کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۵ / دکتر حسن صادقی نائینی، دکتر علی اصغر فرشاد

اصول ارگونومی و تطابق شرایط کار با کارگر

فهرست مطالب

اهداف درس ۸۴۱
بیان مسئله ۸۴۱
اهداف و دامنه عملکرد ارگونومی: ۸۴۲
زیرگروه‌های علم ارگونومی ۸۴۳
سیستم انسان ـ ماشین ۸۴۳
تعیین رژیم‌های کار ـ استراحت: ۸۴۵
ایستگاه‌های کار (Work Station): ۸۴۵
آنتروپومتری (Anthropometry): ۸۴۶
بررسی صدمات اسکلتی ـ عضلانی مرتبط با کار: ۸۴۹
عوامل خطر بروز عوارض اسکلتی ـ عضلانی ۸۴۹
حمل دستی کالا ۸۵۰
حالاتی که در بلند کردن بار دستی، رخ می‌دهد: ۸۵۰
فیزیولوژی کار (Work Physiology): ۸۵۳
پیشنهادها: ۸۵۳
خلاصه ۸۵۳
منابع: ۸۵۵

ارگونومی: علم اصلاح و بهینه سازی محیط، مشاغل و تجهیزات است به گونه‌ای که متناسب با محدودیت‌ها و قابلیت‌های انسان باشند

اصول ارگونومی و تطابق شرایط کار با کارگر

Ergonomic principles & adaptation of working conditions to workers

دکتر حسن صادقی نائینی*، دکتر علی اصغر فرشاد**

* دانشگاه علم و صنعت ایران

** دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

اهداف درس

پس از یادگیری این مطالب، فراگیرنده قادر خواهد بود به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

- ارگونومی چیست؟
- حیطه‌های ارگونومی چه مواردی را شامل می‌شود؟
- سیستم اسان ـ ماشین دارای چه عوامل و فاکتورهایی است؟
- چگونه می‌توان با کاربرد سیستم انسان ـ ماشین، ریسک فاکتورهای شغلی را کشف نمود؟
- آنتروپومتری چیست و چه کاربردهایی در کاهش صدمات جسمانی دارد؟
- ویژگی‌های ایستگاه‌های کار ایستاده و نشسته از منظر ارگونومی چه هستند؟
- روش صحیح حمل دستی بار چیست؟
- حد توصیه وزنی بار را چگونه می‌توان محاسبه نمود؟

بیان مسئله

کمتر فعالیتی را می‌توان یافت که عاری از هر گونه عامل تهدیدکننده‌ای باشد. از این رو حفظ صیانت نیروی انسانی به عنوان رسالتی مهم مطرح می‌گردد و در این بین بخش عمده مواردی که سلامت جسمی و روحی کاربران را به خطر می‌اندازد مربوط به شرایط **ارگونومی (مهندسی فاکتورهای انسانی)** محیط‌های کار می‌باشد.

ارگونومی (Ergonomia) از نظر لغوی به معنای قوانین، اصول و همچنین مطالعه کار می‌باشد. در حقیقت واژه "**ارگو**" به معنی کار و واژه "**نومی**" به مفهوم قوانین و اصول، آمده است. ارگونومی از تطابق هرچه

بیشتر شرایط محیط کار با اپراتور سخن می‌گوید. در این کتاب، ارگونومی را اینگونه تعریف شده است: **"علم اصلاح و بهینه سازی محیط، مشاغل و تجهیزات، به گونه ای که متناسب با محدودیت‌ها و قابلیت‌های انسان باشند"**. با توجه به این تعریف، مشخص می‌گردد که دامنه عملکرد این علم می‌تواند بسیار وسیع باشد.

اهداف و دامنه عملکرد ارگونومی:

مهم ترین اهداف ارگونومی عبارتند از:

الف) ایمنی ـ بهداشت

ب) تولید ـ بهره وری

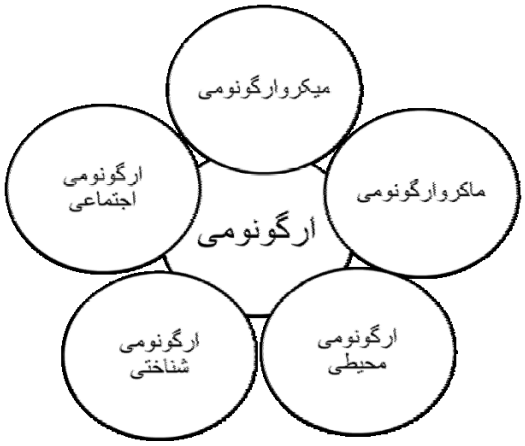
این علم از یک سو به سلامت افراد می‌اندیشد و از سوی دیگر کارآمد بودن و بهره‌وری سیستم‌ها را در فعالیت‌های متنوع صنعتی یا غیرصنعتی به طور دقیق، مد نظر دارد. با عنایت به آن‌چه تاکنون ذکر شده و اهداف مزبور، بخشی از حیطه‌های عملکردی ارگونومی را می‌توان به شرح زیر دانست:

۱) بررسی میزان توانمندی شاغلین با توجه به نوع کار و انرژی مصرفی
۲) مطالعه ابعاد فیزیکی بدن (آنتروپومتری) و کاربرد این دسته از اطلاعات در طراحی ایستگاه‌های کار
۳) طراحی ارگونومیک ابزارهای دستی
۴) طراحی ایستگاه‌های کار نشسته، ایستاده، نشسته - ایستاده
۵) آنالیز سیستم انسان ـ ماشین
۶) بررسی‌های روانشناختی از دیدگاه نحوه ارتباط بین افراد و سیستم
۷) تعیین رژیم‌های کار و استراحت (زمانه ای استراحت و مدت انجام کار)
۸) بررسی روش‌های حمل دستی کالا و طراحی خطوط بسته بندی و بارگیری دستی
۹) بررسی صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار
۱۰) آنالیز وضعیت‌های بدنی در حین انجام فعالیت
۱۱) بیومکانیک شغلی
۱۲) بررسی عوامل محیطی مرتبط با افراد
۱۳) طراحی محصولات متناسب با نیاز افراد

آن چه که ذکر شد بخشی از موضوعاتی است که از دیدگاه ارگونومی، قابل بررسی و ارزیابی می‌باشد، و در صفحات بعد، نکاتی در مورد برخی از آن‌ها به اختصار ذکر می‌شود. شایان ذکر است که با عنایت به تنوع عملکرد و گستره وسیع حیطه‌ها در ارگونومی، این علم به پنج زیر گروه، به قرار زیر دسته بندی شده است:

زیرگروه‌های علم ارگونومی (شکل ۱)

۱. ارگونومی خُرد (Micro-Ergonomics)،
۲. ارگونومی محیطی (Environmental Ergonomics)،
۳. ارگونومی کلان (Macro-Ergonomics)،
۴. ارگونومی شناختی ـ ادراکی (Cognitive Ergonomics)
۵. ارگونومی اجتماعی ـ فرهنگی (Cultural/Social Ergonomics).



شکل ۱ ـ زیرگروه‌های ارگونومی

- هر یک از این موارد، بخش‌های خاصی از ارگونومی را پوشش می‌دهند. برای نمونه؛ طراحی ایستگاه‌های کار (Work station) نشسته یا ایستاده مبتنی بر داده‌های ابعادی بدن از موضوعات **میکرو ارگونومی** محسوب می‌شود.
- عواملی چون صدا (Noise)، ارتعاش (Vibration) و استرس‌های گرمایی در **ارگونومی محیطی** مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- مسائل مرتبط با تعامل تکنولوژی و ویژگی‌های اجتماعی کاربران و همچنین حوزه‌های مدیریتی، در **ارگونومی کلان**، مورد دقت قرار می‌گیرد.
- ادراک علائم و نشانه‌ها از مباحث **ارگونومی شناختی** است. ویژگی‌های اجتماعی افراد در ارگونومی اجتماعی ـ فرهنگی طرح می‌شود.

سیستم انسان ـ ماشین

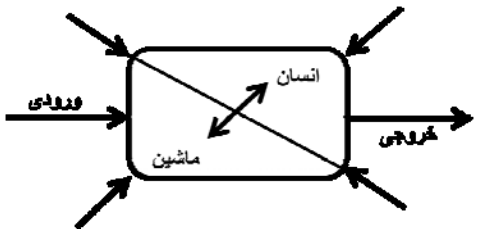
یکی از سیستم‌های فراگیر در مبحث ارگونومی، سیستم انسان ـ ماشین است که دارای چهار فاکتور

اساسی می‌باشد که عبارتند از انسان ـ محیط ـ تجهیزات ـ شغل.

بدیهی است چنان‌چه بتوان در هر سیستم یا محیطی این چهار عامل را آنالیز نمود، می‌توان مزایا و معایب آن سیستم یا ساختار را معین ساخت و به دنبال آن به بررسی معایب و رفع آن‌ها پرداخت. به بیان دیگر هر سیستم کاری شامل عناصر و اِلمان‌های انسانی و تجهیزاتی می‌باشد که در یک محیط تعریف شده ای مستقر هستند. این سیستم‌ها یا به تعبیری ارگوسیستم‌ها می‌توانند به شکل‌های ساده یا پیچیده که تحت نام کلی سیستم انسان ـ ماشین نیز خوانده می‌شوند، مطرح گردند. بالطبع هر یک از المان‌های تشکیل دهنده یک سیستم انسان ـ ماشینی می‌تواند بر حسب نو ع و شرایط، اثرات قوی یا ضعیفی را بر روی دیگر عوامل سیستم بگذارند.

سیستم انسان ـ ماشین می‌تواند ساختاری **ساده** داشته باشد مثل ورق زدن کتاب، نگارش متن، کار با انبردست و یا **پیچیده** باشد؛ مثل کنترل خطوط تردد قطارها، ترافیک هوایی، تجهیزات کامپیوتری.

در هر یک از این موارد، چهار ویژگی مهم وجود دارد که در شکل ۲ به صورت شماتیک آمده است:



شکل ۲ ـ دیاگرام ساده سیستم انسان- ماشین (نگارنده)

بر اساس شکل فوق می‌توان ویژگی‌های زیر را برای سیستم انسان ـ ماشین به ترتیب زیر دانست:

الف) دو جزء اصلی انسان و ماشین

ب) وجود تعامل بین اجزاء

پ) دارا بودن ورودی و خروجی

ت) هدف دار بودن

علاوه بر این ویژگی‌ها و همانگونه که پیشتر هم اشاره شد، سیستم انسان ـ ماشین، متشکل از حداقل چهار عامل محیط (Environment)، مشاغل (Tasks)، تجهیزات (Equipment) و ویژگی‌های فردی می‌باشد.

- **"محیط"** شامل مواردی است از جمله روشنایی (Illumination)، صدا (Noise)، ارتعاش (Vibration)، حرارت (Heat) و پرتوها (Radiation)
- **"مشاغل"** شامل مواردی است از جمله نوع کار، شدت کار، ریتم فعالیت‌ها، زمان و مدت فعالیت
- **"تجهیزات"** شامل مواردی است از جمله نشانگرها (Display)، کنترل کننده ها (Controls)، اهرم ها (Lever) و پدال ها (Pedal)

- **"ویژگی‌های فردی"** شامل مواردی است از جمله مهارت، توانمندی، سن، جنس، انگیزش، ابعاد بدنی و رضایتمندی

به کمک آنالیز سیستم انسان ـ ماشین می‌توان عوامل خطر (ریسک فاکتورها) ارگونومیک ایستگاه‌های کار و مشاغل را کشف نمود.

تعیین رژیم‌های کار ـ استراحت:

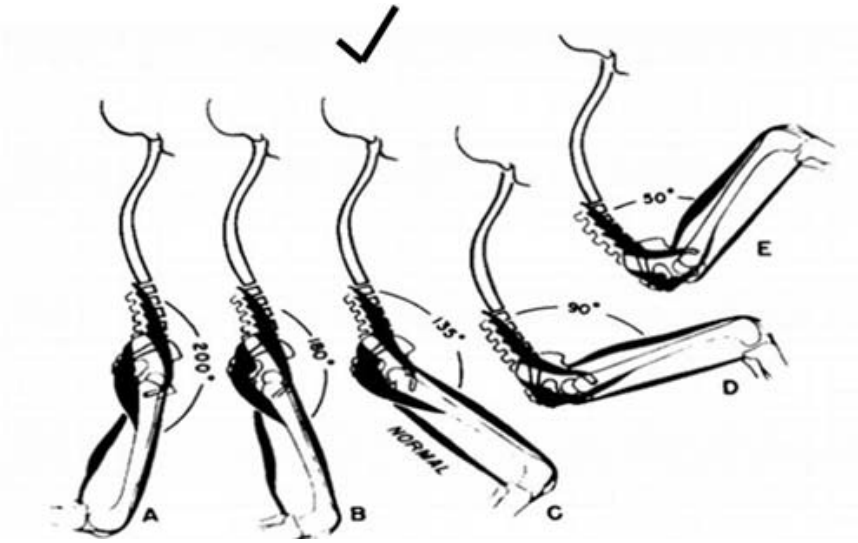
از جمله موارد حائز اهمیت در انجام فعالیت‌های شغلی، خصوصا امور صنعتی، تنظیم زمان‌های کار و استراحت پرسنل می‌باشد. مطالعات انجام شده، متوسط میزان مصرف انرژی را در مشاغل مختلف، مشخص نموده است. از طرفی به کمک تجهیزاتی چون ارگوسیکل یا نوارگردان و یا با محاسبه ضربان قلب می‌توان برآورد مناسبی از قابلیت‌های مصرف انرژی در افراد مختلف را تعیین نمود و سپس به کمک معادلاتی می‌توان زمان‌های استراحت و کار را مشخص کرد.

ایستگاه‌های کار(Work Station):

در بررسی‌های ارگونومیک، ایستگاه‌های کار از جمله مواردی هستند که بطور دقیق بررسی می‌شوند. ایستگاه‌های کار را بطور عمده به سه دسته **نشسته**، **ایستاده**، و **نشسته ـ ایستاده** تقسیم می‌کنند و در طراحی هر یک از آن‌ها به اصول ابعاد شناسی بدن، حدود دسترسی کاربر، نوع فعالیت، زمان و عوامل مرتبط دیگر توجه می‌شود. بدیهی است عدم رعایت اصول ارگونومی در طراحی ایستگاه‌های کار می‌تواند باعث بروز صدمات جسمانی و کاهش بازده، گردد. بسیاری از مشکلات جسمانی ناحیه ستون فقرات (بویژه کمر)، ناراحتی‌های اندام فوقانی (بویژه مچ دست و شانه ها) و حتی عوارض بینایی در اثر کار در شرایط نامناسب ایستگاه‌های کار، رخ می‌دهد.

برای **پیشگیری** از این دسته از صدمات باید به ویژگی‌های ارگونومیک ایستگاه کار توجه داشت. **در امور نشسته**، باید حداقل نیازهای طراحی ارگونومیک صندلی رعایت شود. پشتی و کفی صندلی از جمله مهم ترین بخش‌های یک صندلی است که باید به طور دقیق، طراحی شوند. مطالعات ارتوپدیک، نشان داده که در حالت نشسته به دلیل چرخش لگن خاصره، انحنای ناحیه کمری، تغییر می‌کند. از این رو **زاویه مناسب برای نشستن** (زاویه تنه و ران) می‌تواند بسیار مهم و تعیین کننده باشد. این مطالعات نشان داده که نشستن با زاویه ۱۳۵ درجه، حالتی است که در آن انحنای ناحیه کمر، مشابه حالت ایستاده است (شکل ۳).

بی‌تردید چنین زاویه‌ای برای انجام کارها و امور شغلی، مناسب نیست. ***مطالعات ارگونومیک، نشان داده که زوایای ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه می‌تواند شرایط مناسبی را برای انجام کارهای نشسته، فراهم سازد.*** هرچه قابلیت‌های تنظمی صندلی، بیشتر باشد شرایط راحت‌تری برای افراد تامین خواهد شد. (شکل ۴)



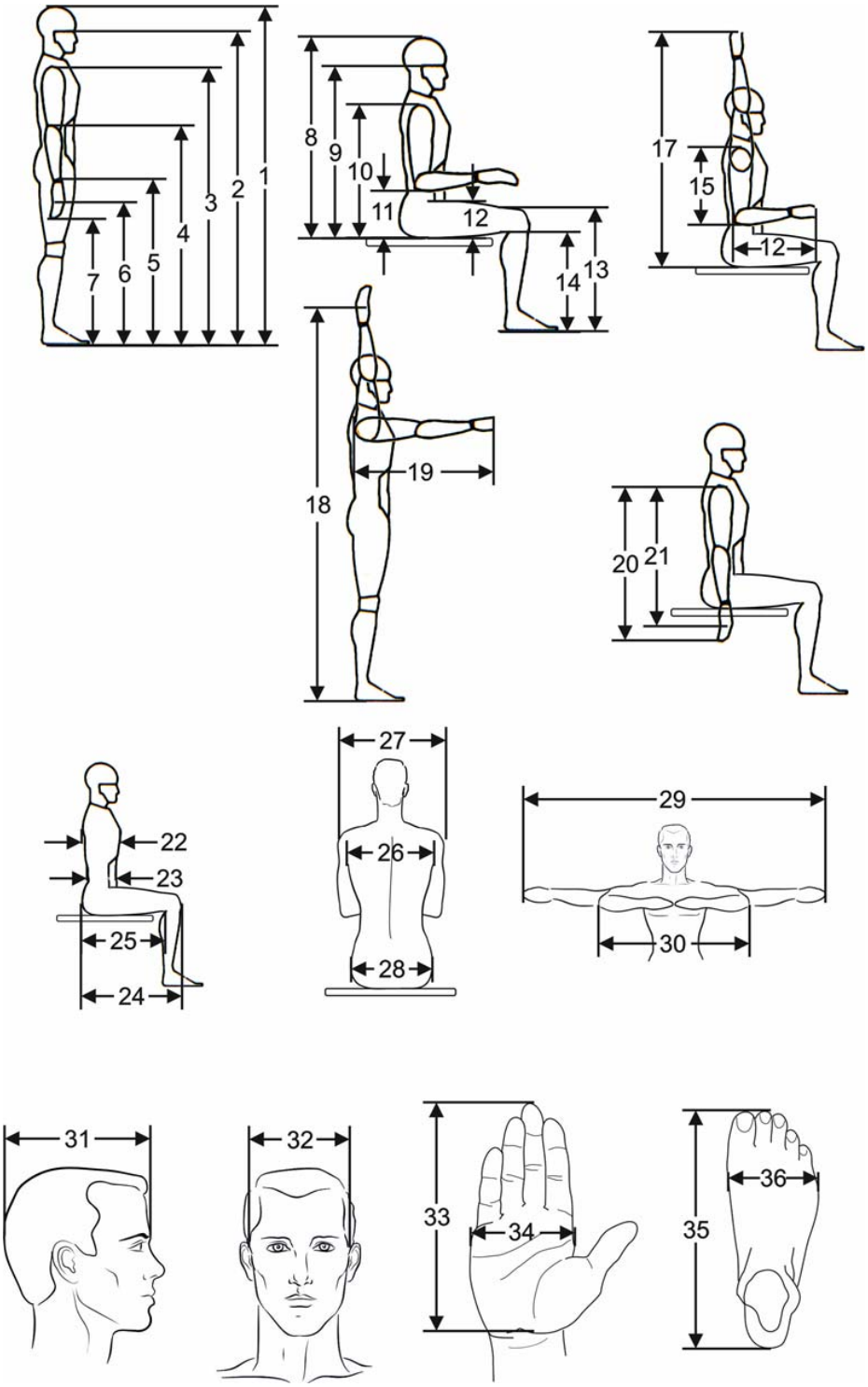
شکل ۳ ـ نشستن با زاویه ۱۳۵ درجه، حالتی است که در آن انحنای ناحیه کمر به حالت ایستاده نرمال نزدیک تر است (حالت C)- (بر گرفته از Oborn 1991)

شکل ٤ ـ قابلیت تنظیم در بخش‌های مختلف صندلی، شرایط بهتری را تامین می‌کند

آنتروپومتری (Anthropometry):

یکی از موارد مهمی که در ارگونومی مطرح می‌باشد، آنتروپومتری است. **آنتروپومتری**، علم سنجش ابعاد بدن است که در این مبحث از جمله اهداف مهم، تعیین دامنه ابعادی اندام‌های مختلف در بین کاربران می‌باشد. بدیهی است در طراحی ایستگاه‌های کار باید اطلاعات اولیه‌ای در خصوص ویژگی‌های ابعادی بدن در اختیار باشد، به کمک سنجش‌های مطرح در آنتروپومتری می‌توان این اطلاعات اولیه را به دست آورد. آنتروپومتری به دو شکل استاتیک و دینامیک تعریف شده است.

در **آنتروپومتری استاتیک**، اندازه اندام‌های مختلف در شرایط ثابت و بدون حرکت به دست می‌آید در نوع **دینامیک**، دامنه حرکتی اندام‌ها و چگونگی حرکات نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. شکل ۵ و جدول ۱، متغیرهای معمول آنتروپومتری استاتیک را نشان می‌دهد.



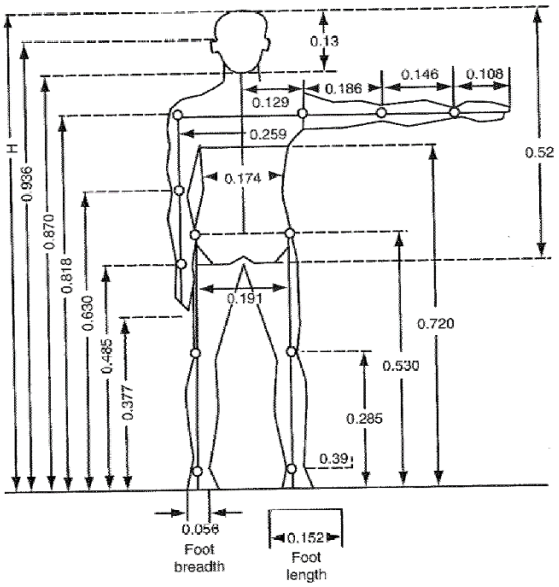
شکل ۵ ـ متغیرهای آنتروپومتریک استاتیک

جدول ۱ ـ متغیرهای معمول آنتروپومتری استاتیک (متناظر با شکل ۵)

ردیف	متغیر	ایستاده	نشسته	ردیف	متغیر	ایستاده	نشسته
1	قد	*		19	حد دسترسی روبرو	*	
2	ارتفاع چشم	*		20	فاصله شانه تا سرانگشت		*
3	ارتفاع شانه	*		21	فاصله شانه تا کف دست		*
4	ارتفاع آرنج	*		22	عمق سینه		*
5	ارتفاع لگن خاصره	*		23	عمق شکم		*
6	ارتفاع بند انگشت	*		24	طول ران (از مقابل زانو)		*
7	ارتفاع سر انگشت	*		25	طول ران (از پشت زانو)		*
8	ارتفاع نشسته		*	26	عرض شانه (از نقاط آکرومی)		*
9	ارتفاع چشم		*	27	عرض شانه (از دو طرف عضلات دلتوئید)		*
10	ارتفاع شانه		*	28	عرض هیپ		*
11	ارتفاع آرنج		*	29	فاصله سر انگشت دست ها		*
12	ضخامت ران		*	30	فاصله آرنج- آرنج		*
13	ارتفاع زانو		*	31	طول سر		*
14	ارتفاع رکبی		*	32	عرض سر		*
15	طول بازو		*	33	طول کف دست		*
16	طول آرنج تا سر انگشت		*	34	عرض کف دست		*
17	حد دسترسی بالای سر		*	35	طول کف پا		*
18	حد دسترسی بالای سر	*		36	عرض کف پا		*

لازم به توضیح است که ***یکی از علل تفاوت‌های ابعادی بین افراد، ژنتیک و شرایط اقلیمی است از اینرو نمی توان از استانداردهای سایر کشورها استفاده نمود.*** با عنایت به مورد اخیر و با توجه به این که متاسفانه در حال حاضر استانداردی برای کشور ایران تدوین نشده است لذا توصیه می‌شود برای اصلاح شرایط ایستگاه‌های کار در صنایع، متناسب با تعداد افراد و با کمک مشاوره‌های آماری، تعدادی از کارکنان به عنوان نمونه انتخاب شوند و داده‌های ابعادی از بین ایشان سنجیده شود و محاسبات خاص آنتروپومتریک و تعیین صدک‌های

۵ و ۹۵ انجام گیرد سپس به اصلاح شرایط پرداخته شود. برخی از مطالعات بین داده‌ها و ابعاد سگمنت‌های مختلف بدن، ارتباط‌هایی را به‌دست آورده‌اند که بخشی از آن‌ها در شکل ۶ آمده است.



شکل ٦ ـ نقاط رفرانس و نسبت اندازه‌ها بر اساس مدل Farkas

بررسی صدمات اسکلتی ـ عضلانی مرتبط با کار:

در محیط‌های کار به علت وجود عوامل مخاطره آمیز گوناگون، احتمال بروز بیماری‌های شغلی، به اثبات رسیده است. در بین صدمات و عوارضی که سلامت شاغلین را تهدید می‌کند برخی از آسیب‌ها جزء بیماری‌های مرتبط با کار (Diseases Related Work) می‌باشند که از جمله مهم ترین آن ها، عوارض اسکلتی عضلانی مرتبط با کار (Work-related Musculoskeletal Disorders) هستند.

عوامل خطر بروز عوارض اسکلتی ـ عضلانی

از بین عوامل خطر مهمی که در بروز این دسته از صدمات، نقش دارند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) وضعیت نامناسب استقرار بدن حین انجام کار (Awkward Postures)

ب) اعمال نیرو و فشار

ج) انجام فعالیت‌های تکراری (Repetitive tasks)

از بین صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار که باعث کاهش توانمندی افراد و بالطبع افت بازده شغلی می‌شود می‌توان کمر درد و همچنین عوارض مچ دست مانند سندروم کانال کارپی (CTS) یا همان **"سندروم**

کارپال تانل" را نام برد. به کمک اجرای اصول مهندسی ارگونومی می‌توان عوامل مکانیکی و تنش‌های عضلانی را تا حدود قابل توجهی کنترل نمود، به بیان دیگر با کمک روش‌های ارگونومیک می‌توان ضمن طراحی مناسب ایستگاه‌های کار، وضعیت استقرار بدن را تصحیح نمود. البته لازم به توضیح است که فاکتورهای موثر در چگونگی وضعیت استقرار بدن در حین کار، متنوع هستند که برخی از آن‌ها عبارتند از: ویژگی‌های فیزیکی کاربر، نیازهای شغلی، شرایط ایستگاه کار.

حمل دستی کالا

یکی از مشکلات شغلی که از دیدگاه اصول ارگونومی قابل بررسی است حمل دستی بار است. در اکثر صنایع کشور و حتی در امور غیرشغلی به دفعات زیاد، جابجایی دستی کالا و بلند کردن بار (Manual lifting) اتفاق می‌افتد و این امر یکی از دلایل مهم برای بروز کمردرد محسوب می‌شود. به طور کلی در حمل دستی کالا بر حسب نوع فعالیت، حالت‌های مختلفی از جمله بلند کردن بار (Lifting)، کشیدن (Pulling)، هُل دادن (Pushing) و جابجایی (Carrying) اتفاق می‌افتد که هر کدام به فراخور شرایط کار و وزن بار، استرس‌های جسمی قابل ملاحظه‌ای را بر کارگر وارد می‌سازند.

صدمات جسمانی ناشی از حمل دستی کالا باعث بروز مشکلات جسمانی، درد و آسیب‌های عضلانی می‌شود. این دسته از موارد از دیدگاه اقتصادی نیز به بروز خسارت‌های مالی، منجر می‌گردد. به گزارش سازمان نایوش در آمریکا (بیشتر از ۶۰ ٪ مشکلات ستون فقرات، مربوط به کمر درد) می‌باشد و سالانه حدود نیم میلیون کارگر در برخی از کشورهای صنعتی، به درجات مختلفی به این گونه صدمات مبتلا می‌شوند. این گزارش حاکی از این حقیقت است که در حدود ۶۰ ٪ غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی در بلند کردن دستی بار و حدود ۲۰ ٪ در هُل دادن و کشیدن بار، اتفاق می‌افتد. کمیسیون ایمنی و بهداشت انگلستان گزارش کرده است که بیش از ۲۵ درصد حوادث، مربوط به جابجایی دستی کالا بوده است.

حالاتی که در بلند کردن بار دستی، رخ می‌دهد:

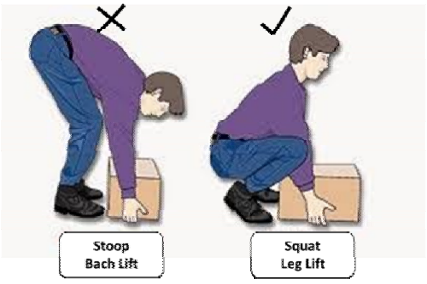
به طور کلی دو حالت متمایز برای بلند کردن بار به صورت دستی ممکن است اتفاق افتد

الف) حالت اسکات (Squat, Leg Lift)

ب) حالت استوپ (Stoop, Back Lift)

حالت اسکات، حالتی است که طی آن ستون فقرات، کاملا به صورت کشیده و مستقیم نگه داشته می‌شود، زانوها خم شده و بار با دست‌ها به صورت محکم گرفته می‌شود و سپس با نیروی عضلات پا، بار به طرف بالا هدایت می‌گردد. در این روش، نیروهای وارده بر ستون فقرات در حد قابل ملاحظه ای کنترل می‌شوند. (شکل ۷).

حالت استوپ، حالتی است که طی آن ستون فقرات، خم شده و پاها مستقیم هستند (شکل ۷) در واقع بلند کردن بار، به این روش باعث می‌شود که نیروهای زیادی بر دیسک‌های بین مهره‌ای اِعمال شوند. حالت اول حالتی ایمن و حالت دوم، شرایط غیر ایمن دارد.



شکل ۷ ـ حالت‌های اسکات و استوپ در بلند کردن بار

لازم به توضیح است که از دیدگاه اصول ارگونومی، روش‌های جدیدی که بر پایه طراحی ایستگاه کار، استوار است تعیین شده است که با اجرای آن لازم نیست خم شدن زانوها و نشستن در حین برداشتن دستی بار اتفاق افتد. در حقیقت با عنایت به مطالعات ارگونومیک محیط کار و به کمک جدیدترین روش‌ها معادله‌های حمل دستی بار (مانند معادله حمل بار نایوش)، ایستگاه کار به گونه‌ای طراحی می‌شود که سلامت کارگر و همچنین سطح بهره وری مناسب تا حد امکان در شرایط شایسته‌ای نگه داشته می‌شود. شرح کامل این روش‌ها و به ویژه روش نایوش در این مختصر نمی‌گنجد و فقط اشاره می‌شود که در معادله حمل بار نایوش، به تناسب شرایط کار، میزان توصیه شده ی وزنی کالا قابل محاسبه خواهد بود. این معادله عبارت است از:

RWL= ۲۳×HM×VM×DM×AM×FM×CM

در فرمول فوق:

RWL[1]= حد توصیه شده وزنی بار

HM[2]= ضریب مربوط به فاصله افقی بار تا بدن (H)

HM= 25/ H

VM[3]= ضریب مربوط به ارتفاع محل برداشتن بار (V)

VM= 1- (0.003 × | V- 75 |)

DM[4]= ضریب مربوط به میزان جابجایی بار در سطح قائم (D)

DM= 0.82 + (4.5 /D)

AM[5]= ضریب مربوط به میزان چرخش تنه در حین جابجایی بار (A)

AM= 1- (.0032 A)

FM[6]= ضریب مربوط به ریتم حمل بار (بر حسب تعداد بلند کردن بار در دقیقه)(F)– از جدول ۲ استفاده شود

[1] Recommended Wight Limit
[2] Horizontal Multiplier
[3] Vertical Multiplier
[4] Distance Multiplier
[5] Asymmetric Angle

CM[7]= ضریب مربوط به نوع چنگش بار(C)- برای بارهای با دستگیره مناسب و ارگونومیک، و برای بارهایی با دستگیره‌های نامناسب و همچنین برای بسته‌هایی بدون دستگیره، CM به ترتیب برابر است با ۱، ۰,۹۵ و ۰,۹.

جدول ۲ ـ نحوه تعیین FM

مدت انجام کار در حمل دستی بار (ساعت)						فرکانس بلند کردن بار (Lift/Min)
۲ تا ۸		۱ تا ۲		کمتر از ۱		
>= 75 C	<75 Cm	>= 75 C	<75 Cm	>= 75 C	<75 Cm	
0.85	0.85	0.95	0.95	1.00	1.00	<=0/2
0.81	0.81	0.92	0.92	0.97	0.97	0.5
0.75	0.75	0.88	0.88	0.94	0.94	1
0.65	0.65	0.84	0.84	0.91	0.91	2
0.55	0.55	0.79	0.79	0.88	0.88	3
0.45	0.45	0.72	0.72	0.84	0.84	4
0.35	0.35	0.60	0.60	0.80	0.80	5
0.27	0.27	0.50	0.50	0.75	0.75	6
0.18	0.18	0.42	0.42	0.70	0.70	7
0.15	0.00	0.35	0.35	0.60	0.60	8
0.13	0.00	0.30	0.30	0.52	0.52	9
0.00	0.00	0.26	0.26	0.45	0.45	10
0.00	0.00	0.23	0.00	0.41	0.41	11
0.00	0.00	0.21	0.00	0.37	0.37	12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	13
0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	14
0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	15
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	>15

پس از تعیین RWL، می‌توان با توجه به وزن واقعی بسته‌هایی که حمل می‌شوند، ضریب بسیار مهم اندیس حمل بار (LI) را به ترتیب زیر محاسبه نمود[8]:

RWL= W / LI

میزان اندیس حمل بار باید حداکثر، یک باشد و هرچه بیشتر شود نشان از استرس‌های شدید دارد و چنان‌چه به مقدار "سه" برسد، یعنی فعالیت مذکور نباید بصورت دستی انجام گیرد.

[6] Frequency Multiplier
[7] Coupling Multiplier
[8]- براي اطلاعات بيشتر به كتاب اصول ارگونومي در سيستم‌هاي حمل دستي كالا نوشته ح. صادقي ناييني مراجعه شود.

فیزیولوژی کار (Work Physiology):

یکی از مباحث مهم در ارگونومی، فیزیولوژی کار است در فیزیولوژی کار، شاخص‌های فیزیولوژیک بدن که بطور مستقیم یا غیرمستقیم از شرایط محیطی و شغلی، متاثر می‌شود مورد مطالعه قرارمی‌گیرد. به کمک یافته‌های فیزیولوژیک مذکور می‌توان اطلاعات گوناگونی را در مورد سطح توانمندی، میزان قابلیت تطابق افراد، سطح خستگی، تغییرات ضربان قلب و ریتم تنفس، میزان انرژی مصرفی را به‌دست آورد. بدیهی است با مطالعه شرایط حرفه‌ای و ویژگی‌های فیزیولوژیک کاربران می‌توان از استرس‌ها و تنش‌های مختلفی که افراد را تهدید می‌کنند جلوگیری نمود. در مطالعات فیزیولوژی کار، نیازهای شغلی باتوجه به توان هوازی لازم نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد مثلا دریافته اند که انجام فعالیت‌های خیلی سنگین به بیشتر از ۲/۵ لیتر اکسیژن در هر دقیقه نیاز خواهد داشت، این مقدار برای کارهای سبک کمتر از ۰/۵ می‌باشد. در این دسته از مطالعات، ضربان قلب، فشارخون و اسید لاکتیک نیز مورد اندازه گیری و بررسی قرار می‌گیرند.

پیشنهادها:

با توجه به دامنه عملکرد وسیع علم ارگونومی و نگرش توام مهندسی انسانی به سلامت افراد و بهره‌وری سیستم‌ها، لازم به نظر می‌رسد که شاغلین در حرفه‌های گوناگون با وظایف شغلی متنوع، نسبت به الگوهای مطرح در ارگونومی، آشنایی لازم را پیدا نموده و در جهت اجرای آن‌ها کوشش نمایند. بدیهی است کارشناسان ارگونومی با عنایت به رسالت خطیر حفظ سلامت افراد، سهم و جایگاه ویژه‌ای را در این راستا به خود اختصاص خواهند داد. لذا توصیه می‌شود ایستگاه‌های کاری مختلف هم در محیط‌های صنعتی و هم سازمان‌ها و ادارات که اکثر کارکنان آن از مشکلات ارگونومیک رنج می‌برند، به تناوب و بر اساس الگوی زمانی خاص، مورد ارزیابی ارگونومیک قرار گرفته و با برگزاری جلسات بارش افکار، راهکارهای اصلاحی و قابل حصول به صورت عملی به اجرا در آید.

مفاهیم بنیادی ارگونومی را حتی می‌توان با زبانی ساده از ابتدایی‌ترین سطوح آموزشی یعنی مهدکودک‌ها و مدارس، تعریف نمود تا حداقل بتوان از بروز صدمات عضوی آتی اقشار جامعه، جلوگیری کرد. البته کاربرد اصول ارگونومی در واحدهای صنعتی و یا در طراحی محصولات، به شکل‌های دیگری قابل دستیابی می‌باشد.

خلاصه

به هر روی، ارگونومی علمی است چند نظامه با دامنه عملکرد وسیع که از اهداف عمده آن ارتقاء سطح سلامت در سایه بهره‌وری هرچه بیشتر سازمان می‌باشد. ارگونومی می‌تواند به سئوالات گوناگونی در زمینه شرایط محیط کار، پاسخ دهد. شاید یکی از پرسش‌های مهمی که مدیران واحدهای مختلف صنعتی به دنبال پاسخ‌گویی به آن می‌باشند، نحوه استخدام بهینه و مناسب نیروی کار است، بدیهی است کارگرانی که در یک واحد صنعتی مشغول به‌کار می‌شوند باید قادر باشند با شرایط حاکم بر محیط کار، به تولید و فعالیت بپردازند و بالطبع عدم کارایی کاربر، حادثه پذیری و عدم مسئولیت‌پذیری اپراتور از جمله عوامل مهمی هستند که می‌توانند به طور

مستقیم یا غیر مستقیم بر تولید و بهره‌وری اثرات منفی گذارند. به کمک الگوهای ارگونومیک می‌توان فعالیت‌های مورد نظر در انجام امور شغلی را از دیدگاه میزان مصرف انرژی به گروه‌های سبک تا خیلی سنگین تقسیم بندی نمود و بطور موازی با ارزیابی‌های افراد در برنامه‌های قبل از استخدام، نحوه به کارگیری کاربران را متناسب با قابلیت‌های آن‌ها تعریف نمود.

در مباحث مهندسی انسانی، روش‌های ایجاد انگیزش در شاغلین با هدف افزایش سطح رضایت‌مندی و کاهش خطاهای اپراتوری، مطرح می‌شود. یکی دیگر از مواردی که بر روی توانمندی جسمانی و دقت‌های ذهنی و ادراکی پرسنل اثر می‌گذارند، خستگی است. خستگی یک عامل بازدارنده‌ای است که نه تنها باعث کاهش قوای جسمانی افراد می‌شود بلکه به طور غیر مستقیم و در اثر کاهش میزان دقت، حادثه پذیری فرد افزایش یافته و نهایتا بهره‌وری شغلی، تنزل می‌یابد. در مباحث مهندسی انسانی به کمک معادلات و اندازه‌گیری‌های فردی و محیطی، زمان‌های کار و استراحت تنظیم می‌شوند.

پیشگیری از صدمات جسمانی و به ویژه کمر درد از دیگر رویکردهای مهم ارگونومی محسوب می‌شود که با اعمال ملاحظات میکرو و ماکرو ارگونومی می‌توان آن را محقق ساخت. آنالیز شغلی و بررسی وضعیت‌های بدنی در حین کار و کشف عوامل خطر بروز صدمات اسکلتی ـ عضلانی از مواردی است که در این دسته از بررسی‌ها جای دارد.

نیم نگاهی هم به طرز نشستن خود بیافکنید، چگونه است؟ چند ساعت در طول شبانه روز از صندلی برای نشستن استفاده می‌کنید؟ آیا نوع صندلی شما مطلوب است؟ آیا نوع مطلوب صندلی را می‌شناسید؟ آیا نوع و طرز نشستن شما مطلوب است؟ آیا روش صحیح نشستن را می‌دانید؟.

مطالعات مختلف به اثبات رسانده‌اند که ایستگاه کار (نشسته ـ ایستاده، و یا توام) چنان‌چه مطابق با اصول رگونومی نباشد، می‌تواند عاملی مهم و موثر در بروز کمر درد، تلقی شود. بدیهی است چنان‌چه فعالیت‌های سخت و سنگین جسمانی هم به آن اضافه شوند، این عوارض تشدید می‌گردند. در مباحث ارگونومی، راهکارهای گوناگونی در خصوص اصلاح شرایط کار و کنترل صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار، توصیف می‌شود. شایان ذکر است که علاوه بر ابعاد فیزیکی اصلاح شرایط ایستگاه‌های کار، امروزه رویکردهای نوین طراحی ارگونومیک مبتنی بر احساس مطرح شده که به کمک آن‌ها می‌توان شرایط ایستگاه‌های کار و همچنین محصولات را بنحوی شایسته و متناسب با نیازهای روحی و رفتاری افراد طراحی نمود.

با عنایت به آن‌چه تا کنون در این گفتار، ذکر شد، انتظار می‌رود حضور دست اندرکاران ارگونومی و طراحی ارگونومیک در صنایع و سازمان‌های مختلف کشور که به مطالعه دقیق محیط‌های کار می‌پردازند، شرایط مطلوب‌تری را هم برای کارکنان و هم برای مدیران به ارمغان آورد. بدیهی است اعمال ملاحظات ارگونومیک می‌تواند در راستای اهداف پایداری و چشم اندازهای سازمان جهانی بهداشت در بستر مفاهیم و **اهداف توسعه پایدار**، وضعیت بهتری را برای سازمان‌ها و دست اندرکاران تولید و صنعت کشور فراهم سازد. دلیل این مدعا نیز رویکردهای توام سلامت و بهره وری و رهیافت‌های جامعه‌نگر در ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی است.

منابع:

1. Sadeghi Naeini, P.Katuzian, N.Salehi. "User-Centered Design (UCD) based on Ergonomics-An effective approach on home appliance design", Sixth International Conference on Design Principles and Practices, University of California, Los Angeles, USA www.Design-Conference.com

2. Vetter P., A.Newen (2014), Varieties of cognitive penetration in visual perception, Consciousness and Cognition, Volume 27, July 2014, Pages 62-75

3. Lin C.L. et.a.(2016), Cultural ergonomics in interactional and experiential design: Conceptual framework and case study of the Taiwanese twin cup, Applied Ergonomics, Volume 52, Pages 242-252

4. Bridger R.S. (2009), Introduction to Ergonomics, 3rd Ed. CRC Press.

5. Karwowski W., W.S.Marras (2003), Occupational Ergonomics: Principles of Work Design, CRC Press.

6. Astrand P.O. et.al (2003), Textbook of Work Physiology-4th Physiological Bases of Exercise.

7. Sadeghi N.H., M. Heidaripoor (2011), Kansei engineering and ergonomic design of products, International Journal of Occupational Hygiene 3 (2), 81-84.

8. WHO. From MDGs, Millennium Development Goals to SDGs, Sustainable Development Goals. World Health Organization 2015. Available from: http://www.who.int/gho/publications/mdgs-sdgs/en/ . [Last accessed on 2019 March 18].

۹- صادقی نایینی حسن (۱۳۹۳) اصول ارگونومی در سیستم‌های حمل دستی کالا. نشر فن آوران. تهران.

۱۰ ـ صادقی نایینی حسن، اریسیان زهره. (۱۳۹۵) آنتروپومتری کاربردی در طراحی محصول و محیط . نشر ژاله.