ارگونومی آزمایشگاهی

«قسمت اول»

دکتر سیدحسام‌الدین تفرشی
انستیتوپاستور ایران

■ **پیش‌گفتار**

در جهان کنونی و در سرآغاز سده بیست و یکم میلادی، علوم مختلف، بخش عمده‌ای از مشکلات افراد را در سیستم‌های کاری گوناگون حل کرده‌اند. در این راستا، علوم و فنونی وجود دارند که از زوایای مختلف سلامت و بهداشت انسان‌ها و نیز کارآیی آن‌ها را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند. یکی از این علوم، ارگونومی یا همان مهندسی عوامل انسانی است.

ارگونومی یا مهندسی عوامل انسانی، علمی ترکیبی است که سعی دارد ابزارها، دستگاه‌ها محیط کار و مشاغل را با توجه به توانایی‌هایی جسمی ـ فکری و محدودیت‌ها و علایق انسان‌ها طراحی نماید. این علم برای طراحی و ساخت ابزار و سیستم‌های تولیدی از ساده تا پیچیده حل مشکلات مربوط به تکنولوژی نوین، و حتی ابزار و وسایل زندگی روزمره، کاربرد دارد. امروزه از طراحی یک ابزار ساده نظیر انبردست (از نظر نوع جنس، مصالح به‌کار رفته، اندازه دسته، نوع و ترکیب پلاستیکی دسته آن و ...) و یا یک خودکار (از نظر قطر، اندازه، رنگ و...) گرفته تا طراحی یک سیستم تولیدی کامل، از ارگونومی استفاده می‌شود.

در ۴ دسامبر ۱۹۸۴ میلادی، نشت گاز متیل‌ایزوسیانات در کارخانه تولید سموم ضدآفات شرکت یونیون‌کارباید در بوپال هند، سبب مرگ نزدیک به ۴۰۰۰ تن و آسیب دیدن ۲۰۰۰۰۰ نفر دیگر شد. دو سال بعد، در ۱۹۸۶ میلادی، انفجار شدیدی در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل در شوروی (سابق)، سبب مرگ ۳۰۰ نفر و قرار گرفتن طیف وسیعی از مردم در معرض تابش‌های زیان‌آور و

آلوده شدن میلیون‌ها هکتار زمین به پرتوهای رادیواکتیو شد. سه سال بعد در ۱۹۸۹ میلادی در یک واحد تولیدی مواد پلاستیکی متعلق به شرکت نفت فیلیپس در تگزاس آمریکا انفجاری روی داد که شدت این انفجار معادل انفجار ۱۰ تُن تی. اِن. تی بود. ۲۳ نفر کشته و ۱۰۰ نفر مجروح شدند. همه این موارد و مثال‌های بسیار زیادی که مجال گنجایش آن‌ها در این مقاله نیست، به باور کارشناسان، حوادثی هستند که علت اصلی تمامی آن‌ها را باید در عدم طراحی صحیح ارگونومیک جست.

■ تاریخچه ارگونومی

حوزه پیدایش ارگونومی به انقلاب صنعتی ـ اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم ـ برمی‌گردد. کارهای پژوهشی فرانک و لیلیان گیلبرت در زمینه کارسنجی و مدیریت کارگاهی سرآغازی بر مطالعات ارگونومیک بود. پس از جنگ جهانی دوم و به ویژه با روشن تر شدن مشکلات کاری و حتی تلفات ناشی از عدم توجه به دانش ارگونومی در محیط کار، نیاز به طراحی محل کار به‌صورت ارگونومیک بیشتر احساس شد. پیچیدگی اشتباه‌های احتمالی در زمینه‌های مختلف همچون هواپیماهای جنگی رادار و دیگر تجهیزات در طول جنگ، هم جنبه مهندسی و هم جنبه رفتاری داشت و گروه‌هایی متشکل از روان‌شناسان، مهندسان، انسان‌شناسان و فیزیولوژیست‌ها، همراه با هم کوشش‌هایی را جهت حل مشکلات طراحی و آموزش، آغاز کردند. چنین کوشش‌هایی که در خلال جنگ دوم جهانی در آمریکا و انگلستان به‌طور همزمان آغاز شده بود باعث گردید تا دانش ارگونومی شروع به رشد و توسعه کند و در اغلب کشورهای اروپایی مورد توجه واقع شود. حاصل همکاری متقابل این گروه‌ها چنان امیدوارکننده به‌نظر رسید که پس از جنگ، در بخش صنعتی نیز دنبال شد. توجه به این علم، به ویژه در اروپا و ایالات متحده به سرعت افزایش یافت به گونه ای که در سال ۱۹۴۹ به تاسیس اولین انجمن ارگونومی ملی در انگلستان انجامید و از آن زمان بود که واژه ارگونومی مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت مذکور در سال ۱۹۶۱ با ایجاد اتحادیه بین‌المللی ارگونومی پیگیری شد که در حال حاضر در اکثر کشورهای جهان عضو فعال دارد. در دهه ۱۹۸۰ میلادی، متأسفانه فجایع تکنولوژیک بسیاری رخ داد و موجب شناخته شدن هر چه بیشتر دانش ارگونومی در میان مردم شد و به‌دنبال آن کارخانه‌سازان، کارخانه‌داران، کارگران، دولت‌مردان و به تبع آن عامه مردم به طراحی ارگونومیک روی آوردند.

■ ارگونومی

Ergonomics شاخه‌ای از علم مهندسی است که به طراحی ابزار و لوازم برای حفظ سلامت فیزیکی بدن در هنگام کار می‌پردازد. واژه ارگونومی از دو کلمه Ergo به معنای کار و Nomos به معنای قاعده و قانون ساخته شده است که عبارت است از علم مطالبه روابط انسان با کار. این علم آمیخته‌ای است از علوم مختلف پزشکی، فنی، اقتصادی روانشناسی و علوم دیگر. ارگونومی یک دانش کاربردی است که هدف از آن متناسب و هماهنگ نمودن درخواست‌های کار، محیط و تکنولوژی با

انسان‌ها است. این علم در تلاش است به‌جای متناسب‌سازی انسان با محیط، محیط را با انسان متناسب سازد. در نظر گرفتن اصول ارگونومی در کار، نه تنها باعث حفظ سلامت نیروی انسانی و کارآمد در جوامع بشری می‌شود، بلکه مانع تحمیل بسیاری از هزینه‌های مالی بر اقتصاد کشورهای فقیر خواهد شد. به‌عنوان مثال، با طراحی درست و اصولی محل کار، می‌توان از متحمل شدن بیشتر هزینه‌هایی چون هزینه از کار افتادگی، هزینه ناشی از حوادث، هزینه زمان از دست رفته تولید و هزینه ضایعات تولید اجتناب کرد. کم کردن زمان انجام کار، حذف حرکات اضافی در روند کار، شیوه ارتباط با محیط بیرونی، موازنه عرضه و تقاضا، بهینه‌سازی محیط کار، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، و در یک کلام ارتقای سطح سلامت انسان و شکوفایی اقتصادی، همه و همه از جمله مسایلی است که با شناخت صحیح از این دانش نوین می‌توان به آن دست یافت.

به‌طور عمده زمینه‌هایی که ارگونومی در آن‌ها مطالعه و اقدام می‌کند، عبارتند از: طراحی ابزار وسایل، ماشین‌ها و تأسیسات به‌طرز صحیح و مطلوب، طراحی روش انجام کار با توجه به بهترین نحوه اجرای و متناسب با سیستم عضلانی و ساختمان فیزیکی بدن انسان و با هماهنگی روانی میان افراد و محیط کار و ابزار کار، وضعیت صحیح قرار گرفتن بدن و حرکت انسان حین انجام کار شرایط فیزیکی مناسب در محیط کار (با توجه به عواملی از قبیل: دما، رطوبت، جریان هوا، ارتعاشات سر و صدا، نور و روشنایی، گرد و غبار، تشعشعات و آلودگی‌های مختلف).

■ آنتروپومتری

انجـام حرکت طبیعی بدن یکـی از مهم‌ترین عوامـل در انجـام کار بـا راندمـان بـالا تلقی می‌گردد. بنابرایـن، باید محیط کار را به گونه‌ای طراحی نمود تا با ابعاد بدن کاملاً تطبیق داشـته باشـد. در چنین وضعیتـی نیاز به دانسـتن ابعاد بـدن جهت طراحـی محیط‌هـای کاری اهمیت به‌سزایی داشته و پاسـخ‌گوی این نیاز مهم، علم آنتروپومتری می‌باشد. آنتروپومتری Anthropom-etry کلمه‌ای یونانی است که از دو واژهٔ Anthrop به معنی انسان ـ گونه انسان ـ و metry به معنی سـنجش تشکیل شده است و دانشی است که به اندازه‌گیـری ابعاد بدن انسـان می‌پردازد. به‌طور کلی آنتروپومتری شـامل اندازه‌گیری اندازه‌های مختلفی از طول بدن، وزن، حجم اندام‌ها و فضاها و زوایـای حرکتی هر یـک از این اندام‌ها بوده و در نهایـت، آمار و اطلاعات منتج از آن در تعیین شـکل و اندازه ابزار و وسایلی است که در محیط کار مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد.

به‌طور کلی آنتروپومتری در دو زمینه کاربرد دارد:

۱ ـ برای تطبیق و تناسب ماشین با انسان در جهت راحتی و افزایش راندمان

۲ ـ جهت استانداردسازی وسایل و تجهیزات مورد استفاده برای یک فرد یا کل جامعه

در این زمینه علاوه بر ابعاد بدن، نوع وسایل مورد استفاده، جنس، میزان تحمل نیرو و فشار و سایر عوامل مربوط به انسان از قبیل سن، جنس نژاد، ساختار بدنی (ورزش کار، چاق، لاغر)، نوع شغل، رژیم غذایی، وضعیت سلامتی، وضعیت بدن (Posture)، زمان (ابتدای روز، پایان روز)

تغییرات ارادی (مثل منقبض کردن عضله)، لباس و تجهیزات فردی مورد توجه قرار می‌گیرد.

با در نظر گرفتن تفاوت‌های افراد از نظر ابعاد بدنی و اعمال ابعاد آنتروپومتری در طراحی وسایل و طراحی موقعیت وسایل مورد استفاده کاربر بخش مهمی از اهداف دانش ارگونومی تحقق می‌یابد. ابعاد بدن انسان‌ها بسیار متفاوت است. این مساله ناشی از تفاوت در نژاد و ساختار ژنتیک افراد می‌باشد. مردها به‌طور میانگین ۱۳ سانتی‌متر بلندتر از زنان بوده و در بیشتر ابعاد، بدن آن‌ها بزرگ‌تر از بدن زنان می‌باشد. میانگین قد مردان در آمریکا ۱۷۳/۶ سانتی‌متر است. در حالی که میانگین قد مردان ویتنامی ۱۵۲ سانتی‌متر می‌باشد. خودرویی که برای مردم آمریکا طراحی شده، تنها برای ۱۰ درصد از مردم ویتنام متناسب خواهد بود مگر این که این تفاوت‌ها با استفاده از صندلی قابل تنظیم جبران شود. امروزه در کاربرد داده‌های آنتروپومتریک ازصدک‌ها استفاده می‌شود. صدک‌ها سودمندترین سنجه برای طراحی ابزار و تجهیزات هستند و کاربردی فراوان در مهندسی طراحی دارند. رایج‌ترین صدک‌های مورد استفاده عبارت هستند از صدک‌های پنجم (کاربر ریزنقش، زن) و نود و پنجم (کاربر درشت هیکل، مرد) و بدین ترتیب ۹۰ درصد جمعیت از نظر آماری بین این دو اندازه‌گیری قرار می‌گیرند و بنابراین، روند متعادل در طراحی تجهیزات و وسایل، طراحی برای گستره‌ای از جمعیت است که میان صدک پنجم تا صدک نود و پنجم قرار می‌گیرد. ابعادی که در اینجا به آن‌ها اشاره می‌شود با توجه به همین موضوع و براساس منابع آمریکایی است.

■ ارگونومی در آزمایشگاه

مانند بسیاری از مشاغل دیگر کارکنان آزمایشگاه نیز در معرض خطرهای ناشی از عدم رعایت اصول ارگونومیک قرار دارند. برخی از این خطرها عبارتند از: وضعیت نامناسب بدن و اعضای آن، حرکت‌های تکراری زیاد (مانند پی‌پت کردن)، نیروهای وارده به بدن (به روش‌های مختلف مانند پی‌پت کردن ورتکس)، فشار و استرس‌های تماسی (وقتی که نیروی زیادی به یک نقطه کوچک از بدن وارد می‌شود مانند وقتی که ساعد روی لبه تیز یک هود قرار دارد) و لرزش (مانند لرزش دست، گردن و پشت هنگام مخلوط کردن محتویات یک لوله آزمایش با ورتکس).

□ پی‌پت کردن

۱ ـ هنگام پی‌پت کردن (سمپلر یا پی‌پت معمولی) مچ دست باید مستقیم و در وضعیت طبیعی خود باشد. در صورت نیاز باید نمونه یا ظرف را کج یا خم کرد (شکل ۱).

۲ ـ تا آن‌جا که ممکن است وسایل مورد نیاز برای پی‌پت کردن را (ظرف نمونه، ظرف سر سمپلرهای استفاده شده و ...) نزدیک خود قرار دهید.

۳ ـ تا آن‌جا که ممکن است آرنج دست نزدیک به پهلوها باشد.

۴ ـ وقتی که در حال نشسته کار می‌کنید از وضعیت صحیح کمر، ران‌ها و پاها روی صندلی مطمئن شوید.

۵ ـ وسایل کار را طوری بچینید که برای کار با آن‌ها نیمه بالای بدن (از کمر به بالا) در حداقل چرخش یا تاب‌خوردگی باشد.

شکل ۱ـ وضعیت درست و نادرست مچ دست هنگام پی‌پت کردن

۶ـ از سمپلر و سرسمپلرهای کوتاه استفاده کنید.

■ **به منظور جلوگیری از تکرار حرکت در پی‌پت کردن**

۱ـ از پی‌پت‌های اتوماتیک استفاده کنید و در هر ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ۲ دقیقه پی‌پت کردن را رها کنید.

۲ـ از سمپلرهای چند کاناله استفاده کنید.

۳ـ عمل پی‌پت کردن را بین دو دست چپ و راست عوض کنید.

۴ـ در صورتی که چند نفر در یک آزمایشگاه کار می‌کنند، پی‌پت کردن را بین آن‌ها تقسیم کنید.

۵ـ با مطالعه کامل فرآیند آزمایش، پی‌پت کردن را در طول ساعت کار آزمایشگاهی تقسیم کنید.

۶ـ تعداد کارکنان را در اوج ساعت‌های کاری برای پی‌پت کردن افزایش دهید.

■ **برای جلوگیری از وارد آمدن فشار زیاد در پی‌پت کردن**

۱ـ سمپلرهایی را استفاده کنید که به فشار و حرکت کمتری از انگشتان یا شست برای استفاده نیاز دارند.

۲ـ از سمپلرهایی استفاده کنید که به‌راحتی سرسمپلر به آن‌ها وصل و محکم می‌شود. از محکم کردن سرسمپلر به سمپلر خودداری کنید.

۳ـ از سر سمپلرهای ویژه همان سمپلر استفاده کنید.

۴ـ از سمپلرهای چند کاناله استفاده کنید.

۵ـ از حداقل نیرو برای استفاده از سمپلر استفاده کنید.

■ **برای کاهش استرس‌های تماسی**

۱ـ از سمپلرهای هم‌اندازه و مناسب دست خودتان استفاده کنید.

۲ـ ساعد و آرنج را روی لبه‌های تیز قرار ندهید و در صورت نیاز یک بالشتک روی لبه تیز مورد نظر یا زیر آرنج قرار دهید.

□ **کار با لوله‌های آزمایش**

۱ـ اگر در حال نشسته هستید از وضعیت صحیح کمر، ران‌ها و پاها روی صندلی مطمئن شوید.

۲ ـ اگر ایستاده هستید مطمئن شوید که سطح میز کار شما ارتفاع مناسبی دارد به‌طوری که نه به سمت بالا خود را بکشید و نه به سمت جلو خم شوید.

۳ ـ جا لوله‌ای (rack) لوله‌های آزمایش را طوری بچینید که حداقل چرخش یا تاب‌خوردگی برای بدن پیش آید.

۴ ـ هنگام کار سعی کنید تا آرنج‌ها نزدیک پهلوها باشند.

۵ ـ مچ دست را صاف بگیرید. ممکن است به خم کردن یا کج کردن جا لوله‌ای نیاز باشد.

۶ ـ هر جا که مقدور بود برای نگه‌داشتن لوله‌های آزمایش از گیره و بند استفاده کنید.

■ به منظور جلوگیری از حرکت‌های تکراری در کار با لوله‌های آزمایش

قوانین سمپلرها و پی‌پت کردن را رعایت کنید.

■ به منظور کاهش فشار زیاد در کار با لوله‌های آزمایش

۱ ـ تا آن‌جا که ممکن است برای کار با لوله‌های آزمایش از انگشت اشاره با حداقل نیرو استفاده کنید.

۲ ـ برای کار با نیروی بیشتر، از تمام دست برای گرفتن یا حمل و نقل لوله‌های آزمایش استفاده کنید.

۳ ـ از لوله‌هایی که قوانین ارگونومی در آن رعایت شده‌اند، استفاده کنید.

۴ ـ در جستجوی نمونه‌های آنالیز مناسب‌تری برای آزمایش باشید (مانند جایگزینی مو به جای خون در آزمایش‌های ژنتیکی).

■ برای کاهش استرس‌های تماسی

۱ ـ از هر دو دست برای باز یا بستن لوله‌های آزمایش استفاده کنید.

۲ ـ آرنج‌ها را روی یک لبه تیز تکیه ندهید و در صورت نیاز از یک بالشتک برای این کار استفاده کنید.

□ استفاده از میکروسکوپ

۱ ـ از وضعیت صحیح کمر، ران‌ها و پاها روی صندلی مطمئن شوید.

۲ ـ از داشتن جای کافی برای قرار گرفتن ران‌ها زیرصندلی مطمئن شوید. پاها نباید آویزان قرار گیرند.

۳ ـ میکروسکوپ را در صورت نیاز به طرف بالا بکشید و خم کنید به‌طوری که برای نگاه کردن کاملاً صاف قرار بگیرید.

۴ ـ طوری کار کنید که آرنج‌ها در کنار پهلوها باشند و مچ دست به‌طور مستقیم در راستا و امتداد ساعد باشد.

۵ ـ عدسی چشمی میکروسکوپ را طوری تنظیم کنید که بهترین حالت را برای وضعیت سر و گردن فراهم کند و همچنین در لبه میز قرار بگیرد (احتیاج به خم شدن روی میکروسکوپ نباشد).

۶ ـ هنگام کار با میکروسکوپ، بازو باید عمودی آرنج و ساعد افقی و مچ باید مستقیم در امتداد ساعد باشد (شکل ۲).

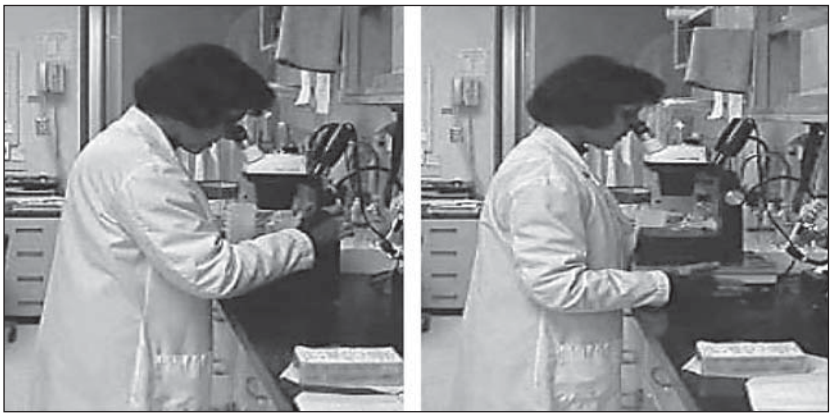
۷ ـ به لبه‌های تیز میز تکیه ندهید.

■ به منظور جلوگیری از حرکت‌های تکراری

۱ ـ در حین کار با میکروسکوپ به خود استراحت دهید (هر چند کوتاه در حد چند لحظه).

۲ ـ کار با میکروسکوپ را بین کارکنان آزمایشگاه تقسیم کنید.

۳ ـ با مطالعه دقیق روش آزمایش، کار با



شکل ۲ ـ وضعیت درست و نادرست بدن هنگام کار با میکروسکوپ

میکروسکوپ را در طول ساعت کاری پخش کنید.

۴ ـ در اوج ساعت‌های کاری تعداد کارکنان را زیاد کنید.

برای جلوگیری از خستگی چشم

۱ ـ میدان دید میکروسکوپ را همیشه تمیز نگه دارید.

۲ ـ از تنظیم بودن میزان و شدت نور در میکروسکوپ مطمئن شوید.

۳ ـ از صحیح قرار گرفتن قسمت‌های مختلف میکروسکوپ (اجزا و قطعات نوری) مطمئن شوید.

۴ ـ در حین کار (هر ۳۰ دقیقه) به چشمانتان استراحت بدهید. پلک‌ها را به‌منظور تغییر فاصله کانونی چشم، حتی برای چند لحظه ببندید یا به اشیایی که در فاصله حداقل ۶ متری قرار دارند چند دقیقه چشم بدوزید.

کنترل لرزش

برای این کار از مخلوط‌کن همراه با جا لوله‌ای استفاده کنید و لوله‌های آزمایش را با دست ورتکس نکنید.