترل پائی وجود نداشته باشد یا فقط بصورت ساده باشد، مثل روشن و خاموش کردن.

وضعیت ایستاده

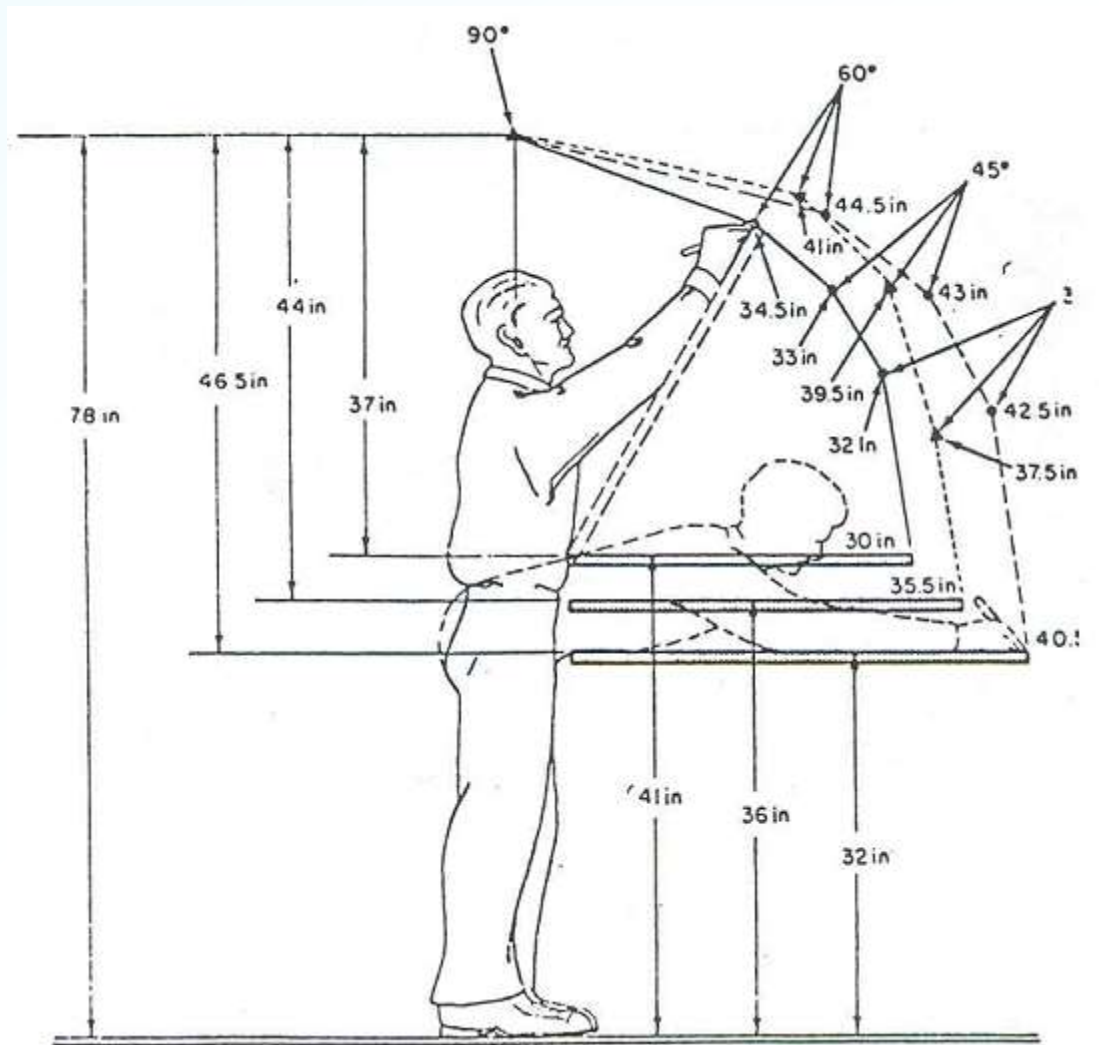
وضعیت ایستاده برای شرایطی که پیوند کاری طولانی باشد توصیه نمی شود.

یک اپراتور ایستاده باید در شرایطی کار کند که دسترسیها برای کوتاهترین افراد نیز فراهم باشد.

باید ارتفاع چشمها و سایر ابعادی که مورد نیاز هستند در این وضعیت نیز در نظر گرفته شوند.



پارامترهای پیشنهادی برای طراحی میز کار اپراتور در حالت ایستاده

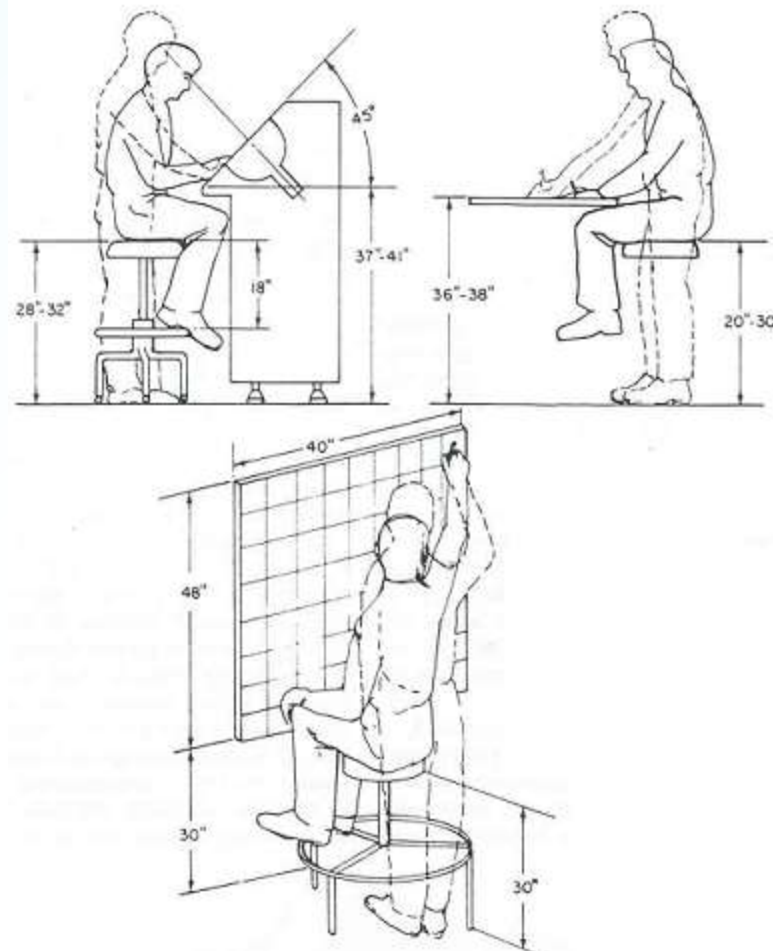


طراحی میز کار برای طراحی و نقشه کشی اپراتور

وضعیت ترکیبی نشسته-ایستاده

وضعیت ترکیبی نشسته-ایستاده هنگامی بکار می رود که **اپراتور دو نوع فعالیت** دارد یکی از این فعالیتها نیاز به وضعیت نشسته و دیگری نیاز به وضعیت ایستاده دارد.

وضعیت ترکیبی این امکان را فراهم می کند که اپراتور بتواند از **یک صندلی یا چهار پایه بلند استفاده کند** تا هم ارتفاع چشم او بالا رود و هم **ثبات بیشتری** داشته باشد.

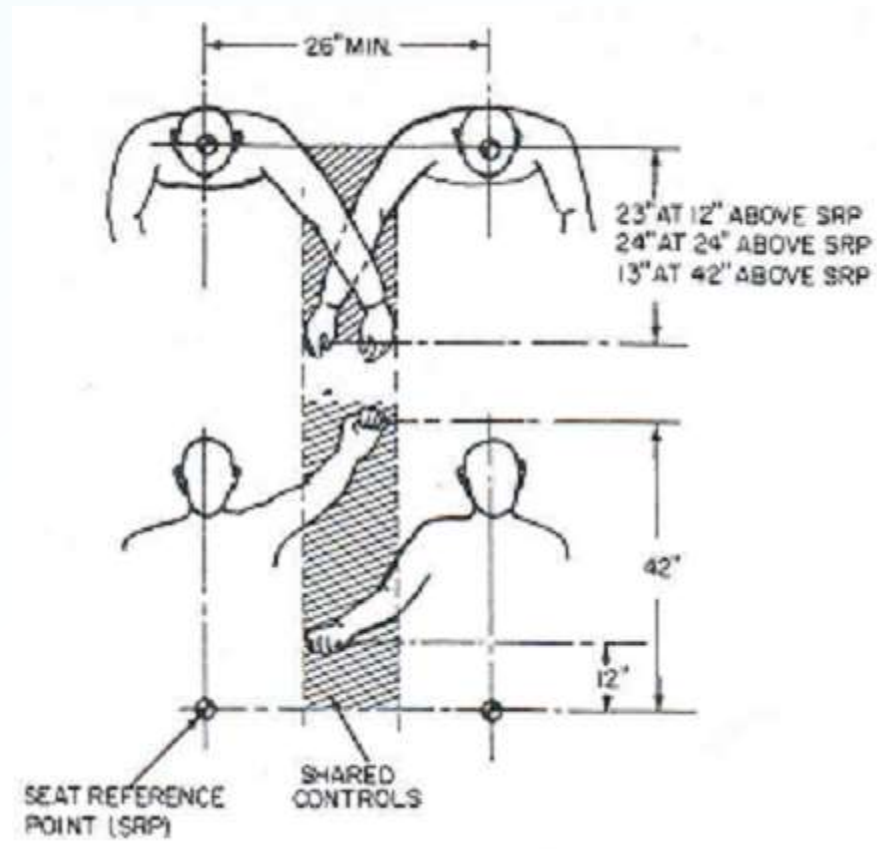


طراحی محیط کار ایستاده-نشسته

غیر از موارد ذکر شده، دو وضعیت دیگر نیز
باید مورد مطالعه قرار گیرد:

✓ وضعیت شخص در داخل خودرو جهت
رانندگی؛

✓ وضعیت اپراتورهائی که بصورت گروهی در
کنار یکدیگر یا روبروی یکدیگر فعالیت می کنند.



طراحی محیط کار برای اپراتورهای پهلو به پهلو

توصیه هائی برای طراحی پست کار

۱- تعداد قطعات و اجزائی که بوسیله دست استفاده می شود را به حداقل برسانید. این موضوع بخصوص در طراحی محصول مد نظر قرار گیرد.

مثلاً "اگر میتوان در مونتاژ محصول از دو نوع پیچ استفاده کرد ضرورتی ندارد که پیچهای مختلفی در نظر گرفته شود.

۲- کنترلها، ابزار دستی و قطعات را در ایستگاه کاری بگونه ای سازمان دهید که اپراتور بتواند وضعیت بدنی خود را بطور متناوب تغییر دهد.

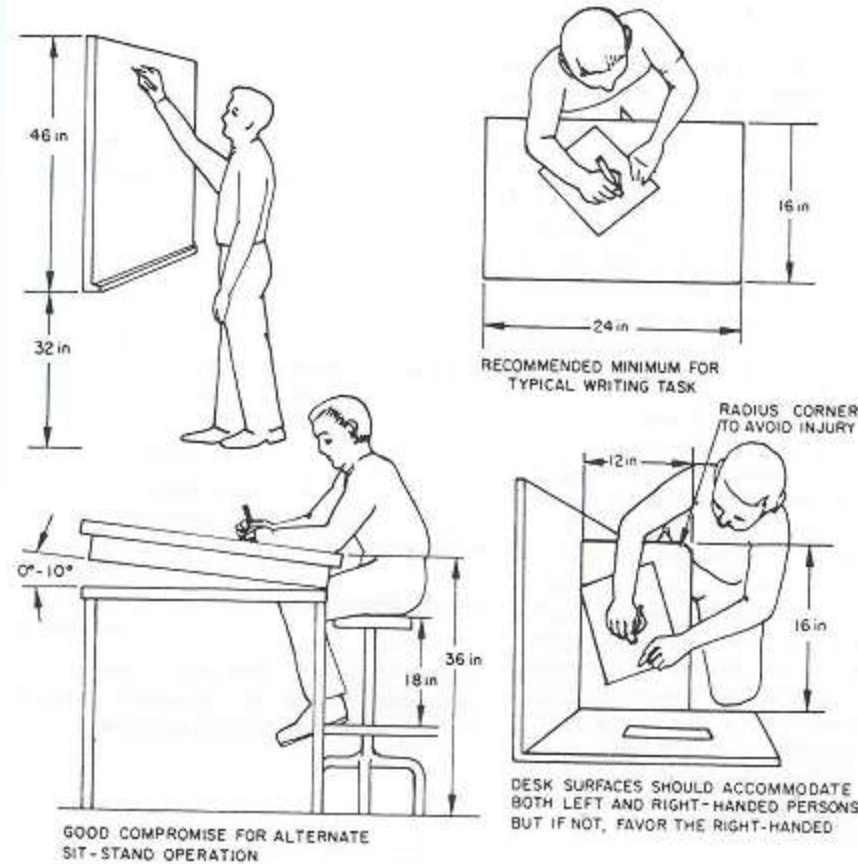
برخی از ماشین آلات اپراتور را در یک وضعیت خاص میخکوب می کنند در حالیکه اپراتور بهتر است بتواند برای کنترل پائی هریک از دو پای خود را بکار گیرد یا تغییرات کوچکی در وضعیت بدنش ایجاد کند.

۳- حرکت دست بصورت قوسی سریعتر و دقیق تر از حرکت افقی یا عمودی آن است زیرا در حالت حرکت قوسی مفاصل کمتری حرکت می کند به همین دلیل پیچیدگی آن کمتر است.

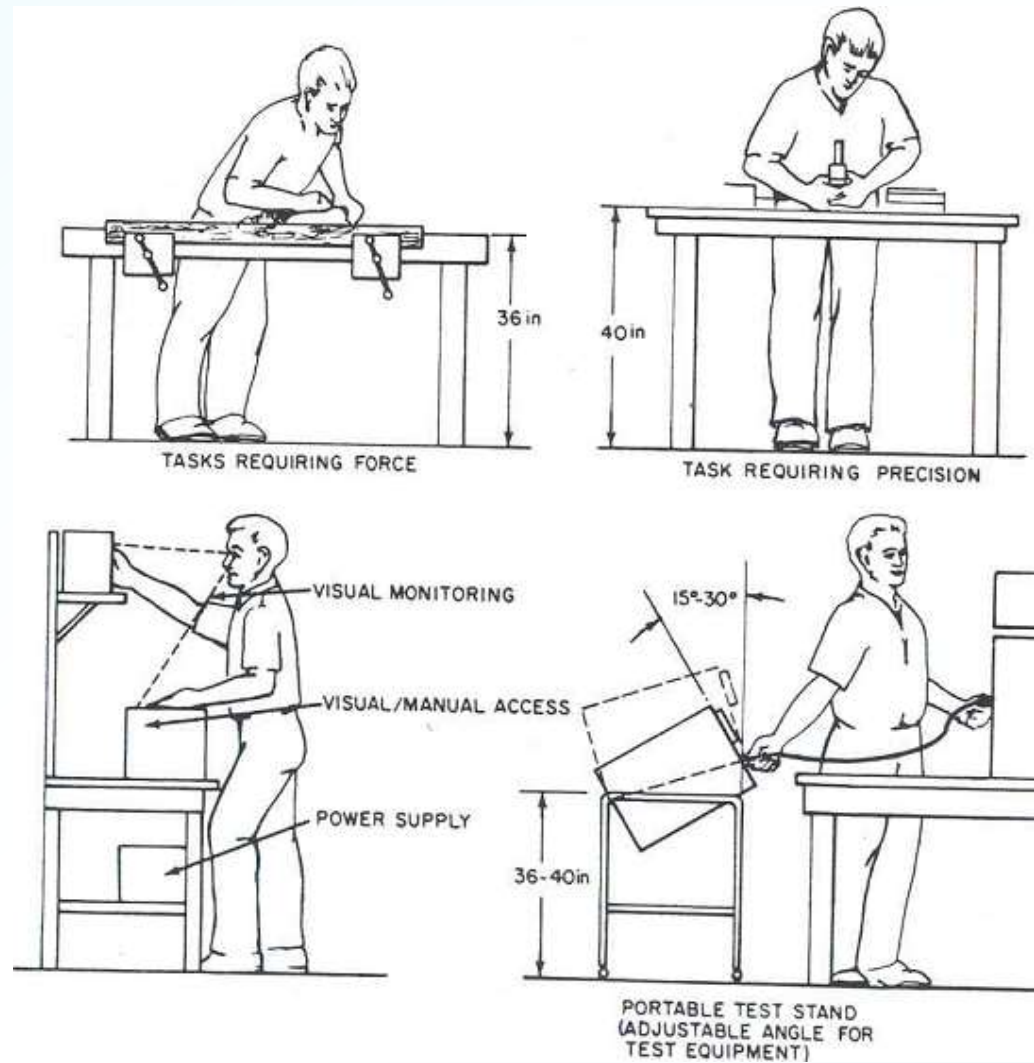
توجه به راست دستی و چپ دستی در این زمینه لازم است تا جائیکه در بعضی موارد لازم است برای افراد چپ دست ایستگاه جداگانه ای طراحی شود یا شغل آنها تغییر یابد.

۴- قطعات و اجزا را طبقه بندی کنید و به آنها اولویت دهید.

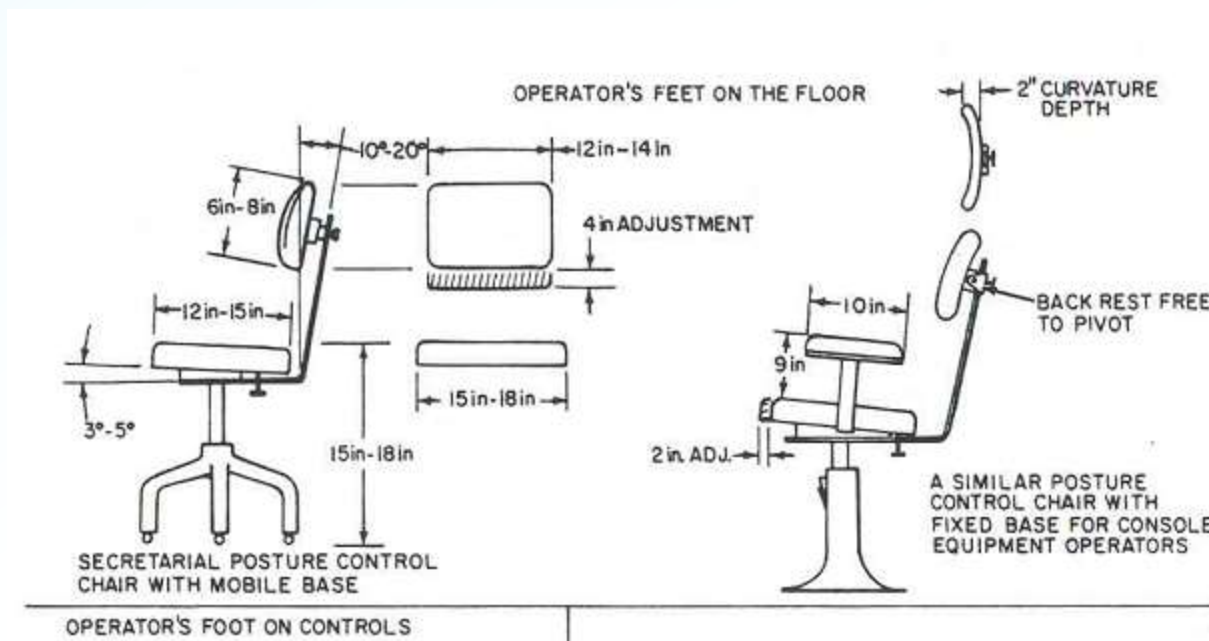
وظایف را دسته بندی کنید و اهمیت هریک را مشخص نمائید. میز کار را به مناطق مختلف تقسیم کنید. وظائف و اجزاء و قطعات را بر حسب اولویتها تخصیص بدهید.



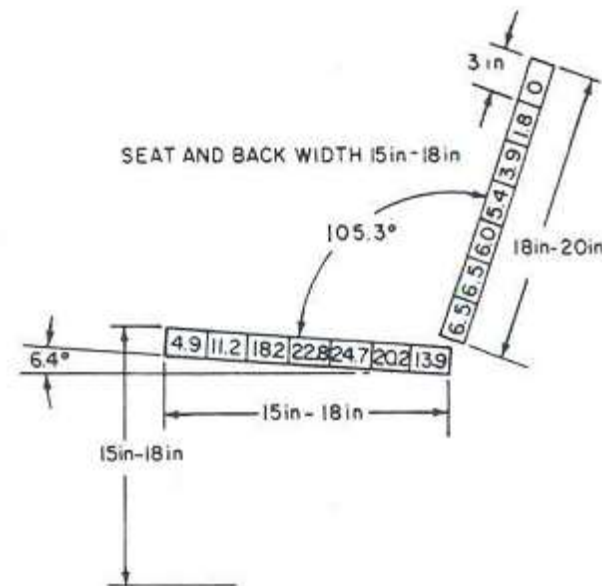
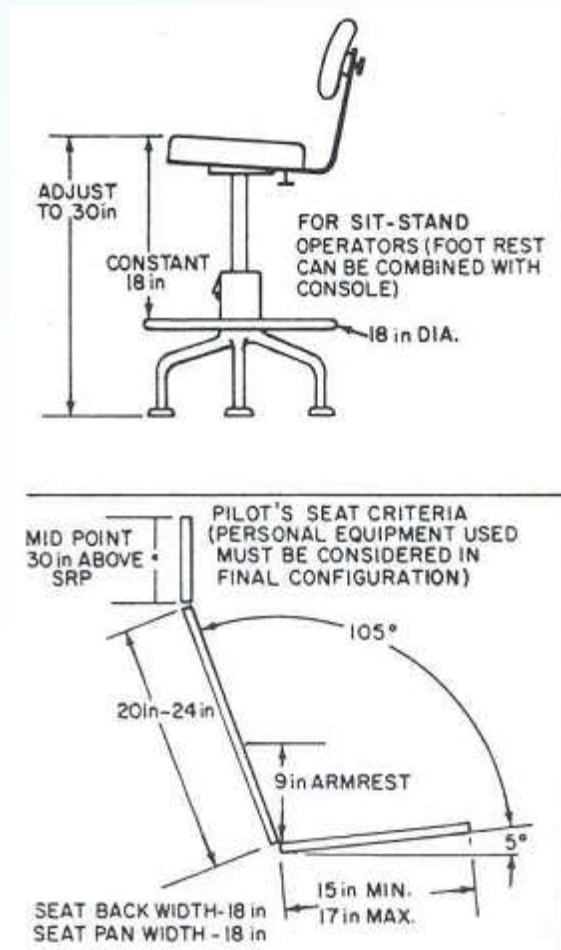
طراحی محیط کار تایپ، طراحی، نقشه کشی و برنامه ریزی



پیشنهادهایی برای طراحی محیط کار



پیشنهادهایی برای طراحی محیط کار



پیشنهادهایی برای طراحی محیط کار

فصل دهم

عوامل محیطی و تاثیر آن بر انسان

انسان در محیط خود تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار دارد

از آنجا که این عوامل دارای اثرات و عوارض خاصی
روی شخص هستند طبعاً "می باید مقدار قابل قبول
و مجازی برای هر یک تعیین نمود تا سلامت انسان
دچار اختلال نشده و از کارائی شخص در چنین
محیط کاری کاسته نشود.

عمده عوامل فیزیکی در محیط

Heat and cold	گرمای و سرما ➤
Air pressure	فشار هوا ➤
Noise	سرو صدا ➤
Illumination	روشنایی ➤

روشنائی

روشنائی میزان نور تابیده شده به سطوح اشیاء است که آنها را قابل دیدن و تشخیص می کند.

یک ترکیب نامناسب از نوع و شدت نور می تواند باعث خطا و اشتباه انسانی در محیط کار شود.
بعلاوه میزان خستگی اشخاص رابطه زیادی با روشنائی مناسب یا نامناسب محیط کار دارد.

تجربه نشان داده است که **نور مناسب** در سطح تولید و کاهش درصد وقوع حوادث بسیار مؤثر است.

نسبت اندازه : میزان کوشش برای دیدن شیء بستگی دارد به خارج قسمت اندازه شیئی مورد نظر به اندازه کوچکترین شیء که کارگر تحت همان شرایط می تواند ببیند:

$$R=D/D_0$$

اندازه شیء را برحسب اندازه زاویه دید یا قوسی که شیء تحت آن دیده می شود بیان می کنند و معمولاً "معکوس اندازه کوچکترین جسم قابل

رویت را تیزبینی (V) می گویند

$$V=1/D_0:$$

مهمترین عوامل محیطی که اندازه کوچکترین جسم قابل رؤیت (D_o) را معین می کنند عبارتند از:

- ✓ تباین (Contrast)
- ✓ درخشندگی (Luminance)
- ✓ زمان روئیت (Viewing)

تباین بین جسم و زمینه ای که جسم بر آن واقع است مثلاً "
حروف چاپ شده روی یک ورقه کاغذ مساوی است با
اختلاف نسبی درخشندگی جسم و زمینه

$$C=L1-L2/L1$$

درخشندگی میزان **تألُّو و انعکاس** یک **سطح** است
زمان رویت مدتی است که **جسم در معرض دید** قرار دارد.

زمانیکه **میزان درخشندگی** جسم تغییر کند طبعاً "آستانه
های مختلفی برای دید بوجود می آید. بعبارت دیگر چنانچه
درخشندگی افزایش یابد مقدار D_0 یا اندازه کوچکترین
جسم قابل رویت **کاهش** خواهد یافت.

چگونگی دید خوب: آزمایش نشان داده است که وقتی میتوان یک شیء را آسان و راحت دید که R حداقل $5/2$ باشد پس اگر $R < 1$ باشد "طبعاً" جسم دیده نمی شود و اگر بین ۱ تا $5/2$ قرار گیرد دیدن آن کم و بیش مشکل خواهد بود.

تأثیر رنگ در بینائی : استفاده از رنگهای مناسب باعث ایجاد
تباین و در نتیجه راحتی دید می شود.

منظور از **اختلاف رنگ**، بین سطوح بزرگ مثل دیوار، میز کار
و ... با اجسام کوچک نظیر اجسام و قطعات می باشد.

عدم وجود تباین میان این دو گروه باعث می شود که دیدن
آنها بسختی انجام شود از سوی دیگر **درخشندگی و تباین**
شدید باعث **زدگی چشم** شخص می گردد.

برای جلوگیری از خستگی فکری و چشمی کارگر باید سعی کنیم **حتی المقدور نسبت $R=5/2$ رعایت شود**. این نسبت را می توان بطرق زیر تأمین نمود:

(الف) **با کاهش مخرج کسر** یعنی D که می تواند با افزایش تباین، افزایش منابع نورانی و یا انتخاب کارگر با تیزبینی مناسب تأمین شود.

(ب) **با افزایش صورت کسر** D ، یعنی بزرگ کردن اندازه اشیائی که باید دیده شوند. البته توجه دارید که استفاده از وسائل بزرگ باعث محدود ساختن میدان دید و مشکلاتی در تنظیم ایستگاه کاری می شود. لذا بنظر می رسد روش الف مناسبتر باشد.

روشنائی در محیطهای کار

۱- سیستم روشنائی طبیعی (Day light)

در طراحی سیستم روشنائی بهینه یکی از **مهمترین عوامل روشنائی روز** است.

نور روز ترکیبی است از نور پراکنده آسمان صاف یا ابری، انعکاسهای اطراف، وضعیت ساختمان و موقعیت جغرافیائی، فصل، ساعات مختلف روز و که طراح با توجه به تنوع این شرایط باید از آن استفاده کند.

۲- سیستمهای روشنائی داخلی (Indoor lighting)

منظور از روشنائی داخلی **ایجاد تباین بین اشیاء و قسمت‌های مختلف آنها** می باشد بطوریکه این تباینها تصاویری روی شبکه چشم ایجاد نموده و شکل اجسام را در ذهن مجسم می کند
بنابراین **حضور این تجسم باید ملاک طراحی** این سیستم ها باشد.

اطلاعاتی که باید هنگام **طراحی سیستم روشنائی** به آن دسترسی داشت شامل موارد زیر است:

1. ابعاد محیط کاری مورد بحث؛
2. رنگ دیوارها و سقفها و ضریب انعکاس این سطوح ؛
3. نوع کار، توزیع کار در محیط محلّهای ماشین آلات، میزکار و سطح کار؛
4. پارامترهای مربوط به شبکه برق؛
5. نوع منابع روشنائی در دسترس، مانند لامپهای رشته ای، فلورسنت و ...

5. نقاطی که می توان در آنها منابع روشنائی را قرار داد؛
6. مستقیم یا غیر مستقیم بودن روشنائی؛
7. شدت روشنائی لازم روی سطح کار؛
8. فاصله بین مراکز نوری و فاصله آنها از سقف؛
9. فاصله منبع نوری از سطح کار؛
10. وضعیت روشنائی طبیعی محیط.

۲- سیستمهای روشنائی داخلی (Indoor lighting)

محاسبات روشنائی داخلی ساختمان روشهای مختلفی دارد که یکی از آنها **روش لومن (Luman)** است و با آن میتوان روشنائی متوسط سطح کار داخل ساختمان را بدست آورد. **این روش دارای ۱۶ قدم** است که خود به چهار مرحله تقسیم می شود.

مراحل روش لومن (Luman)

الف) شناسائی محیط و احتیاجات آن

- ۱- شناسائی محیط (بررسی نوع ساختمان و استفاده های آن مثلاً "کتابخانه، انبار، آزمایشگاه، کارگاه و ...);
- ۲- نیازهای کیفی (شامل تعیین رنگ نور، حداکثر و حداقل شدت روشنائی، شدت درخشندگی، رطوبت، و ...);
- ۳- تعیین شدت روشنائی استاندارد؛
- ۴- شناسائی هوای محیط (از نظر گرد و مقدار آن که می تواند خیلی تمیز، تمیز، متوسط، کثیف و خیلی کثیف باشد);
- ۵- شناسائی مشخصات محیط (از نظر ابعاد، طول و عرض، رنگ و ...);
- ۶- انتخاب نوع چراغ (با در نظر گرفتن عواملی نظیر توان نوری، رنگ نور، ارتفاع نصب، امکان تعمیرات و هزینه های نصب و قیمت برق مصرفی);

مراحل روش لومن (Luman)

(ب) تعیین افت توان نوری در اثر خصوصیات کارکرد سیستم

۷- **اثر درجه حرارت محیط** بر توان نوری لامپ (این اثر در لامپهای رشته ای، جیوه ای و سدیم خیلی کم و در لامپهای فلورسنت بیشتر است)؛

۸- **اثر تغییر ولتاژ** بر روی توان نوری لامپ (این تغییرات بر توان نوری لامپهای رشته ای اثر زیادی دارد ولی در لامپهای فلورسنت، جیوه ای و سدیم کمتر است)؛

۹- **اثر چوک** (این اثر در لامپهای رشته ای وجود ندارد ولی در لامپهای فلورسنت، جیوه ای و سدیم دیده می شود)؛

۱۰- **افت در اثر تغییرات سطحی چراغ** (پس از مدتی کارکردن ممکن است تغییراتی از قبیل کدر شدن حباب یا از دست دادن ضریب انعکاس اولیه باعث کاهش استفاده از نور لامپ شود)؛

مراحل روش لومن (Luman)

ج) تعیین افت توان نوری در اثر سایر عوامل

- ۱۱- افت توان نوری در اثر خصوصیات محیط (دسته بندی محیط کار از نظر گرد و خاک نشان دهنده تأثیر گرد و خاک روی لامپها می باشد)؛
- ۱۲- در نظر گرفتن درصد لامپهای معیوب (این امر بستگی به نوع لامپها و برنامه تعویض آنها دارد)؛
- ۱۳- افت توان نوری لامپ در اثر خوردگی (پس از مدتی که لامپ در شبکه کارکرد، توان نوری آن کاهش می یابد این امر بخصوص در لامپهای رشته ای بیشتر است)؛
- ۱۴- افت در اثر کثیفی چراغ (که بستگی به نوع چراغ و طرز قرار گرفتن آن نسبت به هوای محیط در زمانهای نظافت دارد)؛

مراحل روش لومن (Luman)

د) محاسبات

۱۵- در این مرحله مجموع افت توان نوری لامپ محاسبه می گردد. در شروع بهره برداری که لامپها و چراغها نو بوده و محیط کار کاملاً "تمیز است، ضریب بهره برداری ۱ می باشد ولی بتدریج عوامل مورد اشاره باعث کاهش شدت نور شده که این جمع کاهشها باید در این مرحله محاسبه شود.

۱۶- محاسبه نهائی : در این مرحله باید براساس شدت نور مورد نیاز، سطح اطاق، میزان نور طبیعی موجود و توان نوری باقیمانده هر لامپ، تعداد و نحوه قرار گرفتن لامپها را مشخص نمود که عواملی نظیر وضعیت میزهای کار، نوع و ارتفاع دستگاهها، سهولت تعمیر و نگهداری و زیبایی در این میان نقش دارد.

نکات مهم در طراحی سیستم روشنایی

- ✓ فواصل بین منابع نوری باید طوری تأمین شود که روشنایی محیط یکنواخت باشد و به محل موانع نظیر تیرها و ستونها توجه شود.
- ✓ معمولاً ارتفاع سقف کارخانجات بین ۷-۵/۳ متر است هر چند که پائینتر گرفتن ارتفاع لامپها باعث استفاده بهتر از شدت نور آن می گردد اما سعی می کنیم آنرا بحدی بالا در نظر بگیریم که نور یکنواخت باشد.
- ✓ اگر اطاقی تهویه مطبوع داشته باشد لامپها به همراه لوله های تهویه در سقف کاذب قرار می گیرد که این امر باعث تغییر استفاده از نور آنها می شود.
- ✓ برای محلهائی که کارهای ظریف در آن انجام می شود مانند ادارات، صنایع الکترونیک و ... تباین باید بین ۱۰-۳ باشد، که بیشتر از آن باعث نور زدگی می شود.

سرو صدا (Noise)

سر و صدا را میتوان بصورت **صدای اضافی و ناخواسته ای** تعریف کرد که در محیط زندگی افراد وجود دارد و محدوده بزرگی را شامل می شود.

خصوصیات فیزیکی صدا

هر منبع ارتعاشی در محیطی که هوا وجود داشته باشد با تکان دادن هوا ایجاد صوت می کند.

دو مشخصه اصلی برای صدا وجود دارد که عبارتند از فرکانس و شدت یا دامنه (Intensity, amplitude)

خصوصیات فیزیکی صدا

واحد فرکانس هرتز می باشد و عبارتست از **تعداد امواج منظمی که در هر ثانیه به گوش برخورد می کند.**

اگر **تعداد فرکانس کم** باشد صدا **بصورت بم (Low tone)** و اگر **فرکانس زیاد** باشد **صدا زیر (High tone)** خواهد بود.

محدوده شنوایی افراد متفاوت است ولی بطور کلی انسان می تواند بین **۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز** را **بشنود** و فرکانسهای خارج از این دامنه شنیده نمی شوند.

خصوصیات فیزیکی صدا

شدت صدا را با واحد **میکرو بار** (10 Bar) اندازه گیری می کنند و محدوده **تشخیص گوش انسان** از 0.0002 تا 200 **میکرو بار** می باشد. شدت کمتر از این محدوده شنیده نشده و بیشتر از آن در گوش ایجاد درد و مزاحمت می کند.

فشار شنیده شده بر حسب میکروبار

$$20 \log \frac{\text{فشار شنیده شده بر حسب دسی بل}}{\text{فشار شنیده شده پایه } (0.0002)}$$

محدوده شنوایی
انسان بین ۰ تا
۱۲۰ دسی بل می
باشد.

شنوایی

فاصله

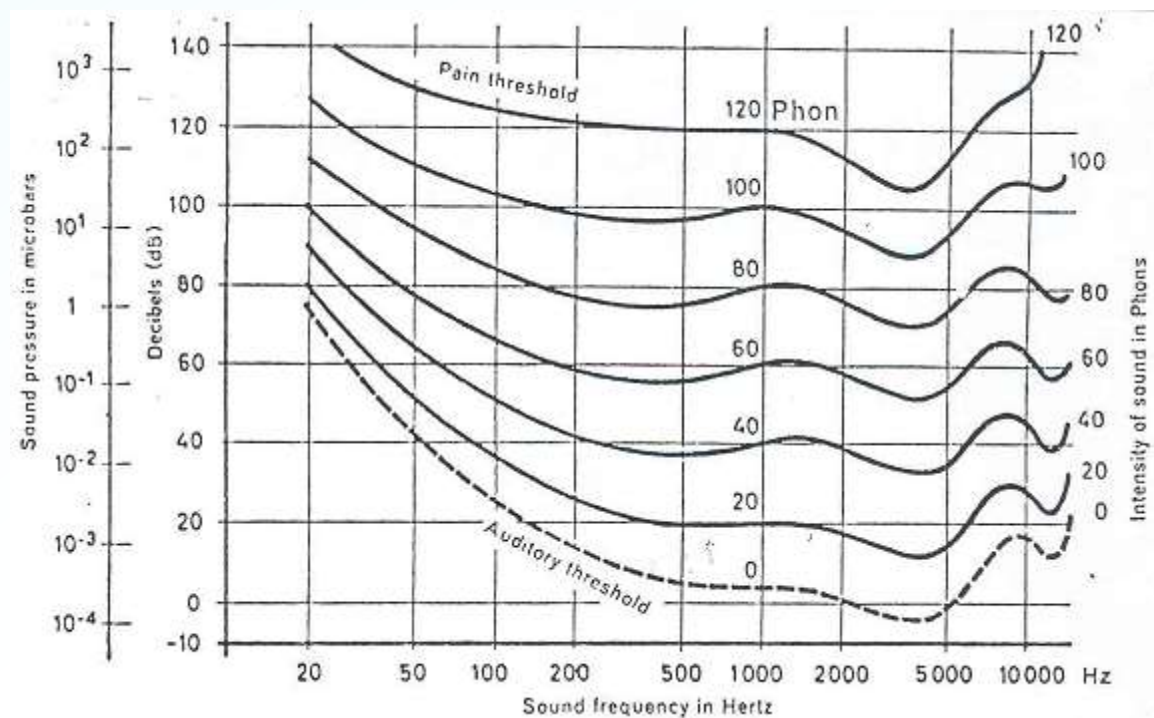
عامل دیگری که در شنوایی تأثیر دارد فاصله است.

اگر فاصله گوش با منبع تولید صدا **دو برابر** شود فشار و شدت صدا **نصف** می گردد. هرچند که در محیط های کاری به علت وجود سطوح جانبی دیوارها و سایر اجسام سر و صدا **انعکاس یافته** و عملاً "با افزایش فاصله شدت صدا کاهش نخواهد یافت".

شنوایی

طنین صدا

طنین صدا (Loudness) باعث تغییراتی در فرم
منحنی موجی صوت شده و شکل سینوسی منحنی
را تغییر می دهد.



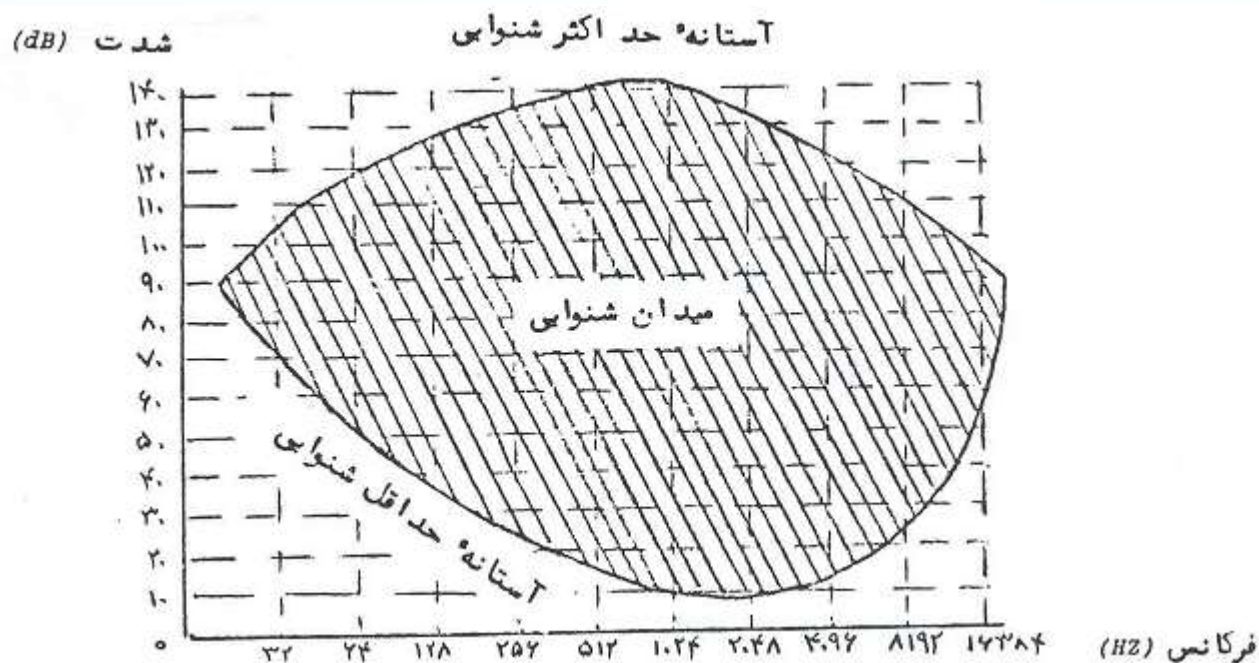
میدان شنوائی

میدان شنوائی در ارتباط با دو مشخصه **فرکانس و شدت صدا** تعیین می شود.

این میدان برای افراد مختلف متفاوت بوده و **بستگی به قدرت شنوائی شخص دارد.**

در کارهائی که اطلاعات از **راه گوش** باید به شخص برسد **تعیین این میدان ضروری** است که میتوان آنرا با دستگاه **صدا سنج** و از طریق رسم منحنی شنوائی تعیین کرد.

در اغلب محیط‌های صنعتی لغات تلفظ شده در مکالمه بین دو نفر وقتی قابل فهمیدن است که شدت صدای مکالمه ۱۰ دسی بل بالا تر از سطح متوسط سر و صدای محل باشد.



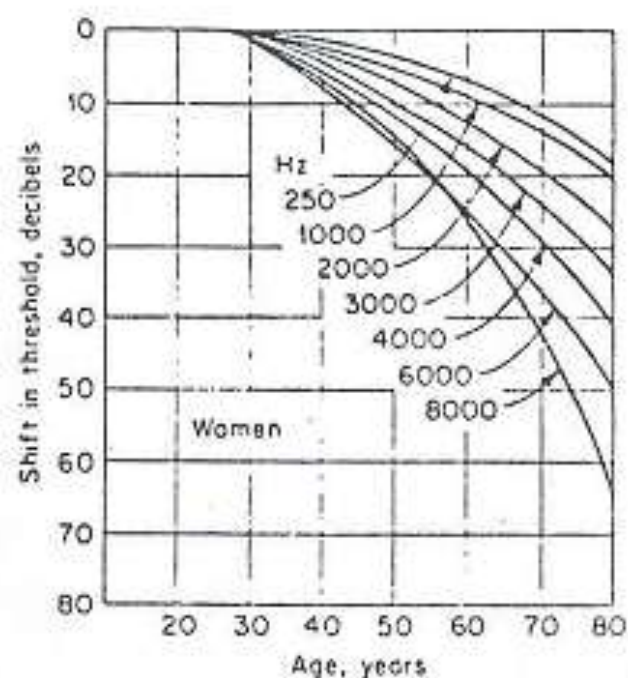
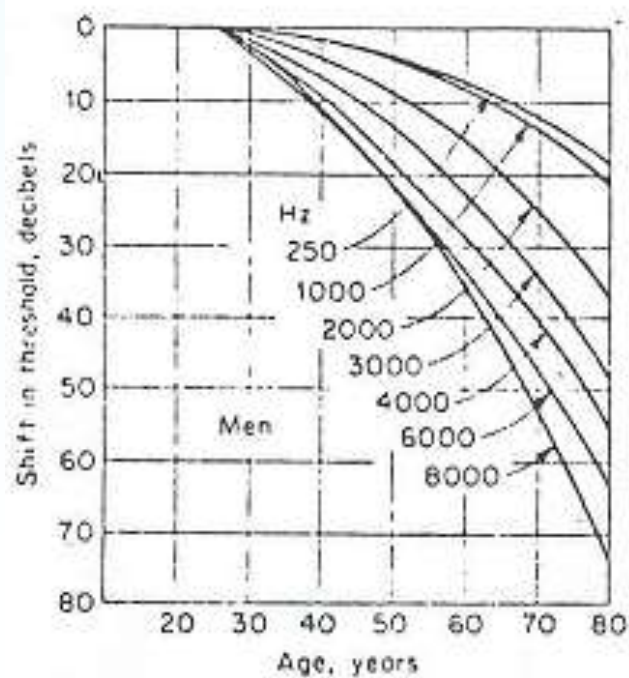
شنوایی

تأثیر سروصدا بر انسان از دو دید قابل بررسی است:

✓ تأثیر سروصدا بر سلامتی انسان

✓ تأثیر سروصدا بر بازدهی کار

مهمترین تأثیر سروصدا از نظر سلامتی **کاهش شنوایی** می باشد.



شنوایی

بطور دقیق نمیتوان مشخص کرد که چه اندازه سروصدا در چه مدت زمانی چه میزان کاهش شنوایی در افراد ایجاد می کند اما استانداردهای مختلفی برای **حد ریسک شنوایی** بوجود آمده است. مثلاً "«بزنز» حد ریسک را به این صورت پیشنهاد می کند:

شدت (db)

۱۰۰

۹۰

۸۵

۸۰

فرکانس

۵/۳۷-۱۵۰

۱۵۰-۳۰۰

۳۰۰-۱۲۰۰

۱۲۰۰-۴۸۰۰

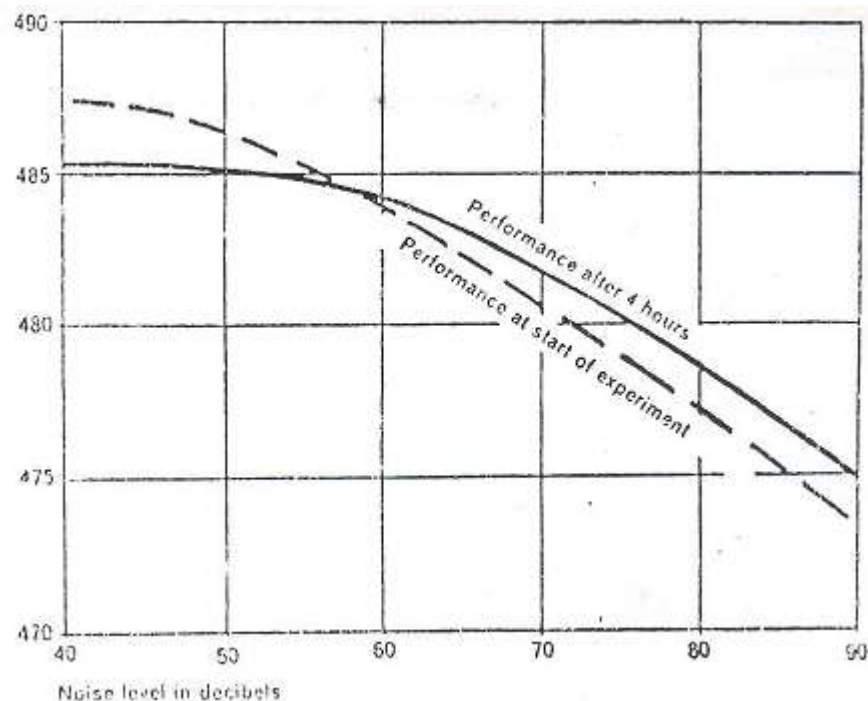
شنوایی

سروصدا علاوه بر کاهش شنوایی عوارض دیگری نیز برای سلامت انسان دارد که مهمترین آنها افزایش فشار خون، افزایش ضربان قلب و انقباض رگها و عضلات می باشد.

همچنین تاثیر دیگر سروصدا جنبه روانی آن است یعنی مزاحمتی که سروصدا بخصوص صداهای غیر منتظره و ناگهانی برای شخص ایجاد می کند.

غیر از تأثیرات سروصدا بر روی سلامت فرد کارائی فرد نیز در محیط تولید تحت تأثیر آن قرار می گیرد

و عوارضی نظیر افزایش ضایعات، کاهش نرخ تولید، افزایش نرخ حوادث و دشواری در مبادله اطلاعات پیش می آید.



اندازه گیری سروصدای محل کار

برای اندازه گیری سروصدا از دستگاه صدا سنج یا Noise level meter استفاده می شود و کار اندازه گیری در دو مرحله انجام می گیرد:

ابتدا سروصدا در ایستگاههای کاری اندازه گیری می شود و صدا سنج دقیقاً "در نقطه ای" قرار می گیرد که گوش اپراتور مربوطه قرار دارد.

سپس سروصدا در محیطهای عمومی کارخانه نظیر راهروها، محوطه ها، ناهارخوری و ... اندازه گیری شده و با استانداردهای مربوطه مطابقت داده می شود.

روشهای کنترل سروصدا

- اقدامات فنی از قبیل پوشاندن ماشینها، عایق کردن پایه ماشینها در مقابل لرزش و...؛
- استفاده از جاذبه های صدا در دیوار ها و سقف کارگاه
- اقدامات ساختمانی نظیر جدا کردن بخش پرسروصدای کارخانه از سایر بخشها بوسیله دیوار عایق و ...؛
- استفاده از وسائل ایمنی شخصی شامل گوشی، هدفون، کلاه حفاظتی با گوشی، لباسهای آلومینیومی خاصی که مانع از آسیب دیدگی اعصاب می شود و...؛

تأثیر گرما و سرما

گرمائی که از طریق **رسانائی جابجائی و تشعشع** به بدن می رسد با گرمای دفع شده از بدن تشکیل یک رابطه می دهد:

$$M-W=C+R+E+S$$

چنانچه میزان گرمائی که جذب بدن می شود و در آن باقی می ماند افزایش یابد عوارضی نظیر **ازدیاد خستگی، افزایش ضربان قلب، کاهش فعالیت گوارشی، افزایش فشار خون، درجه حرارت داخلی و تولید عرق و بالاخره کاهش وزن** پیش می آید که منجر به ناراحتیهای جسمی، تغییرات فیزیولوژیک و کاهش کارائی می گردد.

تأثیر گرما و سرما

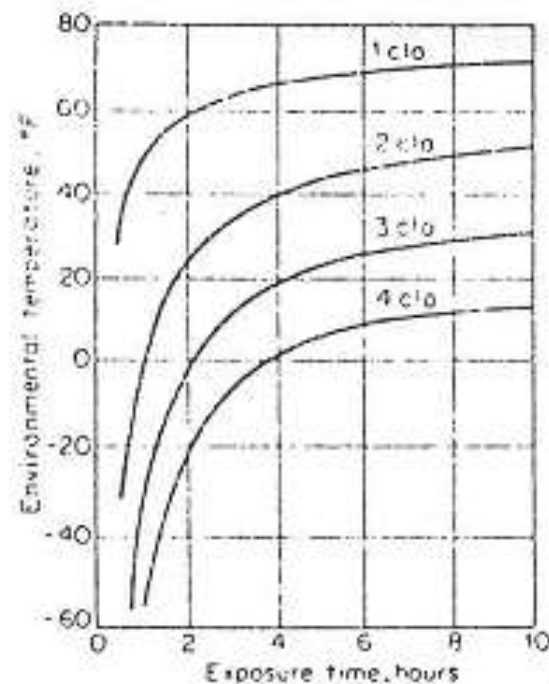
برای اندازه گیری سرما از شاخصی به نام **شاخص باد سرد** (Wind chill index) استفاده می کنند. استفاده از این شاخص بدان دلیل است که **معمولاً** ناراحتی ما از سرما علاوه بر **درجه حرارت محیط به بادی که می وزد بستگی دارد**. به همین دلیل این شاخص را که ترکیبی از سرعت باد و دمای محیط می باشد به کار می گیریم.

تأثیر گرما و سرما

همچنین واحد دیگری به نام Clo برای اندازه گیری مقدار عایق بودن لباس فرد استفاده می شود.

یک Clo بدن انسان را در حال استراحت در اطاقی با درجه حرارت ۲۲ درجه و رطوبت ۵۰٪ و سرعت جریان هوای ۰/۲ متر بر ثانیه در محدوده حرارت مطبوع نگاه می دارد.

زمانی را که فرد می تواند در درجه حرارت های مختلف و با عایق بودن لباس خود در محیط باقی بماند نشان می دهد.



- بطور کلی در محیطهای کاری بسته سعی می شود دما تحت کنترل باشد. اما چنانچه کار در محیط باز انجام شود و یا تغییر شرایط محیط از نظر گرما یا سرما ممکن نباشد **میتوان اقداماتی به شرح زیر جهت بهبود این شرایط انجام داد:**
- **انتخاب پرسنلی که قدرت تحمل آنها در برابر گرما و سرما بیشتر است؛**
 - **محدود کردن زمان قرار گرفتن شخص در محیط و زمان بندی استراحت؛**
 - **تغییر و اصلاح کار به منظور کم کردن انرژی مصرفی لازم برای انجام کار؛**
 - **ثابت نگه داشتن آب بدن و جبران آب دفع شده؛**
 - **چرخش پرسنل بین افرادی که در محیط نامناسب کار می کنند با افرادی که شرایط آنها بهتر است؛**
 - **حفاظت اشخاص در مقابل گرما با استفاده از سپر حرارتی و در مقابل سرما با لباس مناسب بر اساس واحد Clo.**

تأثیر فشار هوا

در هنگام کار کردن در ارتفاع های بالا و یا اعماق زمین، فشار هوا اهمیت زیادی می یابد. در حالت عادی گلبولهای قرمز بدن در حدود ۹۵٪ ظرفیت خود اکسیژن حمل می کنند.

هرچه فشار کاهش یابد از این درصد کاسته می شود تا جائیکه در ارتفاع ۲۱۰۰۰ متری خون شروع به جوشیدن می کند و ارتفاعهای پائین تر اختلال در فرآیندهای مغزی، بینائی و عصبی ایجاد می شود.

فشار زیاد می تواند باعث حل شدن گازها در خون شده و ایجاد آسیب دیدگی در اعضا بویژه مغز نماید. این واقعه بخصوص وقتی رخ می دهد که شخص ناگهان از محیط دارای فشار زیاد به محیط کم فشار برگردد. به همین منظور برگشت باید بصورت تدریجی و پله پله باشد.

فصل یازدهم

نوبت کاری

دلایل کارکردن بصورت شیفتی

- ✓ **فرایندهای صنعتی** : بسیاری از صنایع نوین و فرایندهای پیوسته مانند نیروگاهها، پالایشگاهها، صنایع فولاد و ... را نمیتوان متوقف نمود و روز بعد مجدداً راه اندازی کرد؛
- ✓ **فشارهای اقتصادی** : بدلیل حجم بالای سرمایه گذاری در کارخانجات بهره برداری از این صنایع در یک شیفت کاری صرفه اقتصادی ندارد؛
- ✓ **نیازهای خدماتی** : برخی از کارکنان بخشهای خدمات نظیر پرستاران، نیروهای انتظامی، آتش نشانی و ... مجبور هستند که خدمات خود را بصورت شبانه روزی ارائه دهند.

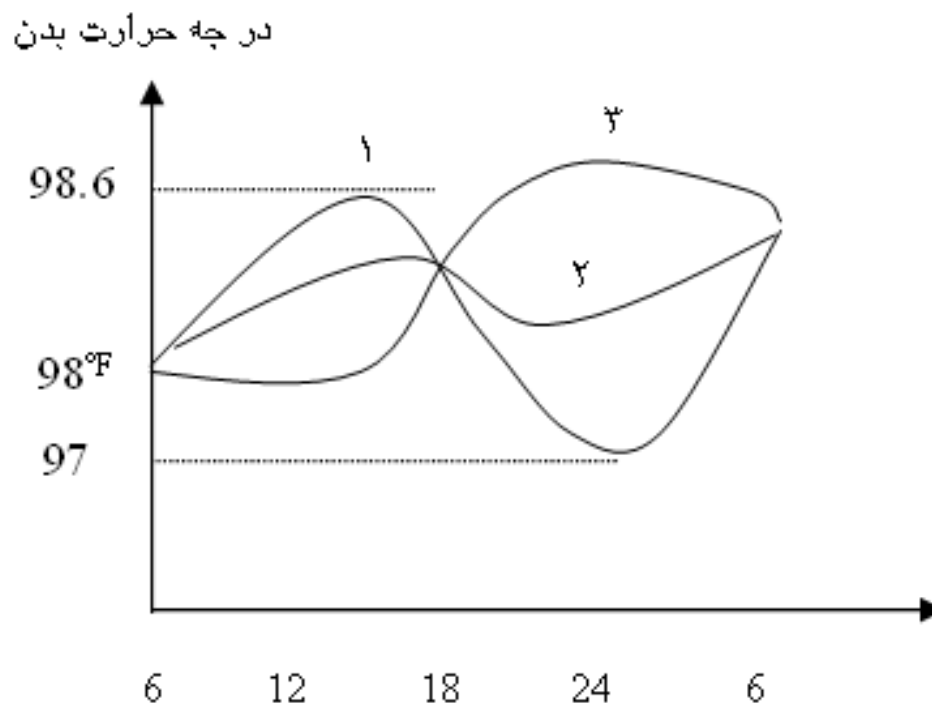
تغییرات ۲۴ ساعته (سیرکادین)

مانند اغلب پدیده های طبیعی انسانها نیز دارای نوعی ویژگیهای ریتمیک هستند.

برخی افراد از این ویژگیها ریتم ۲۴ ساعته یا سیرکادین دارند.

برخی ریتم کمتر از شبانه روز یا **Ultradian** و برخی ریتم بیشتر از شبانه روز یا **Infradian** دارند.

از جمله تغییراتی که بصورت شبانه روزی در بدن انسان ایجاد می شوند **درجه حرارت بدن، نرخ ضربان قلب، نرخ تنفس و ترشح هورمونهای** مختلف است، که از الگوی سینوسی مطابق منحنی ذیل پیروی می کنند.



نوبت کاری

تأثیر نوبت کاری بر بهره وری افراد

در وظائف دستی ساده و وظایف دستوری بهره وری چندان تحت تأثیر نوبت کاری قرار نمی گیرد. اما **وظائف فکری و استفهامی** که به تفکر عمیق نیازمندند بیشتر تحت تأثیر **نوبت کاری** هستند.

نمونه مشکلاتی که در اثر کار شبانه ایجاد می شود بالا رفتن آمار تصادفات رانندگی به نسبت تعداد حمل و نقلها در ساعات آغازین بامداد است.

تجربه نشان داده است که برخی از افراد بطور ذاتی علاقه دارند که هنگام طلوع خورشید بیدار شده و در هنگام غروب خورشید به خواب روند که آنها را **صبح گرا** گویند.

در مقابل **افراد شب گرا** نیز وجود دارند که علاقمندند کارهای خود را بیشتر در شب انجام دهند. چنانچه این افراد را نیز بشناسیم می توانیم از آنها برای کار شب استفاده کنیم.

در رابطه با نوبت کاری توجه به نکات زیر مفید است:

- ✓ غالباً در شیفتهای شب نظارت و کنترل مدیریت کاهش می یابد. این امر باعث آزادی عمل بیشتر برای پرسنل می شود. برخی از افراد در چنین شرایطی انگیزش بهتری برای کار پیدا می کنند و بهره وری بالاتری دارند. اما اکثر مردم از این وضع سوء استفاده کرده و حتی ممکن است به خواب و استراحت بپردازند که طبعاً باعث کاهش کمیت و کیفیت تولید می شود و بهره وری را کاهش می دهد.
- ✓ بوسیله قرنطینه کردن افراد در محیطهایی که اثری از روز و شب در آن وجود ندارد و ساعت نیز در اختیار نیست سعی شده که طول سیرکادین اندازه گیری گردد. تجربه نشان داده است که طول این سیکل برای افراد جوان نزدیک به ۲۵ ساعت است که با افزایش سن کوتاهتر شده و به ۲۴ ساعت نزدیک می شود. یعنی بطور عادی افراد جوان تمایل دارند که هر شب یک ساعت دیرتر از شب قبل بخوابند این امر باعث می شود که اگر چرخش نوبت کاری بصورت صبح به عصر به شب باشد اولویت بهتری نسبت به حالت شب به عصر به صبح خواهد داشت.

در رابطه با نوبت کاری توجه به نکات زیر مفید است:

- ✓ چنانچه اشاره شد افزایش سن باعث می شود که افراد وابستگی بیشتری به سیکل سیرکادین خود پیدا کنند و قابلیت تغییر این سیکل در آنها کاهش می یابد. اصولاً با افزایش سن افراد تمایل به صبح گرایی پیدا می کنند.
- ✓ یکی از مهمترین عواملی که به افراد شبکار برای حل مشکلاتشان کمک می کند همکاری خانواده آنها است. در مواردی مدیریت می تواند طی جلساتی عمومی خانواده پرسنل را نسبت به مشکل کارگر شب کار توجیه نموده و از آنها بخواهد در طول روز حتی المقدور خود را با برنامه غذا و خواب فرد شب کار تطبیق دهند.
- ✓ پریود های کوتاه مدت شبانه یعنی حدود ۲ تا ۳ روز شبکاری غالباً برای کارگران مطلوبتر از پریودهای هفتگی هستند و چنانچه مسائل اجتماعی کارگران اجازه دهد پریودهای ۱۴ و ۲۸ روزه بهترین حالت می باشد.

در رابطه با نوبت کاری توجه به نکات زیر مفید است:

- ✓ در هر مقطع زمانی که شیفت شبانه فرد شروع می شود هرچه مقدار شبهای پی در پی شب کاری کمتر باشد هنگام برگشت به شیفت روز تطابق ساده تر صورت می گیرد.
- ✓ گاهی توصیه می شود در شیفتهای شب جهت حمل و نقل مواد و قطعات از نوار نقاله استفاده نشود بلکه از اپراتورها بخواهیم در مقاطعی خود قطعات خود را حمل کند تا در وضعیت عملکردی آنها تغییر حاصل شود. این تغییر جزئی در فواصل منظم باعث کاهش کسالت و خواب آلودگی می گردد.
- ✓ هر جامعه ای بسته به شرایط خاص اجتماعی و فرهنگی خود نیاز دارد که نوبت کاری مناسبی برای آن برنامه ریزی شود.

در رابطه با نوبت کاری توجه به نکات زیر مفید است:

- ✓ در بررسی مسئله شیفت نباید این واقعیت را از یاد ببریم که سیستم متشکل از انسان، ماشین و محیط است. بعبارت دیگر تغییر نوبت‌های کاری نه فقط از نظر پرسنلی بلکه از نظر کیفیت کار و عمر ماشین آلات نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. مثلاً تأثیر اینکه روزانه چند اپراتور روی یک ماشین خاص کار کنند روی کیفیت ماشین چه خواهد بود.
- ✓ درصد غیبت افراد یکی از بزرگترین مشکلات در شیفت کاری می باشد معمولاً در هنگام کار شیفت شب درصد این غیبت بشدت افزایش می یابد.
- ✓ مقدار خطائی که فرد در طی شیفت صبح انجام می دهد بمراتب کمتر از خطاهای شیفت عصر است، شیفت شب در ابتدا خطای کمتری نسبت به شیفت عصر دارد ولی با گذشت مدتی خطاهای آن بسیار زیادتر می شود.

فصل دوازدهم

طراحی سیستمهای آموزشی

رابطه بین آموزش (Training) و یادگیری (Learning)

یادگیری یک فرایند داخلی است و بصورت یک فرایند ذهنی برای تکمیل اطلاعات و مهارتهای فرد از آن یاد می شود.

آموزش وسیله ایست که برای پیشبرد و ارتقاء یادگیری و در کنترل آن به سمت مطلوب مورد استفاده قرار می گیرد.

شخصی که طراحی سیستمهای آموزشی را بر عهده دارد باید با فرایند یادگیری در افراد آشنائی داشته باشد.

بعبارت دیگر او بایستی توان، ظرفیت و مطلوبیتهای سیستم یادگیری افراد تحت آموزش را بشناسد تا بتواند برای کنترل این فرایند برنامه ریزی کند با این هدف که عملکرد فرد پس از آموزش ارتقاء خواهد بود.

اگر آموزشهای قبلی فرد و تجربیات او در مرحله جدید به سود او باشد **انتقال آموزش مثبت** صورت گرفته است این همان چیزی است که سیستمهای آموزشی بدنبال آن هستند و می کوشند آنها را **حداکثر** نمایند.

از سوی دیگر ممکن است گاهی آموزشهای قبلی باعث کاهش سطح عملکرد شخص در مواجهه با وضعیت جدید باشد که به آنها **انتقال آموزش منفی** گفته می شود.

یک سیستم آموزش مناسب باید به نحوی طراحی شده باشد که دو حالت انتقال منفی و انتقال با تأخیر را به حداقل برساند.

شاید بزرگترین مزیت رویکرد سیستمی به مسئله آموزش آن باشد که میتوان بجای تلاشهای گسسته روی موضوعات مختلف به بررسی اثرات مستقیم آموزش بر عملکرد شغلی شخص پرداخت و آنرا بهبود بخشید.

مراحل طراحی سیستم آموزشی

اصولاً طراحی هر سیستم آموزشی باید بر مبنای
پاسخ به سه سؤال مهم باشد که عبارتند از:
چرا؟ چه چیز؟ و چگونه؟

پاسخ سؤال اول

تعیین ضرورت آموزش و اهداف آن می باشد.

در پاسخ به سؤال دوم

بایستی **محتوی و روشهای آموزش مشخص** شود یعنی بسته به اینکه چه امکاناتی برای آموزش داریم و به **چه اهدافی می توانیم برسیم** یک برنامه آموزشی تدوین نمائیم.

در پاسخ به سؤال چگونه، **روشها و مواد آموزشی را** مشخص کنیم.

مراحل سیستم آموزشی

از کارهای دیگری که باید در راستای طراحی سیستمهای آموزشی انجام داد **تشریح شغل افراد** است.

یکی از ابزارهایی که برای تشریح وظایف یک شغل بکار می رود **نمودار توالی عملیات شغلی** است.

ابزار دیگری که برای این منظور می تواند استفاده شود **خرد کردن مشاغل** به فعالیتهای مربوطه است.

مرحله بعدی تحلیل تک تک فعالیتهای شخص است یعنی باید برای هر فعالیت مشخص نمود که چه نوع قابلیتهائی مورد نیاز می باشد.

مراحل سیستم آموزشی

در مرحله بعد باید نیازهای هر فعالیت را بررسی کنیم
برخی از این نیازها قابل آموزش دادن نیستند.
مرحله بعدی تحلیلهای اقتصادی روی آموزش می باشد طبیعی
است که منابع در دسترس برای آموزش محدود است و **لذا باید**
آموزشهای مورد نیازتر و پربازده تر را انتخاب نمود.

مفاهیم مورد نظر در طراحی سیستم آموزشی

امروزه با بهره گیری از تکنولوژیهای جدید وسائل کمک آموزشی متعددی در اختیار سیستمهای آموزشی قرار دارد اما برخی از اصول و مفاهیم طراحی این سیستمها همچنان ثابتند و باید آنها را هنگام طراحی مد نظر قرار داد:

- ✓ توجه به میزان انگیزش آموزش گیرندگان؛
- ✓ ارائه بازخورد به آموزش گیرنده؛
- ✓ کنترل خطاها؛

مفاهیم مورد نظر در طراحی سیستم آموزشی

- ✓ انعطاف پذیری در توالی کارها؛
- ✓ تطبیق واکنشها برحسب موقعیتها؛
- ✓ طراحی وسایل آموزشی؛
- ✓ طراحی محیط آموزشی؛
- ✓ توزیع مناسب ساعات آموزش؛
- ✓ رعایت اصول یادگیری.

اگر بخواهیم آموزش را در قالب یک سیستم ببینیم
ورودیهای این سیستم افراد فاقد مهارت مورد بحث و
خروجیهای سیستم افرادی هستند که نوع خاصی از
مهارت را کسب کرده اند.

فرایند سیستم عبارتست از ارائه این مهارتها به اشخاص
ورودی، و طبیعتاً برای این منظور از وسایل نیز
استفاده می شود.

وسایل آموزشی

- وسایلی نظیر تلویزیون، عکس و ... که فقط جهت آشنائی شخص با ضرورت موضوع بکار می رود؛
- وسایل آموزشی که شخص را با روند کار مورد بحث آشنا می کند مانند بازدیدهای علمی و نمایش حضوری فعالیت مورد بحث؛
- وسایلی که شخص را با مبانی علمی مهارت مزبور آشنا می کند نظیر کتب و کلاسهای آموزشی؛
- وسایلی که به شخص آموزش گیرنده مهارت عملی مورد نظر را می آموزند و معمولاً دربر گیرنده تمرین واقعی شخص بر روی مهارت مزبور و یا تمرین او باشبیه ساز آن هستند.

فصل سیزدهم

قابلیت تعمیر و نگهداری (نگاشت پذیری)

با ایجاد ماشینهای تخصصی بویژه در زمینه های
الکترونیک و پنوماتیک امروزه تعمیر و نگهداری
امری است که مشکلات آن گاهی از مشکلات تولید
بیشتر می شود.

اصولاً در کار تعمیر و نگهداری چهار وظیفه وجود دارد
که برای هر یک از آنها باید تسهیلات لازم پیش بینی
شود:

- ✓ ملاحظه و بررسی محصول بصورت لمس یا دیدن؛
- ✓ تشخیص عیب محصول؛
- ✓ فعالیت تعمیراتی؛
- ✓ تست برای تشخیص رفع عیب.

۱. تسهیل تشخیص عیوب

هنگام طراحی محصول باید به این امر توجه داشت که هرچند امروزه دستگاههای خطایاب در تشخیص عیوب به تعمیر کار کمک می کنند اما نباید تأثیر مهارت و دانش تعمیر کار را ندیده گرفت.

۱. تسهیل تشخیص عیوب

مهمترین و کاملترین راه حل برای تسهیل کار این تعمیرکاران آنست که حتی المقدور پیچیدگی سیستم در هنگام طراحی کمتر شده و اگر لازم است سیستم پیچیده باشد آنرا بصورت سلسله مراتبی به دستگاههای فرعی، قطعات کوچک تقسیم کنید تا تعیین نقطه عیب آسانتر شود

۲. تسهیل تست رفع عیب

طبیعی است که سیستم رفع عیب نباید بگونه ای باشد که تعمیر کار مجبور شود کلیه عیبهای ممکن را بررسی کند بعلاوه شخص تعمیر کار باید در شرایطی قرار گیرد که بتواند خلاقیت و نوآوری خود را بکار گیرد و از طی کردن مداوم یک الگوریتم تکراری خود داری شود. تستهای مختلفی که شخص برای رفع عیب انجام می دهد می تواند با استفاده از آموزشهای کافی و تجهیزات مناسب در این زمینه به او کمک نماید.

۳. تسهیل در دستیابی و ملاحظه اجزای محصول

معمولاً هنگام تعمیر که نیاز می شود شخص اجزای محصول را بصورت دستی یا چشمی ملاحظه کند با چند نوع مشکل مواجه است. نخست آنکه کمبود روشنائی ممکن است جلوی دید شخص را بگیرد. برای حل این مشکل باید حتی المقدور دهانه های دستیابی را بزرگتر در نظر گرفت.

۳. تسهیل در دستیابی و ملاحظه اجزای محصول

در هنگام طراحی دهانه های دستیابی باید به نکات ذیل توجه کنیم:

(الف) عملیات تعمیر به چه نوع ابزار، چه مقدار اعمال نیرو و چه عمقی از دسترسی نیاز دارد. در اینگونه موارد استفاده از اطلاعات آنترپومتری می تواند مفید باشد.

(ب) چنانچه قطعات مورد تعمیر کم باشند ممکن است برای هر کدام یک دهانه یا روزنه جداگانه برای دستیابی طراحی کنیم در غیر اینصورت دهانه ای که برای چند قطعه استفاده می شود باید همه آنها رامد نظر داشته باشد.

(ج) هنگامیکه تعمیر کار از دهانه دستیابی استفاده می کند نباید طراحی بگونه ای باشد که دست او به قطعات داغ، جریان برق یا لبه تیز برخورد کند.

(د) حتی المقدور در هنگام تعمیر یا تنظیم دستگاه اپراتور باید بتواند نشانگرهای لازم را ببیند.

۴. تسهیل در تغییر وضعیت قطعات (بستها)

معمولاً هنگام تعمیر یک قطعه باید محصول مورد نظر را باز کرد یعنی بستها و اتصال دهنده هائی را که وجود دارند برطرف نمود. هنگام طراحی این بستها و اتصال دهنده ها باید موارد ذیل در نظر گرفته شود:

(الف) حتی المقدور باید از بستهای استفاده کرد که تغییر وضعیت آنها آسان باشد مثلاً لولاها؛

(ب) بستها باید قابل دید و دسترس باشند؛

(ج) تعداد حرکات لازم برای باز کردن قطعه تا جائیکه ممکن است کمتر باشد؛

(د) ابزاری که می خواهیم برای باز کردن بستها استفاده کنیم فضای کافی داشته باشند.

فصل چهاردهم

طراحی برای مونتاژ صنعتی

محصولاتی که امروزه از آنها استفاده می کنیم غالباً دارای تعداد قطعات زیادی هستند و مونتاژ آنها عملیات متنوع و تکنیکهای خاصی را می طلبد.

در چند دهه گذشته فعالیتهای زیادی انجام شده که عملیات مونتاژ را بصورت خودکار و توسط رباتها انجام دهند.

طبیعتاً مونتاژ توسط رباتها ویژگی خاص خود را می طلبد زیرا رباتها فقط عملیات ساده ای را انجام می دهند و انجام عملیات پیچیده توسط آنها مستلزم یک طراحی جداگانه و تخصصی است.

بدین ترتیب کم کم ضروری است که فعالیتهای مونتاژ را ساده تر طراحی کنیم و همین امر به ایجاد مبحث جدیدی تحت عنوان طراحی برای مونتاژ صنعتی منجر شد.

نکات مونتاژ صنعتی

- محصول را طوری طراحی کنید که قطعه اصلی آن بعنوان تکیه گاه و بست قطعات دیگر عمل کند؛
- تا جاییکه ممکن است تعداد قطعه ها را کمتر کنید برای این منظور می توان دو یا چند قطعه را با هم ترکیب نمود. برای تولید قطعات ترکیبی میتوان از روشهای تزریق به ویژه در مورد پلاستیکها استفاده کرد؛
- اتصال قطعات مختلف به یکدیگر حتی المقدور از طریق شفتها صورت گیرد، یعنی دو قطعه با هم جفت شود تا استفاده از پیچها کاهش یابد؛

نکات مونتاژ صنعتی

- تنوع پیچهای مورد استفاده را هرچه قدر ممکن است کمتر کنید؛
- از قطعات کوچکی مثل واشر استفاده نکنید زیرا چنگش و جایگذاری آنها دشوار است، سعی کنید واشر را با پیچ ترکیب نمایید؛
- از بکار گیری قطعات انعطاف پذیر مانند سیمها، کابلها و تسمه ها تا جائیکه ممکن است خودداری کنید زیرا باعث شلوغی محصول می شود؛
- از قطعات متقارن استفاده کنید تا اپراتور در مورد تصمیم گیری برای جهت آنها وقتی را تلف نکند؛

نکات مونتاژ صنعتی

- از قطعه هائی استفاده کنید که خود مکان یاب (Self location) باشند یعنی با استفاده از راهنماهای مانند فرورفتگی، پخ، سطحشیبدار، محورهای راهنما قطعه بتواند به راحتی در محل خود مستقر شود؛
- در جفت کردن قطعه ها تلورانس را کاهش دهیم؛
- مونتاژ قطعاتی که ضعیف و شکننده هستند کاری دشوار و حساس است ولذا استفاده از آنها مطلوب نیست؛
- قطعه ها باید در نقطه ثابتی در اختیار اپراتور قرار گیرد؛

نکات مونتاژ صنعتی

- تا جایی که ممکن است از (Feed back) بازخورهای شنیداری و لمسی استفاده شود، یعنی مسیر حرکت قطعه مانعی وجود داشته باشد که پایان مسیر حرکت را اعلام کند؛
- موضوع انتقال آموزش بصورت مثبت در نظر گرفته شود؛
- کاری به نحوی تکراری و خسته کننده نباشد که سبب کسالت و نارضایتی شخص شود

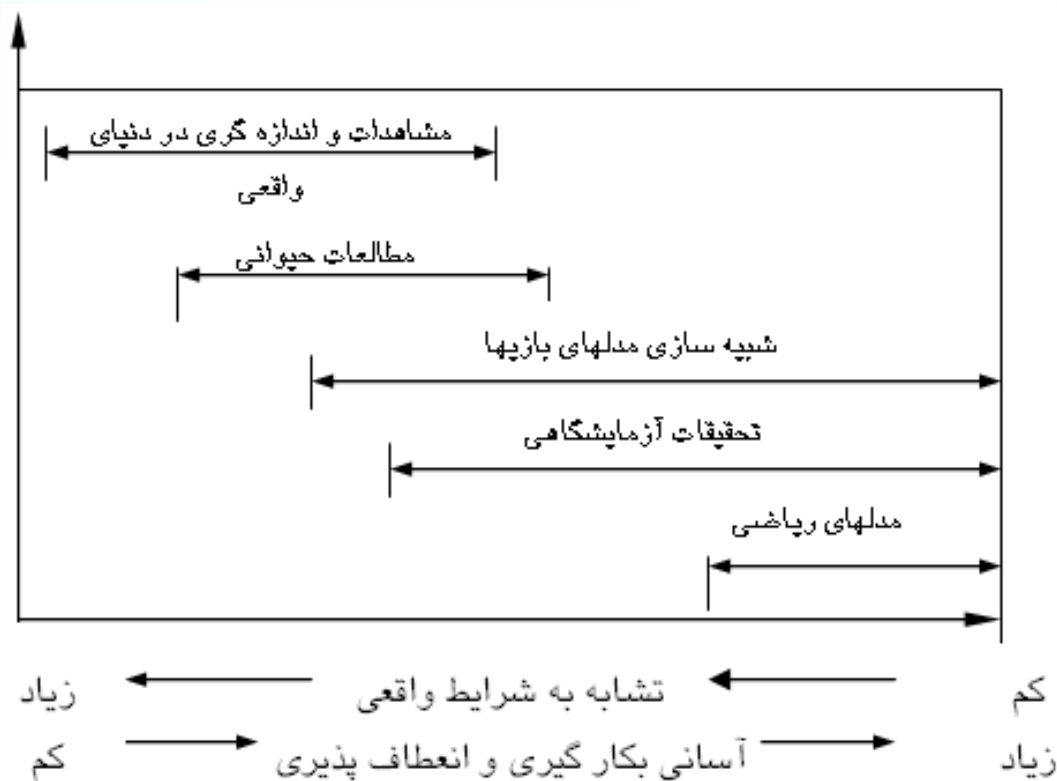
فصل پانزدهم

تست‌ها و ارزیابی‌های انسانی

امروزه تستها و ارزیابیها جزء جدائی ناپذیری از توسعه سیستمها محسوب می شوند.

مسائل انسانی بعزت تنوع پیچیدگی خود دارای تستهای مختلفی اند که دامنه وسیعی را در بر می گیرد، این تستها ممکن است بصورت آزمایشگاهی، تجربی، میدانی یا شبیه سازی باشد.

روشهای مختلف تستهای انسانی را میتوان طبق نمودار زیر با هم مقایسه کرد:



هدف از یک ارزیابی سیستم آن است که بتوانیم
آینده سیستم را پیش بینی کنیم، برای این منظور
تکنیکهای مختلفی وجود دارد.

این تکنیکها دارای قدرت پیش بینی متفاوتی اند طبعاً
بالاترین قدرت پیش بینی مربوط به سیستمی است
که **بیشترین تشابه را با دنیای واقعی** داشته باشد.

روشهای مختلف تست انسانی

استفاده مستقیم از داده ها و اطلاعات دنیای واقعی و اندازه گیری آن

در این روش بدلیل خطای مشاهده کننده و وسیله اندازه گیری بازهم فاصله اندکی با دنیای واقع پیدا می کنیم. از سوی دیگر این روش بسیار گران است و در بسیاری از مواقع غیر عملی است یا به نابودی سیستم منجر می شود.

بعلاوه خیلی زود افراد می فهمند که تحت مطالعه قرار دارند و لذا رفتاری غیر عادی از خود بروز می دهند لذا ما مجبور به استفاده از سایر روشها می شویم.

روشهای مختلف تست انسانی

مطالعات میدانی تشابه کمتری با دنیای واقع دارند و معمولاً به مشاهده و اندازه گیری رفتار بخشی از سیستم یا یک سیستم مصنوعی مشابه آن می پردازند. **شبیه سازی مدلها و بازیها** حوزه وسیعی را از نظر تشابه دارا هستند. برخی از شبیه سازیها بسیار واقعی ایجاد می شوند در حالیکه بعضی از این گونه مدلها تشابه کمتری با دنیای واقع دارند.

مطالعات آزمایشگاهی نیز حوزه وسیعی دارند اما بندرت میتوان نتایج آن را بطور کامل به دنیای واقع تعمیم داد زیرا غالباً شرایط آزمایشگاهی یک شرایط خاص و غیر واقعی اند.

اهداف تستهای انسانی

- ✓ اکتشاف (Exploration)
- ✓ اندازه گیری ثابتهای رفتاری
- ✓ مقایسه با یک استاندارد
- ✓ مقایسه دو یا چند قلم از خصوصیات سیستم
- ✓ تعیین خصوصیات عملکردی

مراحل طراحی تستهای انسانی

- ✓ تعیین هدف
- ✓ مطالعه منابع علمی
- ✓ تعیین نوع مناسب ارزیابی
- ✓ تعیین مجموعه مورد ارزیابی
- ✓ تعریف دامنه شرایط عملیاتی
- ✓ انتخاب پرسنل تست کننده
- ✓ انتخاب متغیرهای تستی
- ✓ جمع آوری اطلاعات
- ✓ طراحی آزمایش

روشهای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز و تست آنها

- الف) آراء و عقاید افراد
- ب) مطالعه مشکلات و شکست های قبلی سیستم
- ج) چک لیستها
- د) تکنیکهای مشاهده ای
- ه) نمونه ها
- و) شبیه سازی و مدل های مشابه
- ز) روشهای آزمایشگاهی

پایان