



## مداخلات ارگونومی کلان و تاثیر آن بر بهره‌وری و کاهش ضایعات اسکلتی - عضلانی (به انضمام مطالعه موردی)

ناصر صدرا ابرقویی<sup>۱</sup>، حسن حسینی‌نسب<sup>۲</sup>، محمد باقر فخرزاد<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۸/۲۹

تاریخ ویرایش: ۹۰/۰۶/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۵/۰۲

۹۰/۰۷/۲۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کشور ما به مباحث تئوری و کاربردی ارگونومی توجه جدی و قابل قبول نشده است. لذا هدف از انجام این پژوهش ارایه الگویی است که بتوان با بکارگیری ارگونومی بهره‌وری را افزایش و ریسک فاکتورهای ارگونومیک را در سیستم‌های اجتماعی - فنی کاهش داد. **روش بررسی:** در این پژوهش یک مدل تئوری برای هدایت و راهنمایی «فرآیندهای مداخلات ارگونومی» و ارزیابی آن ارایه گردید و در یک مجموعه آموزشی (EO) به کار برده شد. جامعه آماری پژوهش کلیه کارکنان و اعضای هیئت علمی می‌باشند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی ساده انجام شد. ابزار سنجش ضایعات اسکلتی - عضلانی در دو جامعه شاهد و نمونه "پرسش‌نامه نگاهت بدن" می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای داده‌های آماری بدست آمده: از اعداد فازی و سطح محصور اعداد فازی استفاده گردید.

**یافته‌ها:** بررسی مقایسه‌ای دستاوردهای مداخله ارگونومی؛ نسبت به سال پایه؛ نشان‌دهنده توسعه فعالیت‌ها، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد و گسترش کار با نیروی انسانی کمتر می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌های «پرسش‌نامه نگاهت بدن» با نگرش فازی نشان می‌دهد که سطح محصور اعداد فازی متعلق به درجه ابعاد کیفیتی ناراحتی جامعه‌ای که در آن مداخله ارگونومی انجام شده کمتر از جامعه شاهد است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از ارزیابی مداخلات ارگونومی خرد و کلان (ارگونومی جامع) در این پژوهش نشان‌دهنده اثرات مثبت به کارگیری این دانش در افزایش نوآوری و انگیزه کارکنان در حل مشکلات نسبت به سال پایه می‌باشد. کارایی اکثر واحدها در EO به علت کاهش ضایعات اسکلتی - عضلانی و فعالیت‌های کارگروه‌ها و اجرای عوامل ارگونومیک؛ بهبود پیدا کرده است.

**کلیدواژه‌ها:** ارگونومی کلان، ارگونومی خرد، بهره‌وری، ضایعات اسکلتی - عضلانی، منطق فازی.

### مقدمه

ارگونومی و بهره‌وری را با هم در نظر بگیریم. بهبود بهره‌وری یک روش آسان برای ترغیب مدیریت در هزینه کردن برای برنامه‌ریزی و بکارگیری مداخلات ارگونومی می‌باشد. این روش توجیه می‌تواند برای اشخاصی که اطلاعات ارگونومی ندارند، موثرتر واقع شود [۳].

علی‌رغم مطالعات بسیار زیاد در دهه‌های اخیر در زمینه ارگونومی، همچنان عوامل بسیاری در سازمان‌ها باعث اختلالات اسکلتی - عضلانی (Musculoskeletal Disorders) (MSDs) و بیماری‌های پر هزینه‌ی ارگونومیک می‌گردد [۴]. که نشان می‌دهد همچنان تغییرات ارگونومیک به اثربخشی

هدف از مداخلات و کاربرد دانش ارگونومی رسیدن به رابطه مناسب و منطقی بین کارکنان با محیط، ماشین، کار و سازمان کارشان می‌باشد، در این شرایط است که کارکنان می‌توانند تولید و بهره‌وری مطلوب داشته باشند. ارگونومی می‌تواند فیزیولوژی و روانشناسی کارکنان را در محیط‌های کاری که سیستم پیچیده‌ای بین انسان، ماشین و محیط است را مورد تحقیق و بررسی قرار دهد [۱]. بسیاری از تحلیل‌های ارگونومی در مورد فعالیت‌های انسانی ریشه در مطالعات کار و زمان دارد [۲] که پایه و اساس مهندسی تولید را تشکیل می‌دهد. در نتیجه؛ طبیعی است که در انجام تحلیل‌ها،

۱- (نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری دانشگاه یزد و عضو هیئت علمی موسسه آموزش عالی علمی - کاربردی جهاد کشاورزی، یزد، ایران.

۲- دانشیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه یزد، یزد، ایران.

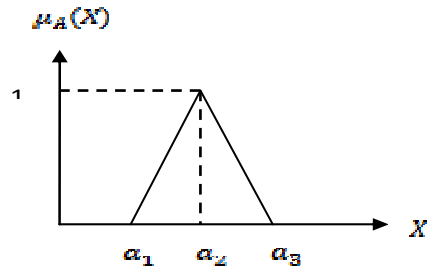
۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه یزد، یزد، ایران.

تامین عوامل انسانی در طراحی سیستم‌ها باعث افزایش کیفیت، بهره‌وری، پیاده‌سازی و افزایش عملکرد فناوری‌های نوین، بهبود و افزایش همکاری کارکنان، سلامت کارکنان و بهبود کیفیت زندگی کاری و در نتیجه بهبود عملکرد سیستم اجتماعی- فنی خواهد شد [۶]. در دو دهه اخیر موضوعاتی مانند یادگیری سازمانی، خلق دانش و ظرفیت نوآوری، بعنوان عوامل تعیین‌کننده مزیت رقابتی مورد توجه قرار گرفته‌اند و این تمرکز به دلیل ظهور جهانی‌سازی، تشدید رقابت و پیشرفت بی-سابقه تکنولوژی بخصوص در زمینه ارتباطات و اطلاعات بوده است [۱۵، ۱۶]. و از آنجایی که در گذشته اغلب سازمان‌ها ارزیابی عملکرد را از طریق به کارگیری شاخص‌های مالی اجرا می‌کردند [۱۷]. از این پس لازم است که سازمان‌ها برای یافتن شاخص‌های فراگیر ارزیابی عملکرد مبتنی بر موضوعات فوق‌الذکر تلاش نمایند؛ و تاکید بیشتری بر شاخص‌های عملکرد نرم (انسانی) داشته باشند زیرا ضعف یا قوت شاخص‌های مذکور در ترازنامه مالی به نمایش در نمی‌آید [۱۶]. یکی از شاخص‌های عملکرد نرم که در ترازنامه به نمایش در نمی‌آید تاثیر به کارگیری ارگونومی در سازمان‌ها می‌باشد. نظر به اینکه در عصر حاضر منابع انسانی یک رابطه شناخته شده به عنوان عامل کلیدی موفقیت سازمان‌ها هستند؛ و به عبارتی قدرت سازمان‌ها از توانایی روحی و فیزیکی کارکنانش ناشی می‌شود؛ بنابراین پایداری قدرت یک سازمان بستگی به سلامت روحی، روانی و فیزیکی کارکنانش دارد [۱۸]. تا کنون در این راستا تعداد زیادی از روش‌های به کارگیری و ارزیابی ارگونومی با هدفمندی تجزیه و تحلیل محیط‌های کاری توسعه داده شده است، (مانند روش RULA [۱۹]، Strain Index [۲۰]، REBA [۲۱]، ارزیابی تاثیر مداخلات ارگونومی در دو خط تولید متعارف (Conventional Line (CL) و ناب (Lean Production Line (LPL) [۲۲] و غیره) اما نکته قابل توجه این است که مطالعات این کاربردها در محیط صنایع شکل گرفته است [۲۳، ۲۴، ۲۵]. و واقعیت این است که شرکت‌های صنعتی اغلب با روش‌های داخلی

مفیدی در محیط تولیدی نرسیده است [۵]. از آنجایی که کاربرد اصول ارگونومی به عنوان یک روش مقرون به صرفه برای کاهش ضایعات اسکلتی-عضلانی شناخته شده است [۶] لازم است پژوهش‌های لازم در خصوص شناخت ریسک فاکتورهای ارگونومیک و راهکارهای رفع مشکلات در محیط‌های کار با هدف افزایش بهره‌وری و تحقق وضعیت مطلوب در سیستم‌های خدماتی-تولیدی خصوصا در کشورهای در حال توسعه (Industrially Developing Countries) انجام گیرد [۷]. در این ارتباط آقای پاتریک (۲۰۰۷) در تحقیق "تاثیر مداخله ارگونومی در جلوگیری از ضایعات اسکلتی-عضلانی" دریافت که موانع بی‌شماری در راه این تحقیقات وجود دارد [۸]. جهانی‌سازی و رقابت شدید در جهان کار می‌تواند باعث افزایش ریسک‌های ایمنی جدید شود [۹]. از طرفی دیگر پیچیدگی جوامع و تغییرات سریع و غیرقابل پیش بینی در ماهیت فعالیت سازمان‌های علمی در عصر جهانی شدن، بیش از پیش توجه به اداره بهتر امور دانشگاه‌ها را طلب می‌کند [۱۰]. گلن معتقد است که سازمان‌ها هم اکنون به شیوه‌های نوین رهبری به جای شیوه‌های سنتی رهبری نیاز دارند [۱۱]. آراسته در تحقیقی تحت عنوان "ضرورت به کارگیری شیوه‌های نوین رهبری در میان رؤسایان دانشگاه‌های کشور" نشان داده است که چهار عامل قدرشناسی، مشارکت‌پذیری، نوآوری و الگو قرار گرفتن در رهبری دانشگاه‌ها نقش اساسی دارد [۱۲]. یکی از مباحثی که می‌تواند این گونه اهداف را در هر سازمانی محقق کند دانش ارگونومی جامع (خرد و کلان) می‌باشد. از طرفی نتایج مطالعات ارگونومیک نشان می‌دهد که سیستم‌هایی که طراحی ضعیف دارند از بکارگیری اصول ارگونومی غفلت کرده و ناراحتی کارکنان را موجب می‌شوند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اشاعه دانش ارگونومی در میان کارکنان برای کمک و اجرای بهتر برنامه‌های تولیدی و خدماتی می‌باشد [۱۳]. لذا باید تمام تلاش محققان ارگونومی در زمینه‌ی تامین عوامل ارگونومیک مرتبط با محیط کار به صورت عملی و نتیجه بخش همراهی گردد [۱۴].

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \frac{X - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq X \leq a_2 \\ \frac{a_3 - X}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq X \leq a_3 \\ 0 & O.W \end{cases}$$

فرمول ۱: نمایش فرمولی اعداد فازی مثلثی



شکل ۱: نمایش هندسی اعداد فازی مثلثی

چارچوب رویه‌ای مدل می‌پردازیم.  
 ۲. در مدل‌های ارزیابی عملکرد ارتباطات اغلب یک طرفه می‌باشد ولی در مدل مورد نظر این تحقیق ارتباطات از بالا به پایین و از پایین به بالا؛ از رده‌های میانی به بالا و به پایین در نظر گرفته خواهد شد.  
 ۳. الگوی مورد نظر، روش شناسایی ریسک-فاکتورها و شاخص‌های ارگونومیکی را با تکیه بر پشتیبانی دانشی؛ مدیریت؛ مشارکت کارکنان؛ تشویق و شبکه اطلاعات و ارتباطات تعیین می‌کند.

### روش بررسی

مداخلات ارگونومیکی باید به عنوان یک فرآیند بهبود همه‌جانبه در نظر گرفته شود. از آنجایی که تغییرات به طور پیوسته به تمامی جنبه‌های سازمان ارتباط پیدا می‌کند، بهتر است که یک فرآیند مداخله‌ای ایجاد شود که بتواند انواع مختلفی از مشکلات را که ممکن است در نتیجه تغییرات در تکنولوژی، سازمان، فاکتورهای محیطی (داخلی و خارجی) اتفاق می‌افتد؛ جبران و اصلاح کند.  
 با در نظر گرفتن مباحث و اصول مطرح در مقدمه،

مربوط به خود و یا قوانین و معیارهای تهیه شده در سطح ملی، مانند معیارهای قبول یا رد را برای ارزیابی، مورد استفاده قرار می‌دهند [۲۶] که لازم است در راستای رفع مشکلات و توسعه این روش‌ها، پژوهش‌های لازم صورت گیرد. لذا طراحی الگویی که بتواند به کارگیری و تاثیر مداخلات ارگونومی جامع (ارگونومی خرد+ ارگونومی کلان) (Total Ergonomics= Micro ergonomics+Macro ergonomics) را ارزیابی کند ضرورت پیدا می‌کند.

با توجه به نکات بنیادی مطرح در پژوهش‌های ارگونومیکی و مباحث مرور ادبیات پژوهش؛ مدل مورد نظر با اهداف: طراحی مدل مداخلات و ارزیابی ارگونومی و نقش آن در بهبود بهره‌وری و کاهش ضایعات اسکلتی-عضلانی؛ ایجاد زمینه و پایه اساسی برای انجام پژوهش‌های کاربردی ارگونومیکی و کمک به ترویج فرهنگ ارگونومی در کشور و دنیا، با در نظر گرفتن اصول ذیل‌الذکر طراحی می‌شود:

۱. چارچوب مدل از نوع ساختاری و رویه‌ای طراحی می‌شود. با استفاده از مفاهیم ارگونومی کلان؛ چارچوب ساختاری و با استفاده از مفاهیم ارگونومی خرد به

جدول ۱: نمایش اعداد و گزینه‌های فازی استفاده در آنالیز داده‌های آماری ابعاد کیفیتی

نماد	وزن گزینه (عدد فازی)	عبارت کلامی	عبارت کلامی
P	(0.75, 1, 1)	فوق‌العاده مهم	درد غیرقابل تحمل
L	(0.5, 0.75, 1)	خیلی مهم	خیلی ناراحت
M	(0.25, 0.5, 0.75)	مهم	مقداری ناراحت
H	(0, 0.25, 0.5)	کمی مهم	ناراحتی کم
V	(0, 0, 0.25)	بی اهمیت	بدون ناراحتی

SERVQUAL " است " که یکی از مشهورترین و پرکاربردترین روش‌های اندازه‌گیری کیفیت خدمات در علم مدیریت بوده است که در سال ۱۹۸۵ مطرح شد [۲۸]. نکته‌ی حایز اهمیت در فرایند کنترل و ارزیابی عملکرد این است که سنجه‌های مدل‌های ارزیابی عملکرد به صورت ذهنی، کیفی و متغیرهای کلامی بیان می‌شوند. بنابر این، ارزیابی ابعاد مختلف عملکرد به وسیلهٔ شیوه‌های قطعی و غیر فازی؛ می‌تواند به دو دلیل مورد انتقاد قرار گیرد یکی اینکه این شیوه‌ها، ابهام مرتبط با قضاوت‌های افراد و تغییرات ارزش آن‌ها هنگام انتقال و تبدیل به اعداد را نادیده می‌گیرد. دوماً قضاوت ذهنی در انتخاب و اولویت ارزیابی‌کنندگان، تأثیر زیادی روی نتایج این روش‌ها دارد [۱۵] اما با بهره‌گیری از مفاهیم منطق فازی؛ ارزیابان می‌توانند عبارات‌های کلامی را به صورت عبارات‌های با زبان طبیعی محاوره‌ای برای ارزیابی شاخص‌های کیفیت خدمات به کار برند و با مرتبط ساختن این عبارات با توابع عضویت مناسب، تحلیل‌های مناسب‌تر و دقیق‌تری را بر روی امتیازهای شاخص‌ها اعمال نمایند [۲۹]. لذا در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی برای تجزیه و تحلیل و مقایسه ابعاد کیفیتی ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی استفاده می‌شود (شکل ۱ و فرمول ۱)، اعداد فازی مورد استفاده در این مقاله در جدول (۱) نمایش داده شده است [۳۰، ۳۱].

در این مقاله برای رتبه‌بندی اعداد فازی مثلثی اسکلتی - عضلانی جامعه شاهد و نمونه) از سطح محصور اعداد فازی استفاده می‌شود [۳۰، ۳۲].  
فرمول (۲): محاسبه سطح محصور

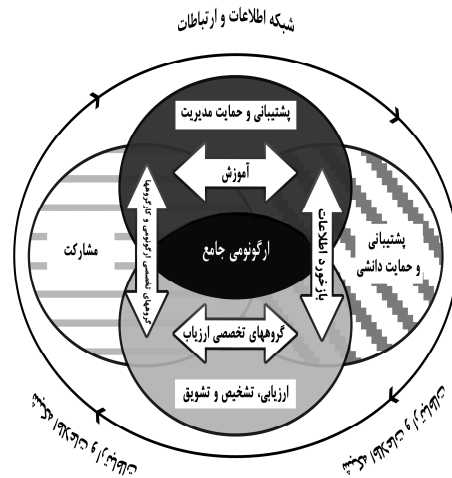
$$S(i) = \frac{Li + 2Mi + Ui}{4}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

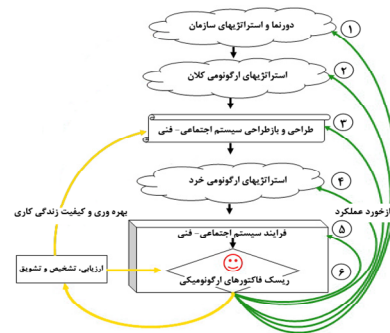
حداقل مقدار بعد کیفیتی مورد نظر =  $L_i$

ممکن‌ترین مقدار بعد کیفیتی مورد نظر =  $M_i$

حداکثر مقدار بعد کیفیتی مورد نظر =  $U_i$



شکل ۱: مدل فرآیند مداخلات و ارزیابی ارگونومی جامع



شکل ۲: چرخه مداخله ارگونومی جامع در سازمان‌های اجتماعی - فنی

یک الگوی تئوری برای هدایت و راهنمایی فرآیندهای مداخلات ارگونومیک ارائه می‌شود و در یک مجموعه آموزشی اجرا می‌گردد و سپس با بررسی مقایسه‌ای شرایط قبل و بعد مداخله ارگونومی و با استفاده از پرسش‌نامه «نگاشت بدن» (Body Map) [۲۷]؛ بمنظور بررسی میزان اختلالات اسکلتی - عضلانی؛ و مفاهیم منطق فازی، اثرات به کارگیری ارگونومی جامع بررسی می‌گردد. پرسش‌نامه استاندارد «نگاشت بدن» میزان ناراحتی استفاده‌کنندگان از صندلی‌های ارگونومیک و غیر ارگونومیک را در قالب ۲۸ سؤال؛ که متناظر با تقسیم‌بندی بدن به ۲۸ قسمت است؛ در پنج بعد کیفیتی جویا می‌شود. لازم به ذکر اینکه ابعاد کیفیتی استفاده شده در پرسش‌نامه نگاشت بدن بر گرفته از "مدل

جدول ۲: مهمترین اهداف برای رسیدن به چشم‌انداز

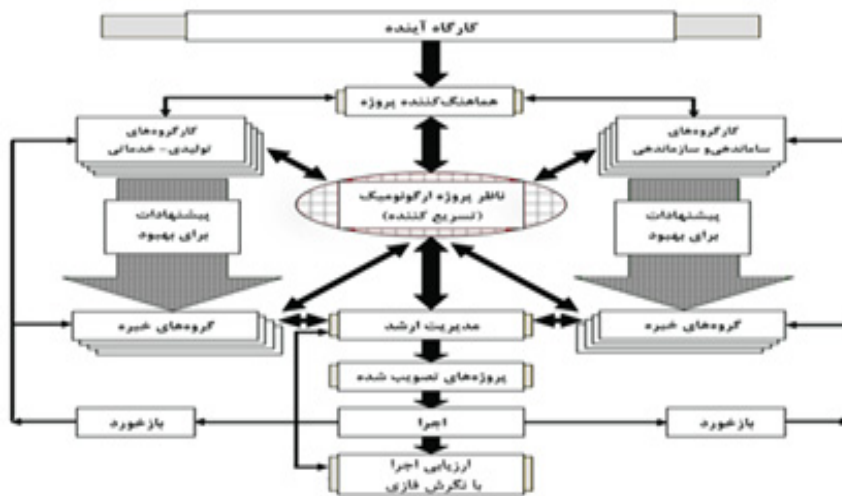
ردیف	عناوین اهداف
۱	شناخت فن‌آوری‌های نوین در بخش مربوطه و انتقال به دانشجویان، بهره‌برداران و کارشناسان اداری بخش مربوطه
۲	بهبود کیفیت برنامه‌های فرهنگی و رفاهی برای دانشجویان و کارکنان از طریق اصلاح روش‌ها و سرمایه‌گذاری‌های جدید
۳	مدیریت منابع انسانی (بهبود بهره‌وری نیروی انسانی از طریق بکارگیری، نگهداری آموزش و تشویق کارکنان).
۴	بهبود زنجیره ادامه تحصیل دانشجویان در مقاطع کارشناسی ناپیوسته تا دکترای مهارتی.
۵	افزایش مشارکت‌های اولیاء دانشجویان در کمک فکری، معنوی و مادی به EO
۶	بکارگیری و مشارکت دادن دانشجویان در کارهای جاری و تولیدی EO
۷	بهبود فرهنگ همکاری و همدلی و مشارکت دانشجویان و کارکنان EO
۸	گسترش رشته‌های آموزشی و پذیرش دانشجوی بیشتر
۹	همکاری با مراکز آموزشی بزرگ و بین‌المللی
۱۰	اقتصادی کردن فعالیت‌های EO

پرسنل در سازمان می‌شود. به طور معمول فعالیت‌هایی که باعث افزایش تولید، کیفیت کار، کاهش تلفات، بهبود سلامتی، امنیت و رضایت کارکنان، حفظ سلامتی و امنیت محیط، افزایش پذیرش اجتماعی سازمان شده‌اند باید تشخیص و مورد تشویق قرار گیرند. همچنین زمان این ارزیابی‌ها و ارائه تشویق‌ها نباید بعد از ارزیابی فرآیند زیاد طول بکشد. باید به این مهم نیز توجه داشت که بررسی نتایج سیستم ارزیابی، تشخیص و تشویق باید با مشارکت تمامی شرکت‌کنندگان در پروژه و مدیران صورت گیرد. نکته حائز اهمیت در تغییرات سازمانی این است که باید مفاهیم ارگونومیکی را به صورت یک فرهنگ در سازمان‌ها جاری نمود [۳۵] که این تغییر فرهنگ نیاز به زمان بسیار زیاد و همچنین حمایت بی‌دریغ تمامی مدیران ارشد سازمان دارد چرا که در مسیر کاهش ریسک فاکتورهای ارگونومیکی باید ارتباط تنگاتنگی با مدیران ارشد و نیروی کار سطح پایین سازمان وجود داشته باشد تا مفاهیم ارگونومیکی به صورت یک اعتقاد در تمامی افراد سازمان بوجود آید و تمامی فرایندهای تغییر در راستای بهبود فرآیند تولید، سیستم را تحت الشعاع قرار دهد [۳۶]. در نظریات مطرح شده در مورد یک مدل سیستمی، تنها چیزی که حائز اهمیت است این است که یک مدل سلسله‌مراتبی از تصمیمات وجود داشته باشد [۱۴]. لذا است که برای ادامه موفق فرآیند مداخلات و ارزیابی اثر بخشی، نیز به طراحی و توسعه یک سیستم شبکه‌ای ارتباطات مناسب

## الف) الگوی پیشنهادی برای فرآیندهای مداخلات و ارزیابی ارگونومیکی

در این مدل فرآیند مداخلات و ارزیابی عملکرد بر پایه چهار اصل استوار است: پشتیبانی و حمایت مدیریت؛ حمایت دانشی؛ مشارکت کارکنان و ارزیابی، تشخیص و تشویق. فرآیند مداخله با آموزش مدیران، کارکنان و اعضاء کارگروه‌هایی که در فرآیند مداخلات تشکیل شده است شروع شده و یک سیستم بازخورد با کمک این چهار اصل ایجاد و طراحی می‌شود (شکل ۱). توصیه می‌شود که افراد مشارکت‌کننده به عنوان اعضای گروه پروژه، با مهارت‌های گوناگون انتخاب شوند. این بدان دلیل است که آنها بتوانند به طور موثر با اعضای گروه با پیش‌زمینه‌ها و ایده‌ها و تخصص‌های مختلف کار کنند و هر کدام باید توانایی محدود نمودن تمایلات شخصی خود را به منظور رسیدن به هدف اصلی که گروه به خاطر آن تشکیل شده است را داشته باشند [۳۳]. با توجه به مطالعه ایما [۳۴]، مداخله ارگونومیکی نیاز به درگیری و مشارکت همه‌جانبه در سطوح مختلف سازمان به منظور شناخت سازمان و تجزیه و تحلیل موثر در راستای حل مشکلات ارگونومیکی دارد.

بر اساس ارزیابی نتایج فرآیند مداخلات ارگونومیکی افرادی که در پروژه شرکت دارند؛ و نتایج قابل توجهی را بدست می‌آورند و در تحقق اهداف موثر هستند؛ باید مورد تشویق قرار گیرند. این کار باعث توسعه همکاری



نمودار ۳: مدل پیشنهادی برای اجرای پروژه مداخلات ارگونومی جامع با نگرش فازی

متعدد، پروژه تحت عنوان "مداخلات ارگونومی جامع" در دو مرحله، طراحی و با مدیریت نویسنده مسئول (اوایل سال ۱۳۸۶) شروع شد.

### مرحله ۱: مداخلات ارگونومی کلان

هدف اصلی در مرحله اول بهبود سیستم‌های مختلف و فرآیندهای ارائه خدمات به دانشجویان و کارکنان EO از دید ارگونومی کلان بود. سیستم‌ها و فرآیندهایی نظیر آزمایشگاه‌ها، مشارکت دانشجویان در کارها و ارائه پیشنهادات، ارزیابی فرآیندهای ارائه خدمات به دانشجویان، افزایش کیفیت ارائه کلاس‌ها، تشویق کارکنان، راه کارهای ارائه خدمات رفاهی-تفریحی، بهینه‌سازی بخش‌های تولیدی و خدماتی و فرآیند بهینه‌سازی نیروی انسانی در این مطالعه مورد توجه قرار گرفت. فرآیند مداخلات ارگونومی کلان با برگزاری یک کارگاه سه روزه با ۲۸ نفر شروع گردید. کارگاه به منظور پیدا نمودن یک دید نسبت به EO و تنظیم اهداف مختلف برای رسیدن به یک چشم‌انداز معین برگزار گردید. پرسش‌نامه‌ای تهیه گردید و در آن از شرکت کنندگان خواسته شد که چشم‌اندازی از EO و حداقل سه هدف عمده را برای رسیدن به چشم‌انداز قابل درک مطرح کنند. با توزیع، جمع‌آوری و جمع‌بندی اطلاعات پرسش‌نامه‌ها، چشم‌انداز EO با

از «بالا به پایین» ارائه یک شیوه مناسب برنامه‌ریزی استراتژیک و «پایین به بالا» (یکارگیری ارگونومی مشارکتی) و از «میانه به بالا و پایین (Middle-out)» (تمرکز کردن روی فعالیت‌ها) در نظر گرفته می‌شود (شکل ۲).

این ارتباط تنگاتنگ میان سطوح مختلف یک سازمان باعث انتقال دقیق اطلاعات ارگونومیکی به مدیران ارشد سازمان می‌گردد که باعث تدوین بهتر استراتژی‌های سازمانی و ارگونومیکی خواهد شد. در اغلب مدل‌های سیستم‌های سازمانی مطرح؛ هیچ ارتباط تنگاتنگی میان سطوح مختلف مدیریت سازمان با کارکنان سطح صفر سازمان وجود ندارد [۱۴]، اما در این مدل با به کارگیری مفاهیم ارگونومی کلان؛ چنین ارتباطی ایجاد می‌گردد. در مرحله ایجاد فرآیند تولید یا ارائه خدمات در سیستم اجتماعی- فنی؛ بعلاوه اهمیت اطلاعات ارگونومی خرد؛ باید تمامی عوامل فیزیکی و فیزیولوژی ارگونومیکی رعایت گردد.

### ب) مداخلات ارگونومیکی در قالب مطالعه

#### موردی

به منظور سنجش اعتبار مدل؛ مدل طراحی شده در یک مرکز آموزش علمی- کاربردی (EO) با هدف بهبود عملکرد بکار گرفته شد. بدین ترتیب که پس از جلسات

جدول ۳: جمع‌بندی برنامه‌ها و سیاست‌های اجرایی ارائه شده در کارگاه آینده

۱	سامان‌دهی محیط اداری با هدف کاهش استرس‌های روانی و اسکلتی - عضلانی از طریق: - شناسایی ریسک فاکتورهای ارگونومیکی و ارزیابی آنها و اتخاذ راه‌های رفع مشکلات. - تدوین دستورالعمل ایمنی کارکنان و دانشجویان و اجرای پوشش بیمه‌ای برای دانشجویان - برنامه‌ریزی و اجرای دوره‌های آموزشی ارگونومیکی برای کارکنان و اعضای هیئت علمی - معرفی الگوهای موفق و تشویق کارکنان در خصوص رعایت توصیه‌های ارگونومیکی - تقویت و افزایش نظارت بر اجرای دستورالعمل ارگونومیکی
۲	در نظر گرفتن درصدی از درآمد EO برای دانشجویان و کارکنانی که در ارائه پیشنهادات و درآمدزایی EO پیشقدم و فعالیت می‌کنند
۳	تشویق کارکنان و دانشجویان به منظور ایجاد فرهنگ همکاری و ایجاد تعلق خاطر بیشتر به EO
۴	ایجاد بسترهای لازم برای دانشجویان بمنظور اجرای پژوهش‌های کاربردی مورد نیاز بخش مربوطه
۵	برنامه‌ریزی برای ارتباط علمی پژوهشی بین EO و مراکز علمی - کاربردی داخل و خارج کشور
۶	تدوین آیین‌نامه و شروع به کار انجمن همکاری‌های خانواده و دانشگاه (انجمن اولیاء و دانشگاه)
۷	برنامه‌ریزی بمنظور بکارگیری یافته‌های تحقیقات کاربردی در برنامه‌ریزی درسی دانشجویان
۸	تصویب و احداث سالن کنفرانس برای استفاده آموزش‌های مختلف با بکارگیری آنروپومتری ایرانیان رعایت اصول ارگونومیک
۹	جهت‌گیری فعالیت‌های مهارتی دانشجویان به سمت تعریف طرح‌ها و پروژه‌های درآمدزا
۱۰	برقراری ارتباط با مراکز تحقیقاتی و اجرای مشترک پروژه‌های پژوهشی
۱۱	حمایت از نوآوری‌های مرتبط با بخش مربوطه در قالب مراکز رشد
۱۲	تصویب احداث سالن آمفی‌تاتر با رعایت اصول ارگونومیک
۱۳	ایجاد انجمن‌های علمی و تشکل‌های دانشجویی در EO

عبارت: "بزرگترین و مهم‌ترین مرکز آموزش عالی"

مهارتی در سطح ملی و منطقه‌ای" و اهداف؛ برای تحقق چشم‌انداز؛ بشرح جدول (۲) تصویب گردید.

## مرحله ۲: مداخلات ارگونومی خرد

پیشنهادات ارائه شده در مرحله مداخلات ارگونومی کلان؛ در راستای ترویج و توسعه فرهنگ ارگونومی و نیز بهبود مستمر فرایندها و کاهش ریسک-فاکتورهای ارگونومیکی و خطرات؛ در زیر بخش‌های EO؛ به مرحله اجرا گذاشته شد. مدیریت ارشد EO با پیشنهاد اجرای یک فرآیند مداخلات ارگونومیکی خرد به منظور بهبود وضعیت کاری و افزایش بهره‌وری به عنوان دومین مرحله از فرآیند مداخلات ارگونومی موافقت نمود. این مرحله نیز با یک کارگاه دو روزه با ۲۸ نفر عضو مانند مرحله اول شروع شد. هدف کارگاه ایجاد آگاهی ارگونومیک در میان شرکت کنندگان و تعلیم روش‌های شناخت ریسک فاکتورهای ارگونومیکی مربوط به بهبود وضعیت کار و محیط بود. کارگاه با معرفی فهرست بازرسی ارگونومیک برای افزایش بهره‌وری، ایمنی و راحتی [۳۷] شروع گردید. ناظر پروژه محتویات فهرست بازرسی ارگونومیک؛ که شامل ۷۹ مورد بازرسی

در اجرای فرآیند مداخله ارگونومی از روش کارگاه آینده (FW) که یک روش جمعی برای شناسایی یک مشکل مشترک، توسعه چشم‌انداز، ایده‌ها و برنامه عملیاتی در میان یک گروه از افراد علاقه‌مند به حل مشکل است و اولین بار توسط "Robert Jungk from Germany" (۱۹۸۴)، معرفی شد [۳۵] استفاده گردید، این روش؛ در قالب فرآیند پنج مرحله‌ای و با استفاده از خرد جمعی به شناخت و حل مشکلات سیستم‌های اجتماعی - فنی می‌پردازد: مرحله آمادگی یا فراهم‌سازی؛ مرحله تجربه و تمرین؛ مرحله تفکر و تخیل (فانتزی)؛ مرحله راهبرد و راه حل (استراتژی)؛ مرحله اجرایی و پیگیری. این کارگاه در قالب مراحل مذکور و نمودار (۳) کار خود با ۱۵ نفر عضو شروع کرد و در جلسات مختلف طی چهار ماه به بررسی مشکلات و راه‌کارهای پیشنهادی برای حل آن‌ها پرداخت که مهم‌ترین برنامه‌ها و سیاست‌های اجرایی ارائه شده در کارگاه

جدول ۴: مشخصات فهرست بازرسی ارگونومیک

ردیف	عوامل	تعداد عوامل
۱	نمایانی و روشنایی وسایل، تجهیزات و محیط کار	۷ مورد
۲	انجام وظیفه در ایستگاه‌های VDT	۶ مورد
۳	نیازمندی کارهای نشسته	۵ مورد
۴	طراحی فرآیند و فرآورده	۷ مورد
۵	نیازمندی‌های فیزیکی	۱۴ مورد
۶	نیازمندی‌های ذهنی	۸ مورد
۷	طراحی ماشین‌ها	۱۲ مورد
۸	محیط کار	۷ مورد
۹	ایمنی	۱۳ مورد

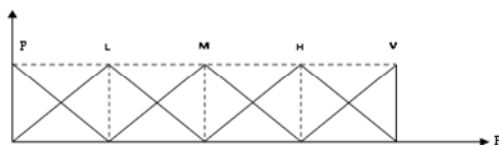
جدول ۵: طرح‌ها و پروژه‌های اجرا شده در مرحله ارگونومی خرد

ردیف	عناوین طرح‌ها و پروژه‌های اجرا شده در مرحله ارگونومی خرد
۱	طراحی و اجرای پروژه‌های ضروری بمنظور راحتی و سهولت اجرای آموزش‌ها مثل: ساختن کلاس درس در واحدهای عملیاتی
۲	غنی کردن کار کارکنان و روسای بخش‌های مختلف آموزشی و غیر آموزشی EO، با ترکیب کارهای موازی و مشابه
۳	استخراج آنترپومتری استاتیک ایرانیان و به کارگیری آن در بهینه‌سازی، طراحی و اجرای پروژه‌های سالن کنفرانس و آمفی‌تاتر و غیره
۴	شناسائی ریسک‌فاکتورهای ارگونومیک و ارزیابی آن‌ها و اتخاذ راه‌های رفع مشکلات ارگونومیک
۵	برگزاری دوره‌های آموزشی ارگونومیک برای کارکنان و اعضای هیئت علمی هر سه ماه یکبار
۶	معرفی الگوها و پژوهش‌های موفق و تشویق کارکنان بمنظور رعایت توصیه‌های ارگونومیک.
۷	تدوین دستورالعمل ایمنی کارکنان و دانشجویان و اجرای پوشش بیمه‌ای برای دانشجویان
۸	پیش‌بینی نشست‌های مشترک فصلی و بحث در زمینه استانداردهای ایمنی
۹	طراحی و نصب سیستم نوبت‌دهی و پیش‌خرید غذا

ارگونومی است؛ را به نمایش گذاشت و توضیح داد که چگونه از آن در محیط کارشان استفاده کنند (جدول ۴). شرکت کنندگان به ۷ گروه مختلف تقسیم شدند و هر گروه به بررسی هر ۷۹ عامل می‌پرداخت و تلاش می‌کردند با محیط کاری خود تطبیق داده و بکارگیری آن‌ها را در محیط کارشان اولویت‌بندی کنند. بعد از کارگاه، اعضای کمیته راهبری؛ توسط ناظر پروژه، هماهنگ کننده پروژه و مدیر ارشد EO با ترکیب سه نفر نماینده مدیریت و ۴ نفر از اعضای هیئت علمی، مدیران و کارکنان انتخاب شدند. سپس کمیته راهبری تشکیل جلسه داد و ضمن تشکیل کارگروه‌های مختلف با ۵ نفر عضو، وظایفی که توسط کمیته راهبری و کارگروه‌ها باید انجام شود، تصویب نمود. مهمترین اقداماتی که در این مرحله توسط کارگروه‌ها (Work Action Groups (WTs)، گروه‌های فعال (Action Groups

ارگونومی است؛ را به نمایش گذاشت و توضیح داد که چگونه از آن در محیط کارشان استفاده کنند (جدول ۴). شرکت کنندگان به ۷ گروه مختلف تقسیم شدند و هر گروه به بررسی هر ۷۹ عامل می‌پرداخت و تلاش می‌کردند با محیط کاری خود تطبیق داده و بکارگیری آن‌ها را در محیط کارشان اولویت‌بندی کنند. بعد از کارگاه، اعضای کمیته راهبری؛ توسط ناظر پروژه، هماهنگ کننده پروژه و مدیر ارشد EO با ترکیب سه نفر نماینده مدیریت و ۴ نفر از اعضای هیئت علمی، مدیران و کارکنان انتخاب شدند. سپس کمیته راهبری تشکیل جلسه داد و ضمن تشکیل کارگروه‌های مختلف با ۵ نفر عضو، وظایفی که توسط کمیته راهبری و کارگروه‌ها باید انجام شود، تصویب نمود. مهمترین اقداماتی که در این مرحله توسط کارگروه‌ها (Work Action Groups (WTs)، گروه‌های فعال (Action Groups

گرفت به شرح جدول (۵) ارائه می‌گردد. پس از گذشت سه ماه از آخرین اقدامات مداخلات ارگونومی خرد و کلان؛ توسط کمیته راهبری؛ همزمان ضمن نظر سنجی از استفاده کنندگان صندلی‌های ارگونومیک و غیر ارگونومیک، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات عملکردی مربوط به قبل از مداخلات) پایان



شکل ۴: نمایش گزینه‌های فازی ابعاد کیفیتی استفاده در تحلیل فازی



جدول ۶: میانگین وزن دار اعداد فازی حاصل از نظرسنجی جامعه‌ای که مداخلات ارگونومی در آن انجام شده است و

جامعه شاهد (ابعاد کیفیتی پرسش‌نامه Body Map)

بعد از مداخله ارگونومی (جامعه‌ای که مداخلات ارگونومی در آن انجام شده است)				قبل از مداخله ارگونومی (جامعه شاهد)				ابعاد کیفیتی
WF <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	WF <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	
(0, 0, 6.2)	24.85	107	2658	(0, 0, 5)	20	65	1304	بدون ناراحتی
(0, 0.56, 1.23)	2.262	107	242	(0, 1.02, 2.55)	4.08	65	265	عدد فازی (0, 0, 0.25) ناراحتی کم
(0.34, 0.68, 1)	1.35	107	144	(0.73, 1.45, 2.2)	2.91	65	189	عدد فازی (0, 0.25, 0.5) مقداری ناراحت
(0.2, 0.3, 0.4)	0.4	107	43	(0.76, 1.14, 1.5)	1.523	65	99	عدد فازی (0.25, 0.5, 0.75) خیلی ناراحت
(0.098, 0.13, 0.13)	0.131	107	14	(0.37, 0.49, 0.49)	0.492	65	32	عدد فازی (0.5, 0.75, 1) درد غیر قابل تحمل
								عدد فازی (0.75, 1, 1)

(N<sub>i</sub>) = فراوانی پاسخ به بعد کیفیتی آ؛ n<sub>i</sub> = فراوانی پرسش شونده‌گان در جامعه‌ای که مداخلات ارگونومی در آن انجام شده است و جامعه شاهد (تعداد نمونه‌ها)؛ W<sub>i</sub> = فراوانی پاسخ به بعد کیفیتی آ به ازای هر نفر (N<sub>i</sub>/n<sub>i</sub>)؛ WF<sub>i</sub> = عدد فازی وزن دار

میانگین وزن دار اعداد فازی حاصل از نظرسنجی دو جامعه (جامعه‌ای که مداخلات ارگونومیک در آن انجام شد و جامعه شاهد) محاسبه گردید (جدول ۶).

به منظور مقایسه نظرات جامعه شاهد و جامعه نمونه، از رتبه‌بندی اعداد فازی مثلثی (سطح محصور) استفاده - شد. نتایج حاصل از این رتبه بندی در جدول (۷) آمده است. نتایج نشان می‌دهد که پس از مداخلات ارگونومی؛ ضایعات اسکلتی - عضلانی (ابعاد کیفیتی ناراحتی‌های ثبت شده توسط افراد) کمتر شده است زیرا سطح محصور متعلق به بعد کیفیتی "بدون ناراحتی" در جامعه نمونه «بیشتر» و سطوح محصور مربوط به ناراحتی کم؛ مقداری ناراحت؛ خیلی ناراحت؛ درد غیر قابل تحمل «کمتر» از جامعه شاهد است.

با هدف ارزیابی عملکرد مقایسه‌ای واحدهای مختلف EO؛ کمیته راهبری؛ اقدام به جمع‌آوری اطلاعات عملکردی قبل از مداخلات (اطلاعات عملکردی منتهی به پایان سال مالی ۱۳۸۵) و سه ماه بعد از مداخلات ارگونومی جامع (اوایل سال ۱۳۸۹) نمود. بررسی و تحلیل مقایسه‌ای اطلاعات عملکردی نشان می‌دهد که در اکثر بخش‌های EO، افزایش عملکرد اتفاق افتاده است که بعضی از مهمترین دست‌آوردها در بخش‌های

سال مالی ۱۳۸۵) و بعد از مداخلات ارگونومی (سال ۱۳۸۹) شد.

### یافته‌ها

در این مبحث به بعضی از مهمترین دستاوردهای مقایسه‌ای حاصل از مداخلات ارگونومی جامع و کاهش ضایعات اسکلتی - عضلانی می‌پردازیم. بمنظور دریافت نظریات استفاده کنندگان از میز و صندلی‌های مورد نظر؛ بعد از هر دو ساعت استفاده از میز و صندلی‌ها؛ از آن‌ها خواسته می‌شد که میزان ناراحتی خود را در هر کدام از قسمت‌های بدن در پنج بعد کیفیتی در پرسش‌نامه ۲۸ قسمتی "نگاشت بدن" با نوشتن عدد یک تا پنج مشخص نمایند. از تعداد ۷۷ پرسش‌نامه توزیع شده بین افراد جامعه شاهد، تعداد ۶۵ پرسش‌نامه تکمیل و عودت داده شد و از تعداد ۱۳۳ پرسش‌نامه توزیع شده بین افراد جامعه‌ای که مداخلات ارگونومی در آن انجام شده است، تعداد ۱۰۷ پرسش‌نامه تکمیل و برگردانده شد. برای جمع‌بندی اطلاعات و تحلیل داده‌های آماری بدست آمده، از اعداد فازی متناظر با گزینه‌های فازی جدول (۱) و شکل (۴) استفاده می‌گردد [۲۸، ۳۰، ۳۱]. پس از جمع‌بندی اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه‌ها؛

جدول ۷: سطوح محصور و تفاضل اعداد فازی جامعه شاهد و جامعه مورد

ردیف	جامعه شاهد $S_{Ai}$	جامعه مورد $S_{Bi}$	تفاضل سطح محصور $S_{(Ai - Bi)}$	تحلیل نتایج
1	1.25	1.55	-0.3	$S_{A1} < S_{B1}$
2	1.02	0.57	0.45	$S_{A2} > S_{B2}$
3	1.43	0.66	0.77	$S_{A3} > S_{B3}$
4	1.14	0.3	0.84	$S_{A4} > S_{B4}$
5	0.46	0.122	0.34	$S_{A5} > S_{B5}$
جمع	5.3	3.2	2.1	$\Sigma S_{Ai} < \Sigma S_{Bi}$

جدول ۸: دستاوردهای مقایسه‌ای قبل و بعد از مداخلات ارگونومی جامع

ردیف	عناوین دستاوردها
۱	کسب عنوان برتر EO در بین ۲۲۰ مرکز آموزش علمی- کاربردی دولتی در سومین جشنواره دانشگاه جامع علمی- کاربردی کشور
۲	افزایش پانصد درصدی ارائه مقاله در مجامع علمی و نشریات علمی- پژوهشی داخلی و خارجی
۳	اخذ مجوز راه‌اندازی ۱۸ رشته تحصیلی جدید در مقطع کاردانی و کارشناسی نسبت به سال پایه
۶	تدوین اساسنامه انجمن همکاری‌های اولیا و دانشگاه برای اولین بار در آموزش عالی کشور
۷	احداث سالن آمفی تئاتر با رعایت اصول ارگونومی و به کارگیری آنتروپومتری ایرانیان
۸	احداث و بهره‌برداری از سالن کنفرانس چند منظوره با رعایت اصول ارگونومیک
۹	بهبود سازی نیروی انسانی و در نتیجه کاهش پنجاه درصدی نیروی انسانی
۹	صرفه‌جویی سالانه پانزده درصد از هزینه‌های انرژی شامل: گازوئیل و برق
۱۱	افزایش ۲۸۰ درصدی درآمد EO در سال ۸۸ نسبت به سال پایه
۱۲	افزایش سالیانه سی درصد به درآمد پرسنل نسبت به سال پایه
۱۳	تشکیل انجمن علمی دانشجویی با ۴۰۰ نفر عضو

مالی و غیر مالی نسبت به سال پایه ( سال ۱۳۸۵) در جدول (۸) خلاصه شده است.

مشکلات بیش از پیش کمک و مشارکت می‌کنند. نکته قابل توجه اینکه؛ در این پژوهش؛ مداخلات ارگونومی خرد در بهبودها بیشتر قابل لمس بود و زودتر از تغییرات ارگونومی کلان نتیجه داد. مهم‌ترین نتیجه تغییرات ارگونومی کلان، تغییر در فرهنگ سازمانی است که شامل قوانین سنتی و نوشته نشده نیز می‌شود. لذا می‌توان نتیجه گرفت که تغییر فرآیندهای اداری و رفتار کارکنان و روشی که آن‌ها کار می‌کنند کار ساده‌ای نیست و به زمان بیشتری در مقایسه با تغییرات فیزیکی و مهندسی برای تحقق اهداف نیاز است. نکته قابل توجه اینکه؛ انتخاب موضوع و جلب موافقت کارکنان در پذیرش و اجرایی کردن آن، مرحله‌ای بسیار مهم و بحرانی می‌باشد. تحمیل نظرات و عدم توجه به ایده‌های کارکنان می‌تواند برنامه را از همان ابتدا با شکست مواجه سازد. لذا لازم است که دوره‌های آموزش ارگونومی برای کلیه افراد دخیل در اجرای طرح بطور مجزا برگزار و نظریات آنها نیز در مداخلات ارگونومی

### بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از مداخلات و ارزیابی ارگونومی خرد و کلان (ارگونومی جامع) در این پژوهش؛ نشان‌دهنده اثرات مثبت به کارگیری این دانش در افزایش عملکرد، نوآوری و انگیزه کارکنان در حل مشکلات نسبت به سال پایه می‌باشد. همانطوری که در بخش یافته‌ها مطرح شد؛ کارایی واحدها به علت فعالیت کارگروه‌های مختلف و اجرای عوامل ارگونومیکی در محیط کاری، بهبود پیدا کرد. انگیزه کارکنان در مشارکت و نوآوری در حل مشکلات نسبت به سال پایه افزایش یافته است. ارتباطات بهتری بین مسئولین، کارکنان و اعضای هیئت علمی ایجاد شده است و EO از منابع در اختیارش به خصوص از منابع انسانی به طور موثرتری نسبت به سال پایه بهره می‌برد. کارکنان در انجام کارها و حل

Organization (in Persian).

11. Glen, P. (2003); *Leading Geeks: How to Manage and Lead People who Deliver Technology*; San Fransisco: Jossey Bass.

12. Arastah, Hamid Reza, zarorat-e- be karkiry shivehay novin rahbary dar miyan-e- raeisan daneshkakhay keshvar, faslnamah peduhesh va barnamah ryzy dar amozesh aley, 50, 1387 [Persian].

13. Shaliza A, M., Kamaruddin, S., Zalinda , O., Mohzani , M., The Effect of Ergonomics Applications in Work System on Mental Health of Visual Display Terminal Workers, *European Journal of Scientific Research*, 2009, ISSN 1450-216X Vol.31 No.3 , pp.341-354.

14. Patrick Neumann, W. Ekman, Marianne Winkel, Jørgen. Integrating ergonomics into production system development – The Volvo, Powertrain case, *Applied Ergonomics*, 2009, 40, 527–537.

15. Amy H.I.Lee., Wen-Chin Chen, Ching-jan Chang, A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating industry in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 2006, Article in Press.

16. Andersen, B., Henriksen, Bjornar., Aarseth, W., Professional practice holistic performance management: an integrated framework. *International journal productivity and performance management*, 2006, Vol.55 no.1, pp.61-78.

17. Wong-On-Wing, B., Lan Guo, Wei Li., Yang, D., reducing conflict in balanced scorecard evaluations. *Organizations and Society*, 2006, Article in Press.

18. Özer Sar, F., Effects of employee trainings on the occupational safety and health in accommodation sector, *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 2009, Volume 1, Issue 1, Pages1865-1870.

19. McAtamney, L., Corlett, N.E., RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 1993, 24, pp. 91–99.

20. Moore, J.S., Garg, A., the strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1995, 56, pp. 443–458.

21. Hignett, S. Atamney, M C., Rapid Entire Body Assessment, (REBA), *Applied Ergonomics*, 2000, Vol. 31, No. 2, pp., 201-205.

22. Wong, S. B. and Richardson, S., Assessment of working conditions in two different semiconductor manufacturing lines: Effective

اعمال گردد.

## منابع

1. Shaliza, A. M., Shahrul, K., Mohzani, M., Zalinda, O., Khairanum, S., Application of Quality Function Deployment in Identifying Ergonomics Programs for MALaysian The Effect of Ergonomics Applications in Work System on Mental Health of Visual Display Terminal Workers 354 MANufacturing Industries. [CD ROM] Proceedings in International Conference on Technology MAnagement (ICTM 2006).

2. Gilbreth, F.B., Gilbreth, L.M., *Applied Motion Study*. Sturgis and Walton Co, New York, 1917.

3. Dempsey, P.G., Mathiassen, S.E., on the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. *Applied Ergonomics*, 2006, 37 (1), 33–43.

4. Leigh, J.P., Markowitz, S.B., Fahs, M., S hin, C., Landrigan, P.J., 1997, Occupational injury and illness in the United States. Estimates of costs, morbidity, and mortality, *Archives of Internal Medicine*, 2006, 157 (14), pp. 1557–1568.

5. Pransky, G., Benjamin, K., Hill-Fotouhi, C., Himmelstein, J., Fletcher, K.E., Katz, J.N., Johnson, W.G., Outcomes in work-related upper extremity and low back injuries: results of a retrospective study, *American Journal of Industrial Medicine*, 2000, 37 (4), pp. 400–409.

6. Hendrick, H.W., *Good Ergonomics is Good Economics*. Human Factors and Ergonomics Society, 1996, Santa Monica.

7. Jan Dul , W. Patrick Neumann, Ergonomics contributions to company strategies, *Applied Ergonomics*, 2009, 40, 745–752

8. Dempsey, Patrick G., Effectiveness of ergonomics interventions to prevent musculoskeletal disorders: Beware of what you ask, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2007, 37, 169–173

9. Koukoulaki, Theoni., New trends in work environment – New effects on safety, *Safety Science xxx*, 2009, xxx–xxx

10. *Management and Planning Organization* (2004); *The Forth Economic, Social, and Cultural Development Plan in Islamic Republic of Iran: 2005-2009*, Tehran: Management and Planning



criteria. In Proceedings of the Human Factors Society, 30th Annual Meeting, 1986, pp. 1107-1109. Human Factors Society, Santa Monica, CA.

35. Scott, P.A., Ergonomics in Developing Regions, Needs and Applications, CRC Press, Taylor & Francis, 2009.

36. Scott, P.A., Global inequality, and the challenge for ergonomics to take a more dynamic role to redress the situation, Applied Ergonomics, 2008, Volume 39, Issue 4, Pages 495-499.

37. Martin Helander, A. Guide to the Ergonomics of Manufacturing, 1999.

ergonomics interventions. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2010, DOI: 10.1002/hfm.20189, pages, 391-407.

23. Bao, S., Howard, N., Spielholz, P., Silverstein, B., Quantifying repetitive hand activity for epidemiological research on musculoskeletal injuries—part II: comparison of different methods of measuring force level and repetitiveness, Ergonomics, 2006, 49 (4), pp. 381-392.

24. Drinkaus, P., Seseck, R., Bloswick, D., Bernard, T., Walton, B., Joseph, B., Comparison of ergonomic risk assessment outputs from rapid upper limb assessment and the strain index for tasks in automotive assembly plants, Work, 2003, 21, pp. 165-172.

25. Jones, T., and Kumar, S., Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk saw mill occupation: saw-filer, International Journal of Industrial Ergonomics, 2007, 37 (9-10), pp. 744-753.

26. Berlin, C., Örtengren, R., Lämkuill, D., Hanson, L., Corporate-internal vs. national standard – A comparison study of two ergonomics evaluation procedures used in automotive manufacturing, International Journal of Industrial Ergonomics, 2009, Volume 39, Issue 6, November, Pages 940-946.

27. Tayarri F. Smith J. I., Occupational Ergonomics: Principles and application. Chapman & all, London, 1997.

28. Van, Iwaarden, J., Wide, J. Vander, Bell, L., and Miller, R. "Applying SERVQUAL to websites: an exploratory study." International Journal of Quality Management, 2003, 20(8): 919-935.

29. Zadeh, L., The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning." I. Information science, 1975, 8(3): 199-249.

30. Zadeh, L., Is there a need for fuzzy logic, Information science, 2008, 178,: 2751-2779.

31. Herrva, F and Herreva-viedma, E., Linguistic decision analysis steps for solving decision problems under linguistic information, Fuzzy set and system, 2000, 115(1), 67-82.

32. Zimmermann, H.J., Fuzzy set theory and its application., Boston: kluwer academic publisher, 1996.

33. Mankin, D., SC. Cohen, and TK. Bikson., Teams and technology: Tensions in participatory design. Organizational Dynamics, 1997, 26: 63-76.

34. Imada, A.S., Is participatory ergonomics appropriate across culture? Trends and future

## Macro Ergonomics Interventions and their Impact on Productivity and Reduction of Musculoskeletal disorders: Including a Case Study

N. Sadra. Abarqhouei<sup>1</sup>, H. Hosseini Nasab<sup>2</sup>, M.B. Fakhrzad<sup>3</sup>

Received: 2011/07/24

Revised: 2011/09/01

Accepted: 2011/11/20

2011/10/18

### Abstract

**Background and aims:** The present studies show that the theoretical discussions and the applications of ergonomics have not been seriously handled in our country, Iran. So, the aim of the current study was to present an appropriate method which could help in increasing the productivity and decreasing the risk factors of ergonomics in socio-technical systems.

**Methods:** During the present study, a theoretical model was developed to guide the “ergonomic intervention processes” and its evaluation and application was carried out for an educational organization (EO). The faculty members were selected as the subjects of statistical survey and simple random sampling was performed. The level of musculoskeletal disorders was evaluated in control and treatment groups. Comparative analysis of the obtained data was carried out using fuzzy numbers and their level of confinement.

**Results:** According to the results of present study with the help of ergonomic interventions, an increase in the activity of staff members, increased revenue, expansion of work with the least number of manpower and a decrease in the overall expenses was seen as compared to the base year. In addition, the analysis of questionnaires with fuzzy approach has shown that the level of musculoskeletal disorders in the experimental group was less as compared to that of control group.

**Conclusion:** The results obtained by the use of macro and micro ergonomic interventions (Total ergonomics) have proved that these methods were successful by increasing the innovation and motivation of the staff members to solve the organizational problems as compared to the base year. The decrease of musculoskeletal disorders among the members resulted to an increase of performance in different units of the educational organization.

**Keywords:** Macro ergonomics, Micro ergonomics, Productivity, Musculoskeletal disorders, Fuzzy logics.

---

1. (**Corresponding author**) Phd Students, Institute of higher educational of applied-science Jihad-e-keshavarzy. nasersadra@yahoo.com

2. Associated Professor, Industrial Engineering Faculty, Yazd University, Yazd, Iran.

3. Assistant Professor, Industrial Engineering Faculty, Yazd University, Yazd, Iran.