

## بررسی عوامل اثرگذار بر سیستم ارگونومی در پاسخگویی به نیازهای مدیران و کارکنان مطالعه موردی: ایران خودرو

محمد مهدی موحدی<sup>۱\*</sup>، مرتضی یوسفی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار و عضو هیأت علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، فیروزکوه، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

<sup>۲</sup> عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۹. تاریخ داوری: آبان ۱۳۸۹. تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۹

### چکیده

این پژوهش با بیان ضرورت وجود سیستم ارگونومی محیط، نقش آن در سلامت کارکنان و تاثیر آن در افزایش کارایی و بهره‌وری سازمان، عوامل اثرگذار (محیطی، فیزیکی، حفاظتی، مسائل روحی و روانی و مسائل آموزشی) بر سیستم ارگونومی را به صورت مطالعه موردی در شرکت ایران خودرو در سالن‌های مونتاژ موتور مورد بررسی قرار می‌دهد. این پژوهش، از نوع پژوهش‌های توصیفی-پیمایشی و کاربردی می‌باشد. در این پژوهش داده‌ها به صورت مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه جمع‌آوری شده و با استفاده از روشهای آماری همچون آزمون t، آنالیز واریانس و مقایسات چندگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. خروجی حاصل از آزمون آماری t حاکی از آن بود که در خصوص مسائل روحی و روانی اختلاف معنی‌داری در سطح  $p=0.05$  مشاهده می‌گردد. گرچه لازم به ذکر است در خصوص عوامل محیطی، تهویه و در خصوص عوامل فیزیکی، میزان جابجایی بار نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است. همچنین خروجی حاصل از آنالیز واریانس حاکی از آن بود که از نظر عوامل محیطی، فیزیکی و مسائل روحی و روانی بین نظرات سطوح مختلف (مدیران عالی، مدیران میانی، مدیران عملیاتی و پرسنل) اختلاف معناداری مشاهده می‌شود. در ضمن خروجی آزمون مقایسات چندگانه نیز بیانگر این مطلب بود که در اغلب موارد کارکنان نظر متفاوتی نسبت به مدیران عملیاتی، میانی و عالی در مورد وضعیت سیستم ارگونومی محیط کار خود داشته‌اند. پس از تجزیه و تحلیل نظرات و اثبات این موضوع که سیستم ارگونومی در برخی موارد پاسخگوی نیازهای کارکنان نمی‌باشد اقدام به بررسی کاربردی و مشکل‌یابی سیستم ارگونومی محیط کار گردید و در آخر پیشنهادهای جهت ارتقاء و بهبود سیستم ارگونومی ارائه گردید.

کلمات کلیدی: ارگونومی<sup>۱</sup>، عوامل محیطی، عوامل فیزیکی، مسائل حفاظتی و ایمنی کارکنان، مسائل روحی و روانی.

### ۱- مقدمه

نشده است). همچنین سالانه ۱۶۰ میلیون بیماری شغلی در جهان دیده می‌شود که منجر به فوت ۱۱۰۰۰۰۰ نفر می‌گردد. همچنین ۴ درصد تولید ناخالص ملی در جهان به لحاظ این حوادث و بیماری‌ها هدر می‌رود [۸]. نادیده گرفتن ایمنی و بهداشت کار موجب زیان اقتصادی قابل توجهی می‌شود که تاثیرات جدی بر بهره‌وری دارد. میزان بروز حوادث شغلی منجر به مرگ در کشورهای در حال توسعه ۳ تا ۴ برابر کشورهای توسعه یافته است. و این حوادث معمولاً بصورت غیر عمدی هستند. در کشور ما سالیانه حدود ۱۴ هزار حادثه شغلی رخ می‌دهد [۲۱].

### ۲- ادبیات موضوعی تحقیق

#### ۲-۱ ارگونومی

ارگونومی مجموعه‌ای از عوامل و شرایط قابل درک بوسیله حواس پنجگانه می‌باشد که جزیی از محیط فیزیکی کار را تشکیل می‌دهند. علاوه بر جا و

ظهور سازمان‌های اجتماعی و گسترش روز افزون آن‌ها، از ویژگی‌های بارز تمدن بشری است؛ به طوری که با توجه به عوامل گوناگون مکانی و زمانی، و ویژگی‌ها و نیازهای خاص جوامع مختلف، همه روزه انواع سازمان‌های اجتماعی ظهور و گسترش می‌یابند و بر تعدادشان افزوده می‌شود [۷]. سازمان‌ها به وسیله کارکنانشان شناخته می‌شوند. پیشرفت یک سازمان بوسیله سلامتی و تندرستی کارکنان مشخص می‌شود [۱۹]. در صورت توجه داشتن و بکارگیری این موارد امنیت شغلی در کارکنان ایجاد شده و به رضایت شغلی آن‌ها منتهی می‌شود که این امر خود از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابر آمار سازمان بین‌المللی کار<sup>۲</sup> سالانه ۲۵۰ میلیون حادثه در جهان اتفاق می‌افتد که در آن‌ها ۳۳۵۰۰۰ نفر جان خود را از دست می‌دهند (حوادث رانندگی و خانگی در این آمار لحاظ

\*m\_m\_movahedi@iaufb.ac.ir

1- Ergonomic

2- ILO(International Labor Office)

جسمی و روحی انسان‌ها در نظر گرفته شود تا در عین نیل به افزایش بازدهی تولید، به سلامت و بهداشت و راحتی انسان‌ها نیز به بیشترین حد توجه شده باشد [۶]. ارگونومی دارای اهدافی چون بهبود بهره وری، سلامت، ایمنی و آسایش مردم و افزایش کارایی متقابل سیستم‌های انسان- ماشین- محیط می‌باشد [۲].

#### ۲-۳-۳ حیطه های عملکردی ارگونومی

بخشی از حیطه های عملکردی ارگونومی را می‌توان به شرح زیر برشمرد: بررسی میزان توانمندی شاغلین، مطالعه ابعاد فیزیکی بدن (آنتروپومتری) و کاربرد آن در طراحی ایستگاه های کار، طراحی ارگونومیک ابزارهای دستی، طراحی ایستگاه های کار و آنالیز سیستم انسان - ماشین، بررسی‌های روانشناختی از دیدگاه نحوه ارتباط بین افراد، تعیین زمان‌های استراحت و مدت انجام کار، بررسی روش‌های حمل دستی کالا، بررسی صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار و آنالیز وضعیت‌های بدنی، بیومکانیک شغلی، کاربرد بهینه رنگ و موسیقی در محیط‌های کار [۱۲].

#### ۲-۴-۲ عوامل تاثیرگذار در ارگونومی

##### ۲-۴-۱ عوامل محیطی

##### ۲-۴-۱-۱ روشنایی

نور یکی از عوامل فیزیکی مهمی است که وجود آن در محیط کار اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین باید توجه خاصی به تأمین روشنایی کافی و مناسب در کارگاه‌ها اعمال گردد، زیرا عدم رعایت این موضوع باعث کاهش بازده کار، افزایش حوادث ناشی از کار و بروز عوارض مختلف در کارگران می‌گردد. میزان روشنایی در بازدهی کار افراد بسیار مؤثر است. از تحقیقات متعددی که به عمل آمده چنین نتیجه گرفته شده است که اگر روشنایی با نوع کاری که باید انجام گیرد، متناسب و کافی باشد بر کارایی افراد می‌افزاید و به‌ظن قوی به‌طور مستقیم به‌تقلیل حوادث کمک می‌کند [۱۷].

##### ۲-۴-۱-۲ سروصدا

اشخاصی که در کارگاه‌های مختلف صنعتی مانند کارخانه‌های صنایع سنگین، کارگاه‌های موتور جت و غیره کار می‌کنند، کارگرانی که با چکش‌های پنوماتیک (چکش‌های بادی - دژبر)، مته‌های برقی پر سروصدا و ماشین‌های برش سروکار دارند و سرانجام کارگران صافکار، آهنگر، فلزکار، میخ پرچ‌کن و ... بیش از همه در معرض خطر ضایعات جبران‌ناپذیر گوش قرار دارند. بر طبق نظریه اسپیت<sup>۸</sup> حد قابل تحمل سروصدا در کار فکری، ۷۵ دسی‌بل و در کار غیرفکری ۸۵ دسی‌بل است. برای کاهش و کنترل صدا در کارگاه‌های صنعتی، تمهیدات و شیوه‌های مختلفی از قدیم بکار رفته است. مانند تعویض ادوات و وسایل کار، استفاده از ماشین‌های بدون سروصدا، استفاده از روش‌های سنتی از قبیل روغنکاری ماشین‌ها و تعویض قطعات کهنه و فرسوده آن، استفاده از قطعات لاستیکی و پلاستیکی و غیره. چنانچه این روشها مؤثر نباشند،

مکان و وسایل و ابزار کار موردنیاز کارکنان، عواملی نظیر روشنایی، گرما و سرما، رطوبت، صدا، ارتعاش و ... نیز بطور مستقیم یا غیرمستقیم در بازدهی کار مؤثر می‌باشند [۱۷]. واژه ارگونومی آمیزه‌ای از دو واژه یونانی ارگو (به معنی کار) و نوموس (به معنی قانون) است. در آمریکا، مهندسی عوامل انسانی<sup>۳</sup> یا عوامل انسان مترادف واژه ارگونومی دانسته شده است. ارگونومی در اروپا، ریشه در فیزیولوژی کار<sup>۴</sup>، بیومکانیک<sup>۵</sup> و طراحی ایستگاه کار<sup>۶</sup> دارد. در حالی که عوامل انسانی آمریکائیان، از فیزیولوژی تجربی سرچشمه گرفته، بر عملکرد انسانی و طراحی سامانه‌ها متمرکز است [۱۱].

ارگونومی در چهار شاخه بیومکانیک شغلی، روانشناسی مهندسی، آنتروپومتری، فیزیولوژی کار فعالیت می‌کند [۱۲]. فیزیولوژی کار: بخشی از دانش ارگونومی که تطبیق انسان با کار را در مصرف انرژی و همچنین تغییرات پارامترهای فیزیولوژیکی بدن در حین انجام کار مورد توجه قرار می‌دهد، به فیزیولوژی کار معروف است [۱۸]. بیومکانیک شغلی: در بیومکانیک از قوانین فیزیکی مکانیک، برای بدن استفاده می‌شود. با بکارگیری این قوانین این امکان بوجود می‌آید که در هنگام یک وضعیت خاص در بدن و حرکت آن، میزان فشار مکانیکی موضعی اعمال شده بر عضلات و مفصل‌ها محاسبه شود [۱۳]. روان شناسی مهندسی: به فاکتورهای محیطی فیزیکی و شیمیایی مانند سر و صدا، ارتعاش، روشنایی، آب و هوا و مواد شیمیایی می‌توانند بر روی ایمنی، سلامتی و آسایش افراد تأثیر بگذارند می‌پردازد [۱۳]. آنتروپومتری: شامل جمع آوری و تفسیر داده‌های مربوط به شکل و اندازه ابعاد بدن انسان (ابعاد طولی، عرضی، محیطی و وزن) می‌باشد [۱۳]. تعریف آنتروپومتری عبارت خواهد بود از اندازه‌گیری سیستماتیک، بدنبال استفاده از وسایل اندازه‌گیری [۱۴].

#### ۲-۲ اهداف ارگونومی

برخی مشکلات معمول در صنایع شامل طراحی نامناسب محل کار، عدم انطباق بین قابلیت‌های کارگر و الزامات شغلی، وجود محیط کار و مشاغل زیان آور، طراحی نامناسب سیستم انسان- ماشین و برنامه‌های ضعیف مدیریت می‌باشد. این مشکلات منجر به ایجاد مخاطرات در محل کار، ضعف سلامتی کارگران، صدمات ناشی از کار با تجهیزات، معلولیتها و در عوض کاهش بهره‌وری کارگر و کیفیت تولید و افزایش هزینه می‌شود. کاربرد مؤثر ارگونومی در طراحی سیستم کاری می‌تواند تعادلی را بین ویژگی‌های کارگر و نیازهای شغلی برقرار کند. این علم، گستره وسیعی را در زمینه طراحی کار، ابزار، تجهیزات، ماشین آلات، ایستگاه کار و سیستمها در موارد مختلف صنعتی، آموزشی، ورزشی و غیره در بر می‌گیرد [۴]. هدف ارگونومی آن است که در طراحی ابزار و وسایل کار و سیستمهای فنی و تولیدی نیز در طراحی محیط کار، نیازها و خصوصیات

3- Human factors engineering

4- Work physiology

5- Biomechanics

6- Work station design

7- Anthropometry

حرارت بر بازده کار، بویژه در مورد کارهای فکری دارد شرایط آب و هوایی بهینه‌ای برای اکثر آنان فراهم شود [۱۷].

#### ۲-۴-۱-۵ عوامل شیمیایی زیان‌آور

یکی از عوامل زیان‌آور محیط کار که بیشترین خطرات شایع را در بین کارگران در محیط‌های کاری ایجاد می‌کند عوامل شیمیایی زیان‌آور می‌باشد. هر چند در هر محیط کاری این خطرات وجود دارد، ولی می‌توان با شناسایی دقیق این مواد (مابع، جامد، گاز) در محیط‌های کاری و اندازه‌گیری دقیق مقدار آن‌ها را با دستگاهها و وسایل دقیق به‌دست آورد و با مقایسه استاندارد، در صورت غیرمجاز بودن مقدار آن‌ها تا حد امکان، منبع انتشار آلودگی‌ها را کاهش داد، در غیر اینصورت وسایل حفاظتی مناسب را برای استفاده پیشنهاد داد تا اینکه از بروز بیمارهای ناشی از این مواد آلاینده تا حد امکان پیشگیری نمود [۱۰].

#### ۲-۴-۱-۶ محل انجام کار

مسئله حفاظت از محیط اطراف و خود محیط کار دارای چنان اهمیت و ارتباط نزدیکی با پیشگیری از آلودگی، سروصدا و ارتعاش حتی در داخل کارخانه است و در مورد جانمایی محل کار باید اصل بر ایزوله کردن هرگونه عملیات خطرناک باشد، که شرکتها عملاً ناگزیر به بررسی همه جانبه این مسایل می‌باشند. در زیر برخی از کف‌های مناسب صنعتی و ویژگی‌های آن بیان گردیده است [۱۷].

جدول (۱): ویژگی انواع مختلف کف های صنعتی [۱۷].

خواص	بتن	کاشی سرامیکی	پلاستیک ها	سلولوئید	قطعات چوبی	پارکت	آسفالت
مقاومت در برابر سائیدگی	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	ضعیف	خوب	متوسط تا خوب	خوب
مقاومت در برابر فشرده‌گی	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	متوسط	خوب	متوسط تا خوب	متوسط
مقاومت در برابر ضربه	متوسط	متوسط	بسته به نوع	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب
عایق حرارت بودن	بد	بد	بد	متوسط	خیلی خوب	خیلی خوب	متوسط
انبساط و انقباض	بسته به نوع	هیچ	ضعیف	بسته به رطوبت	بسته به رطوبت	بسته به رطوبت	هیچ
مقاومت در برابر اسید	بد	خیلی خوب	خوب	بد	خوب	خوب	ضعیف
مقاومت در برابر باز	خوب	خیلی خوب	بسته به نوع	بد	متوسط تا خوب	متوسط تا خوب	خوب
مقاومت در برابر آب	خوب	خیلی خوب	خوب	بد	بد	بد	خیلی خوب

بر آن توانایی‌های فیزیکی کارگران بسیار متفاوت است. کمردرد و صدمات مربوط به بلند کردن بار یکی از مشکلات مهم ایمنی و بهداشت حرفه‌ای می‌باشد. طبق گزارش انجمن ایمنی آمریکا، صدمات وارده به پشت ۲۰٪ تمامی صدمات و بیماریهای محیط کار را تشکیل می‌دهد. این صدمات تقریباً ۲۵٪ غرامتهای پرداختی به کارگران را تشکیل می‌دهد [۵].

#### ۲-۴-۲ شیوه های ارزیابی وضعیت بدن در هنگام کار

بار کاری فیزیکی به‌عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در سلامت کارگران

باید از گوشی‌ها و کلاه‌های مخصوص جهت حفاظت کارگران استفاده نمود [۹].

#### ۲-۴-۳ تهویه

عمل تهویه نباید با گردش هوا اشتباه شود، در جریان تهویه هوای تازه جایگزین هوای آلوده می‌شود در حالیکه در گردش هوا این عمل انجام نمی‌شود. تهویه محل کار گرمای ایجاد شده به‌وسیله ماشین‌ها و افراد در حال کار را پراکنده می‌کند و از بین می‌برد. در جاییکه ماشین‌ها یا کارگران تمرکز بیشتری دارند، تهویه باید دارای قدرت بیشتری باشد. تهویه آلودگی محیط کار را کاهش می‌دهد و تازگی هوا را حفظ می‌کند. برای اطمینان از جریان هوا به‌میزان لازم (که نباید کمتر از ۵۰ متر مکعب در ساعت برای هر کارگر باشد) معمولاً لازم است هوا بین ۸-۴ بار در ساعت در دفاتر یا در مورد کارگران نشسته، بین ۱۲-۸ بار در ساعت در کارگاه‌ها تعویض شود. تامین جریان هوای لازم در محل‌های عمومی و جاهایی که میزان آلودگی یا رطوبت بالا است مستلزم ۳۰-۱۵ بار یا بیشتر تعویض هوا است [۱۷].

#### ۲-۴-۴ دمای محل کار

محیط‌ها و مراکز کار باید به‌گونه‌ای طراحی و جانمایی شوند که متضمن حداکثر همگونی در مصرف انرژی در بین افرادی که در مکان معینی کار می‌کنند باشد، تا اینکه با توجه به‌تاثیری که راحتی از لحاظ تنظیم

#### ۲-۴-۲ عوامل فیزیکی

#### ۲-۴-۲-۱ دستورالعمل‌ها و استانداردهای بلند کردن بار

در بسیاری از کشورها، دستورالعمل‌ها و استانداردهایی وجود دارند که بلند کردن بار در محیط کار را محدود می‌سازند. منظور از این دستورالعمل‌ها، کاهش کمردرد و آسیب‌های ناشی از کار است. دلیل اصلی و منطقی در این زمینه، آن است که بلند کردن دستی بار ممکن است سبب درد ناحیه پایین ستون فقرات شود. این ناراحتی هنگامی شیوع بیشتری می‌یابد که مقدار بار، از توان فیزیکی کارگر بیشتر شود. افزون

نیروی بیشتر از ۲۰ کیلوگرم [۵]

۲-۴-۲-۲ تجزیه و تحلیل وضعیت های کاری مشخص شده به روش

OWAS

دسته بندی وضعیت ها بر اساس ارزیابی خطر اختلالات اسکلتی عضلانی و فشار فیزیکی موجود بر روی سیستم اسکلتی عضلانی شکل گرفته است. هر کدام از دسته های نوع کار یا فوریت و اولویت اقدامات اصلاحی از عدد ۱ که نیازی به اقدامات اصلاحی نمی باشد تا عدد ۴ که اقدامات اصلاحی بلافاصله باید صورت گیرد به صورت زیر طبقه بندی شده است. این طبقه بندی بر اساس ارزیابی خطر انجام گرفته است.

جدول (۲): طبقه بندی فعالیت ها به روش OWAS برای انجام اقدامات

پیشگیرانه [۵]

شرح کد	نوع فعالیت
وضعیت طبیعی بدون هیچگونه اثرات زیان آور بر روی سیستم اسکلتی - عضلانی. این وضعیت ها نیاز به تصحیح ندارند.	۱
وضعیت هایی که تا حدودی دارای اثرات زیان آور بر روی سیستم اسکلتی عضلانی هستند. این وضعیت ها باید در آینده نزدیک اصلاح شوند.	۲
وضعیت هایی که دارای اثرات زیان آور بر روی سیستم اسکلتی عضلانی هستند. این وضعیت ها باید هر چه سریع تر اصلاح شوند.	۳
بار فیزیکی ایجاد شده توسط این وضعیت ها دارای اثرات بسیار مخربی بر روی سیستم اسکلتی عضلانی است. این وضعیت ها باید بلافاصله تصحیح شوند.	۴

۲-۴-۳/یمنی

اصولاً ایمنی به مجموعه تدابیر، اصول و مقرراتی گفته می شود که با بکار بردن آن ها بتوان نیروی انسانی و سرمایه را در مقابل خطرات مختلف در محیط های صنعتی به نحو مؤثری حفظ و حراست نموده و یک محیط کاری بی خطر و سالم جهت افزایش کارایی کارکنان بوجود آورد. عبارت دیگر ایمنی کار عبارت است از: فراهم آوردن موجباتی که از بیماریها و حوادث ناشی از کارهای صنعتی جلوگیری می کند. یعنی هر چه تعداد حوادث ناشی از کار کمتر باشد می توان گفت که ایمنی بیشتری در محیط کار وجود دارد [۳].

۲-۴-۳-۱ حوادث کاری

حادثه عبارت است از یک اتفاق پیش بینی نشده و خارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد.

اغلب حوادث به یکی از دلایل زیر رخ می دهد:

عدم آموزش کارگران در مورد نحوه کار با دستگاهها، عدم وجود وسایل ایمنی روی دستگاهها، غرور و اعتماد بی جای کارگران با سابقه، عدم وجود شرایط بهداشتی در بعضی از کارگاهها مانند آلودگی هوا، عدم وجود تهویه مناسب، حرارت و رطوبت نامناسب، روشنایی کم، سروصدای زیاد،

شناخته شده است. ایجاد وضعیت های کاری<sup>۹</sup> نامناسب به هنگام کار، یکی از علل اصلی اختلالات اسکلتی عضلانی اعم از دردهای خفیف کمر تا معلولیت های شدید می باشد. بنابراین تشخیص زودرس الگوهای اختلالات و علائم اسکلتی عضلانی مربوط به کار و فاکتورهای خطر آن ها در محیط کار ضروری است. از روشهای کاربردی برای آنالیز و کنترل وضعیت های نامناسب کاری می توان به روش<sup>۱۰</sup> OWAS،<sup>۱۱</sup> RULA،<sup>۱۲</sup> REBA،<sup>۱۳</sup> QEC،<sup>۱۴</sup> WEPAS اشاره کرد. که در قسمت ذیل به تشریح روش OWAS می پردازیم.

۲-۴-۲-۱ روش OWAS

هر وضعیت طبقه بندی شده OWAS به وسیله یک کد چهار رقمی مشخص می شود که در آن اعداد مشخص کننده وضعیت های پشت، بازو و پاها به علاوه بار کاری اعمال شده (یا نیروی مورد نیاز) می باشند.

الف- پشت (ستون فقرات):

در سیستم OWAS اولین رقم در کد وضعیت، وضعیت پشت را مشخص می کند. ۴ انتخاب برای وضعیت مختلف پشت وجود دارد:

۱- ستون فقرات کشیده و مستقیم است. ۲- ستون فقرات خمیده است. ۳- کمر در حال چرخش است. ۴- کمر خمیده در حال چرخش است.

ب- بازوها:

دومین رقم در کد مشاهده وضعیت ها، بازوها را مشخص می کند. ۳ انتخاب برای وضعیت های مختلف بازو در سیستم OWAS وجود دارد:

۱- هر دو بازو پایین تر از ارتفاع شانه قرار دارند. ۲- یکی از بازوها در، یا بالاتر از ارتفاع شانه قرار دارد. ۳- هر دو بازو در، یا بالاتر از ارتفاع شانه قرار دارند.

ج- پاها:

سومین رقم در کد چهار رقمی، وضعیت پاها را مشخص می کند. ۷ انتخاب برای وضعیت های مختلف پاها در سیستم OWAS وجود دارد:

۱- نشسته ۲- ایستاده با پایهای کشیده و مستقیم ۳- ایستاده با یک پای صاف ۴- ایستاده بر روی دو زانوی خمیده ۵- زانو زده بر روی یک زانوی خمیده ۶- زانو زده بر یک پا یا هر دو زانو ۷- راه رفتن یا جابجا شدن

د- وزن بار یا نیروی مورد نیاز:

چهارمین رقم در کد OWAS نشان می دهد که کارگر چه میزان بار را جابجا کرده است یا بزرگی نیرویی که در جریان فعالیت صرف کرده است چه میزان بوده است. در روش کدگذاری برای وزن بار یا نیروی مورد نیاز سه کد جایگزین وجود دارد:

۱- نیروی کمتر از ۱۰ کیلوگرم ۲- نیروی بین ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم ۳-

9- Working posture

10- Ovako Working Posture Analyzing System

11- Rapid upper limb assessment

12- Rapid entire body assessment

13- Quick exposure check

14- Weaving posture analyzing system

بالا بردن سطح آگاهی افراد در زمینه اهمیت ایمنی و بهداشت در صنعت ارتقاء سطح آگاهی افراد در جلوگیری از حوادث افزایش مهارت افراد در بکارگیری سیستم‌های ایمنی و ابزارآلات ایمنی به‌هنگام کار [۹].

### ۳- روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش هدف آنست که سیستم ارگونومی در سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو در پاسخگو بودن به نیازهای مدیران و کارشناسان بررسی گردد که بر اساس آن سعی گردید تا فرضیات زیر مورد بررسی و آزمون قرار گیرد:

شرایط محیطی محل کار (روشنایی، سروصدا، تهویه، رنگ، مواد شیمیایی مضر، ارتعاشات و اطفاء حریق) پاسخگوی نیازهای کارکنان و سطوح مدیریت سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو نمی‌باشد.

شرایط فیزیکی محل کار (ارتفاع دستگاہ، جابجایی بار، فضای حرکتی و چیدمان ابزارآلات) پاسخگوی نیازهای کارکنان و سطوح مدیریت سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو نمی‌باشد.

مقدار و تناسب وسایل حفاظتی پاسخگوی نیازهای کارکنان و سطوح مدیریت سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو نمی‌باشد.

مسائل روحی و روانی در محل‌های کاری کارکنان و سطوح مدیریت سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو در حد مطلوب نمی‌باشد.

نوع و تناسب آموزش‌های کاری پاسخگوی نیازهای کاری کارکنان و سطوح مدیریت سالن‌های مونتاژ موتور ایران خودرو نمی‌باشد.

این تحقیق از نظر موضوعی در گستره علم ارگونومی و از نظر مکانی در سالن‌های مونتاژ موتور در شرکت ایران خودرو صورت گرفته است.

همچنین با توجه به‌اینکه محقق در نظر دارد بدون دستکاری وضعیت کنونی سیستم ارگونومی محیط را مورد بررسی قرار دهد، روش تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی و کاربردی می‌باشد. جهت جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه‌ای حاوی ۱۴ سوال که متغیرهای ارگونومی محیط را مورد

پرسش قرار می‌داد، استفاده گردیده است. مقیاس اندازه‌گیری نیز استفاده از طیف لیکرت بوده و به‌هر یک از گزینه‌ها وزنی نسبت داده شد.

به‌این ترتیب که به‌گزینه «خیلی کم»، وزن یک، گزینه «کم»، وزن دو و به‌همین ترتیب تا گزینه «خیلی زیاد» که به آن وزن پنج داده شده است.

اعتبار پرسشنامه، با استفاده از روش ضریب آلفای کرونباخ و توسط نرم افزار SPSS، ۰/۷۸ محاسبه گردید، که ضرایب بدست آمده حاکی از آن بود پرسشنامه مذکور دارای اعتبار لازم می‌باشد. همچنین روائی آن نیز

توسط چند تن از کارشناسان و خبرگان مورد تأیید قرار گرفت. در ضمن جامعه آماری تحقیق را مدیران (عالی، میانی، اجرایی) و پرسنل بخش کنترل کیفیت و قسمت سالن‌های مونتاژ موتور تشکیل داده اند، که با

استفاده از جدول مورگان میزان نمونه آماری تحقیق برآورد گردید. شایان ذکر است برای آزمون فرضیه‌ها به ۲ دلیل از آزمون پارامتری استفاده گردید؛ ۱- پیروی میانگین‌های جامعه از توزیع نرمال ۲- بالا

پون نسبی حجم جامعه (بیش از ۳۰ نفر). آزمون‌های بکار رفته در این پژوهش عبارتند از: آزمون t یک نمونه‌ای، آنالیز واریانس یک عاملی و

تشویش و اضطراب کارگر، زائد شمردن رعایت مقررات ایمنی و بهداشتی، عدم رعایت نظم و ترتیب صحیح در کارگاه‌ها.

### ۲-۴-۴ عوامل روحی و روانی

عوامل روحی و روانی تأثیر زیادی بر عملکرد و کارایی کارکنان برجای می‌گذارد. بنابراین بایستی سعی شود این عوامل تا حد ممکن کاهش یافته و کنترل شود. در قسمت ذیل به‌برخی از این عوامل اشاره می‌شود:

### ۲-۴-۴-۱ استرس شغلی

استرس ناشی از شغل، استرسی است که فرد معین بر سر شغل معینی دستخوش آن می‌شود، در این تعریف چند نکته نهفته است: شخص شاغل تا چه اندازه از تجربه برخوردار است (کارآموده است یا تازه کار)، میزان قدرت و ضعف او در مقابله با شرایط موجود چقدر است، و چه نوع شخصیتی از خود در محیط کار نشان می‌دهد [۱]. اعتقاد بر این است که بیماری‌هایی مانند حساسیتها، سردردهای میگرنی، فشار خون، ناراحتیهای قلبی، زخمهای گوارشی با فشار هیجانی ارتباط دارند. برخی از عواملی که تأثیر زیادی در ایجاد استرس ناشی از کار دارند عبارتند از: شرایط کاری، تراکم کاری، ابهام نقش، تعارض شغلی، مسئولیت، روابط با مافوق، روابط با زیردستان، روابط با همکاران، عدم امنیت شغلی [۲۰].

### ۲-۴-۴-۲ خستگی ناشی از کار

خستگی ناشی از کار عبارتست از ضعف و ناتوانی در تمامی حرکات بدن بطوریکه این نوع خستگی در صنعت بصورت خستگی عضلانی (جسمی) و خستگی روحی (روانی) ظاهر میشود. خستگی چشمی، خستگی کل بدن، خستگی فکری، خستگی عصبی، خستگی مزمن، خستگی ناشی از بهم خوردن ریتم روز و شب که عوامل زیر را شامل می‌شود: کاهش توجه، کاهش دریافت، کاهش سرعت عملکرد فیزیکی و ذهنی، کاهش دقت و افزایش اشتباه، مصرف انرژی بالا جهت ثابت نگهداشتن راندمان، احساس خستگی، گیجی، و تحریک پذیری [۹].

### ۲-۴-۴-۳ اثرات نوبت کاری بر روی کارمندان

نوبت کاری باعث ایجاد اختلالاتی در چرخه طبیعی بدن می‌شود. نوبت کاری بر روی عملکرد دستگاه تولید مثلی، دستگاه گوارشی و قلب نیز تأثیراتی دارد بطوری که ریسک بیماری‌های قلبی در شب کاران حدوداً ۲ برابر افراد روز کار است. بسیاری از مردم برای انجام کارهای فیزیکی خود از یک دوره ۲۴ ساعته پیروی می‌کنند، که به این چرخه ۲۴ ساعته چرخه سیرکادین می‌گویند. چرخه سیرکادین با کنترل مواردی مانند خواب و بیداری، هضم غذا، ترشح آدرنالین، تنظیم حرارت بدن، فشار خون و نبض و بسیار علائم مهم دیگر در عملکرد و رفتار انسان اثر می‌گذارد [۱۷].

### ۲-۴-۵ آموزش ایمنی، اعلانات و پوسترها

آموزش ایمنی تلاش گسترده‌ای است برای آشنا ساختن افراد به‌نوع کار، دانش لازم و مهارت‌های فرد جهت انجام کار ایمن و بدون حادثه که دربرگیرنده سه موضوع است:



جدول (۵): نتایج آزمون t یک نمونه ای برای سوالات پرسشنامه

Sig	t	میانگین	سطح آزمون	سوالات
.000	16.077	4.1667	۳	۱- روشنایی
.001	3.498	3.4035	۳	۲- سروصدا
.585	-.548	2.9298	۳	۳- تهویه
.000	11.712	4.0263	۳	۴- رنگ
.000	8.471	3.9211	۳	۵- مواد شیمیایی مضر
.000	12.228	4.0789	۳	۶- ارتعاشات
.000	15.765	4.2807	۳	۷- حریق
.837	.206	3.0263	۳	۸- ارتفاع دستگاهها
.000	7.113	3.6930	۳	۹- جابجایی بار
.000	8.547	3.9035	۳	۱۰- فضای حرکتی
.000	14.567	4.1842	۳	۱۱- چیدمان ابزار آلات
.000	13.100	4.0614	۳	۱۲- ایمنی دستگاهها و ابزار
.670	.427	3.0526	۳	۱۳- عوامل روحی و روانی
.000	8.575	3.8860	۳	۱۴- آموزشهای کاری

جدول (۶): نتایج آنالیز واریانس برای هرکدام از فرضیات

Sig	F	MSE	MSTr	SST	SSE	SSTr	فرضیات
.000	13.676	7.202	98.497	1087.754	792.263	295.491	عوامل محیطی
.001	5.806	5.303	30.790	675.754	583.384	92.370	عوامل فیزیکی
.239	1.425	.740	1.054	84.570	81.407	3.163	وسایل حفاظتی
.003	4.921	1.568	7.718	195.684	172.530	23.155	مسائل روحی و روانی
.119	1.992	1.186	2.362	137.518	130.430	7.087	آموزشهای کاری

(مدیران عالی، مدیران میانی، مدیران عملیاتی و پرسنل) با درجه اطمینان ۹۵٪ اختلاف معناداری مشاهده می‌شود. همچنین در جدول مقایسات چندگانه، که نتایج آزمون توکی را در آن مشاهده می‌شود، سطوح مختلف، بصورت چندگانه و در تقابل با یکدیگر مقایسه شده و می‌توان دریافت که اگر اختلافی بین میانگین تیمارها وجود دارد، این اختلاف مربوط به کدامیک از تیمارها می‌باشد. نتایج حاصل از جدول مقایسات چندگانه در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۷): نتایج آزمون مقایسات چندگانه (توکی) برای هرکدام از فرضیات

Sig	تفاوت میانگین	مقایسه سطوح		عوامل موثر
.527	-1.0466	مدیران اجرایی	پرسنل	عوامل محیطی
.000	-5.7609(*)	مدیران میانی		
.000	-7.0942(*)	مدیران عالی		
.815	-.5823	مدیران اجرایی	پرسنل	عوامل فیزیکی
.012	-3.3109(*)	مدیران میانی		
.027	-3.8442(*)	مدیران عالی		
.874	.1863	مدیران اجرایی	پرسنل	وسایل حفاظتی
.497	-.5565	مدیران میانی		
.606	-.6232	مدیران عالی		
.286	-.6413	مدیران اجرایی	پرسنل	مسائل روحی و روانی
.042	-1.5413(*)	مدیران میانی		
.072	-1.8080	مدیران عالی		
.492	-.4425	مدیران اجرایی	پرسنل	آموزشهای کاری
.352	-.8283	مدیران میانی		
.502	-.8949	مدیران عالی		

سرطانزا بودن مواد مورد استفاده در دیگ دیزل و واش ماشین سالن ۲ (استفاده از تری کلرید اتیلن)؛ متناسب نبودن تهویه و همچنین قرار گرفتن دیگ دیزل در کنار سالن غذا خوری

ارزیابی وضعیت محل های کاری در سالن های مونتاز:

وجود عوارض فیزیکی از قبیل پادرد و کمردرد و درد چشم در سالن های مونتاز بدلیل نامناسب بودن کف ایستگاه کاری؛ نامناسب بودن کف قسمت تعمیرات سالن ۲ با توجه اینکه امکان ریخته شدن روغن بر روی کف سالن وجود دارد و همچنین بتن موجود قابلیت شستشو و چربی زدایی را ندارد؛ متناسب نبودن ارتفاع محل کار در ایستگاه قرار دادن بوش داخل سیلندر در سالن ۲ و عدم قرار دادن پالت برای کاهش ارتفاع و تسلط اپراتور نسبت به کار؛ رعایت نشدن تناسب قد در برخی از ایستگاههای کاری سالن مونتاز؛ پر نکردن شکاف بین دو بتن قالب گیری شده کف سالن مونتاز که سبب ایجاد سروصدا در هنگام رفت و آمد لیفتراک و ناراحتی اپراتورها می گردد.

ارزیابی وضعیت از نظر سیستم و وسایل حفاظتی در سالن های مونتاز:

متناسب نبودن سیستم توزیع لباس و دستکش در بین اپراتورها به تناسب نوع کار؛ نبود جعبه کمک های اولیه در سالن های مونتاز بطوری که اگر حادثه ای برای اپراتور اتفاق بیفتد اپراتور بایستی حتماً به امور پدر مراجعه نماید؛ نبود صندلی و یا جای خاصی در هنگام بیکاری اپراتور که منجر به خارج شدن، اجتماع کردن، یا دراز کشیدن بر روی کارتن هایی روی کف سالن می شود.

ارزیابی وضعیت از نظر سیستم ایمنی در سالن های مونتاز:

نبود حفاظ مناسب جهت جلوگیری از سقوط سر سیلندر در ایستگاه واش دیزل سالن ۲؛ استفاده از تلفن همراه در حین انجام کار؛ بازرسی نشدن شیلنگ آچارهای بادی و دستگاه های باد و عدم تعویض آنها پس از پایان عمر مفید و همینطور قرار ندادن سیم حمایت کننده برای این آچارها که به مرور زمان سبب خارج شدن شیلنگ ها می شود؛ سرعت غیر مجاز لیفتراک در سالن ۲ مونتاز؛ نامناسب بودن نحوه جابجایی روغن موتورهای L4 (موتورهای ۱۶ سوپاپ) در سالن ۲ مونتاز که سبب ریختن روغن روی کف سالن می شود؛ عبور و مرور کارگران خطوط مونتاز از روی کانوایر جهت کوتاه نمودن مسیر حرکت.

ارزیابی وضعیت از نظر مسائل روحی و روانی:

عدم وجود ارتباط مناسب بین مافوق و زیردست در محیط کار، احساس عدم امنیت شغلی خصوصاً برای کارکنان شرکت های پیمانکاری شاغل، وجود برخی تبعیضات در محیط کار، وجود استرس زیاد در حین انجام کار.

ارزیابی وضعیت از نظر مسائل آموزشی در سالن های مونتاز:

انجام نشدن آموزش ایمنی و بهداشت و حفاظت فردی و کمکهای اولیه برای از تعدادی کارکنان، خصوصاً کارکنانی که از طریق شرکت های پیمانکاری مشغول بکار شده اند.

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می گردد، Sig پرسنل به Sig مدیران اجرائی بسیار نزدیک می باشد در حالیکه نسبت به Sig مدیران میانی و Sig مدیران عالی چنین نمی باشد و دارای وابستگی بسیار کمی نسبت به آنان می باشد. این نکته نشانگر آن است که پرسنل و مدیران عملیاتی نظر متفاوتی نسبت به مدیران میانی و عالی در مورد وضعیت سیستم ارگونومی محیط کار دارند.

## ۵- بحث و تفسیر نتایج پژوهش

در این پژوهش هدف بررسی ویژگیهای سیستم ارگونومی محیط در پاسخگویی به نیازهای مدیران و کارکنان می باشد. همانطور که مشاهده گردید سطوح مدیریت و کارکنان معتقد بودند که عوامل محیطی، عوامل فیزیکی، مسائل حفاظتی و مسائل آموزشی در حد مطلوب می باشند و تنها مسائل روحی و روانی در حد نامطلوب می باشد. اما با تحلیل تک تک متغیرها مشخص گردید که در مورد عوامل محیطی، تهویه و در مورد عوامل فیزیکی ارتفاع دستگاهها در حد نامطلوب می باشد. همچنین طبق تحلیل واریانس انجام گرفته، مشاهده گردید که در برخی موارد بین نظریات هر سه سطح مدیریت با پرسنل، اختلافات فاحشی در مورد وضعیت سیستم ارگونومی وجود دارد. هرچه از سمت مدیران عالی به سمت پایین و مدیران میانی و بعد مدیران عملیاتی و نهایتاً پرسنل حرکت می شود، این اختلافات افزایش می یابد. بطوریکه مدیران عالی معتقدند که وضعیت کنونی محیط کار مناسب می باشد، در حالیکه پرسنل، بر خلاف مدیران عالی، معتقدند وضعیت کنونی در برخی موارد نامناسب بوده و پاسخگوی نیاز آنان نمی باشد.

در این راستا پس از تجزیه و تحلیل نظرات و اثبات این موضوع که سیستم ارگونومی در برخی از موارد پاسخگوی نیازهای کارکنان نمی باشد اقدام به بررسی کاربردی و مشکل یابی سیستم ارگونومی محیط کار گردید پس از بررسی و مورد کاوی مشکلات شناسایی گردید که به برخی از آنها بشرح ذیل اشاره می گردد:

ارزیابی سرو صدا در سالن های مونتاز:

غیر مجاز و خطرناک بودن سروصدا در قسمت واش ماشین و هات تست سالن ۲.

ارزیابی وضعیت تهویه در سالن های مونتاز:

نامناسب بودن سیستم تهویه و سیستم خنک کننده در قسمت حک کردن شماره موتور سالن ۲ بدلیل مجاورت با هات تست و واش دیزل و تردد لیفتراک؛ استفاده نکردن از تهویه طبیعی توسط پنجره؛ مناسب نبودن سیستم تهویه و خنک کننده حمام و رختکن سالن های مونتاز؛ نصب وسایل سرمایشی در نقاطی خاص در سالن ۳ که سبب می شود نقاط نزدیک بسیار خنک و نقاط دور بسیار گرم باشد و بالعکس مشکلات گرمایشی در زمستان نیز بهمین منوال می باشد؛ مناسب نبودن تهویه ایستگاه هات تست سالن ۲ بدلیل تست همزمان چندین موتور که سبب می شود هوا در ایستگاه مربوطه و ایستگاههای مجاور نامطلوب می باشد.

ارزیابی عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار:



## ۶- پیشنهادات

با توجه به حیطه گسترده دانش ارگونومی و با اعمال نظر بر این دیدگاه که این علم گستره وسیعی از سیستم‌های صنعتی، یعنی محیط کار، انسان و ماشین آلات را مورد توجه قرار می‌دهد، می‌توان گفت که یکی از مهمترین راه‌های توجه به انسان و چگونگی عملکرد صحیح و برتر او، آگاهی از اصول ارگونومی و کاربرد آن اصول در طراحی پست‌های کاری است بنابراین برای تحقق این مهم می‌توان توصیه‌هایی را به دست‌اندرکاران تولید، مدیران، برنامه‌ریزان و مسئولین محیط‌های صنعتی ارائه نمود، که در زیر به بخش کوچکی از آن‌ها اشاره می‌شود:

بایستی بخش استخدام نیروی انسانی هنگام جذب، گزینه‌هایی مانند ویژگی‌های فردی، قابلیت‌ها، نوع شغل و شرایطی که شغل انجام می‌پذیرد را مدنظر قرار دهد.

بایستی از شرکتهای سازنده ماشین آلات، تجهیزات و ابزار خواسته شود تا زمان طراحی محصول خود، داده‌های آنتروپومتری، اصول مهندسی فاکتورهای انسانی، ساختار آناتومی و فیزیولوژی کارکنان را در نظر بگیرند.

بایستی پست‌های کاری، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته تا نوع حوادث احتمالی، علل آن و زیان‌های اقتصادی ناشی از آن در دراز مدت مشخص و محاسبه گردد.

بایستی دستورالعمل‌ها و توصیه‌نامه‌های شغلی برای افراد شاغل در سیستم تنظیم و در اختیار آنان قرار گیرد.

بایستی مفاهیم ارگونومی و مزایای آن به مدیران و کارکنان خصوصاً افراد جدیدی که جذب سیستم می‌شوند، آموزش داده شوند.

بایستی کل سازمان از لحاظ وضعیت سیستم ارگونومی محیط بصورت دوره ای و مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد.

بایستی اصول مدیریت اقتضایی بکار گرفته شود تا بتوان، رضایت کارکنان در حین انجام کار را بیش از پیش جلب نمود.

بایستی جهت بهبود آنی شرایط، مشکلاتی را که زمان و هزینه کمتری ایجاد می‌کند در اولویت قرار داده و سریعاً نسبت به اصلاح آن‌ها اقدام نمود و مواردی که زمان و هزینه بیشتری ایجاد می‌کند را به مرور زمان اصلاح نمود.

## ۷- منابع و ماخذ

- [۵] چوبینه، علیرضا؛ شیوه‌های ارزیابی پوسچر در ارگونومی شغلی؛ انتشارات فن آوران؛ چاپ اول؛ همدان؛ ۱۳۸۳.
- [۶] دمیستر، ویرا: ارگونومی برای مبتدیان، ترجمه علی پور قاسمی، چاپ سوم، نشر مرکز، تهران. ۱۳۸۷.
- [۷] رضاییان، علی: مبانی سازمان مدیریت، انتشارات سمت، تهران. ۱۳۸۶.
- [۸] شرعی، زهره: بررسی رابطه بین سطح ارگونومی و کیفیت ارائه خدمات در شعب بانک کشاورزی شهرستان بیرجند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان بلوچستان. ۱۳۸۵.
- [۹] شهبازی، کیوان؛ پروژه بررسی ارگونومی سالن رنگ؛ ایرن خودرو؛ ۱۳۸۴.
- [۱۰] معلم، عباس؛ ارگونومی؛ انتشارات دبای تصویر؛ چاپ هفتم؛ تهران؛ ۱۳۸۲.
- [۱۱] شهریار احمدی، منصوره، روانشناسی عوامل انسانی (ارگونومی) انتشارات زریاب اصل، تهران. ۱۳۸۶.
- [۱۲] صادقی نائینی، حسن. اصول ارگونومی در طراحی سیستم‌های حمل دستی کالا، انتشارات آسانا، تهران. ۱۳۷۹.
- [۱۳] صمدی، صادق: اصول ارگونومی، انتشارات چهر، تهران. ۱۳۸۵.
- [۱۴] صدرا ابرقویی، ناصر، حسن حسینی نسب: آنتروپومتری ایستاتیک در ایران، کنفرانس بین المللی ارگونومی. ۱۳۸۸.
- [۱۵] فتوحی اردکانی، اکبر؛ «SPSS 10»؛ انتشارات کتاب پایتخت؛ چاپ پنجم؛ تهران؛ ۱۳۸۴.
- [۱۶] فروند، جان؛ آمار ریاضی؛ نشر دانشگاهی؛ چاپ پنجم؛ تهران؛ ۱۳۸۲.
- [۱۷] کحال زاده، عباس؛ ارزیابی کار و زمان؛ مرکز نشر دانشگاهی؛ چاپ چارم؛ تهران؛ ۱۳۷۲.
- [۱۸] ولی پور، فیروز، علی خوانین، غلامحسین پور تقی، مرتضی ایزدی، مهناز مذهبایی: اندازه‌گیری ظرفیت کار فیزیکی پرسنل دانشگاه بقیه الله (عج) در شرایط آب و هوایی آزمایشگاهی نرمال و خیلی گرم و مرطوب، نخستین کنفرانس بین المللی ارگونومی. ۱۳۸۸.
- [19] Kashyap, Nupur, and Sinha, Sanjeev (2008): Selection of Critical Stress Factors for Enhanced Productivity through Interpretive Structural Modeling (ISM) Approach.
- [20] Cardon, M.S. & Stevens, C.E. (2004). Managing Human Resources in Small Organizations: What do we know?
- [21] Akbari ME, Naghavi M, Soori H. Epidemiology of deaths from injuries in iran, 2004 Critical Stress Factors for Enhanced Productivity through Interpretive Structural.

[۱] آر راس، راندال: استرس شغلی، ترجمه خواجه پور، چاپ اول، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، تهران. ۱۳۷۷.

[۲] امینی، علیرضا: یک تحقیق علی و معلولی در باره عوامل میکرو و ماکرو ارگونومیک در فاجعه بوپال. کنفرانس بین المللی ارگونومی. ۱۳۸۸.

[۳] پرنده، زهرا: گروه علمی تحقیقاتی نفت تایمز: <http://www.naftimes.com/articles/category/safety-inspection>. ۱۳۸۹.

[۴] جزء کنعانی، معصومه، باقر مرتضوی، علی خوانین، حسن اصیلیان: ارگونومی، ایمنی و بهره‌وری، نخستین کنفرانس بین المللی ارگونومی. ۱۳۸۸.