

مروری بر مدل سازی تعامل فاکتورهای ارگونومیک و تمرینات اصلاحی در کاهش آسیب های مزمن اندام فوقانی در پاک کردن و فیله کردن ماهی

علیرضا مبرهن فرد^۱ *

^۱ گروه شیلات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول Email: alireza.mobarhan@iaau.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: مشاغل مرتبط با صنایع شیلاتی، به ویژه فرآیندهای پاک کردن و فیله کردن ماهی، به دلیل حرکات تکراری، وضعیت های ثابت و فشارهای موضعی مکرر، با شیوع بالای آسیب های مزمن اندام فوقانی مواجه اند. هدف این مطالعه مروری، بررسی و مدل سازی تعامل بین فاکتورهای ارگونومیک محیط کار و مداخلات مبتنی بر تمرینات اصلاحی به منظور کاهش این آسیب ها است.

روش بررسی: این مقاله با رویکرد مروری-تحلیلی و با جستجوی کلیدواژه های مرتبط در پایگاه های PubMed، Scopus، Web of Science و SID تا سال ۲۰۲۴، مطالعات مرتبط با ارگونومی صنعتی، آسیب های اندام فوقانی، و اثر تمرینات اصلاحی در مشاغل تکراری را تحلیل و دسته بندی نموده است. همچنین، مدل های مفهومی تعامل بین عوامل فیزیکی محیط کار و مداخلات تمرینی بررسی شده اند.

یافته ها: یافته ها نشان می دهد که طراحی ارگونومیک ایستگاه کاری (ارتفاع میز، ابزارهای دستی، زمان بندی کار-استراحت) نقش بسزایی در کاهش فشار بر اندام فوقانی دارد. در کنار آن، تمرینات اصلاحی متمرکز بر تقویت عضلات گردن، شانه، ساعد و افزایش دامنه حرکتی مفاصل، می تواند بهبود معناداری در کاهش درد، پیشگیری از آسیب های تاندونی و افزایش کارایی عضلانی ایجاد کند. بررسی ها همچنین حاکی از آن است که ادغام این دو رویکرد، اثربخشی بیشتری نسبت به اجرای مستقل هر یک دارد.

نتیجه گیری: هم افزایی بین بهینه سازی ارگونومیک محیط کار و اجرای برنامه های تمرینی اصلاحی، می تواند مدلی کارآمد برای پیشگیری و کاهش آسیب های مزمن اندام فوقانی در کارگران صنایع شیلاتی باشد. پژوهش های آینده می بایست بر طراحی مدل های بومی سازی شده و ارزیابی بالینی این مداخلات تمرکز نمایند.

واژه های کلیدی: ارگونومی صنعتی، تمرینات اصلاحی، آسیب اندام فوقانی، فیله کردن ماهی، مدل سازی تعامل.

صنایع شیلاتی، به‌ویژه در بخش‌های فرآوری، پاک‌کردن و فیله‌کردن ماهی، یکی از مهم‌ترین زیرشاخه‌های صنایع غذایی در بسیاری از کشورها به‌شمار می‌رود. این صنایع، با به‌کارگیری نیروی انسانی گسترده در فرآیندهای تکراری و فیزیکی، سهم عمده‌ای در اشتغال‌زایی در نواحی ساحلی و روستایی دارند. با این حال، ماهیت کاری فیزیکی و پیوسته در این بخش‌ها، افراد شاغل را در معرض خطرات اسکلتی-عضلانی متعدد به‌ویژه در اندام فوقانی قرار می‌دهد [۶]. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که شیوع بالایی از درد و آسیب در نواحی گردن، شانه، آرنج و مچ در میان کارگران صنعت شیلات وجود دارد که اغلب به‌دلیل عوامل ارگونومیک ضعیف و فقدان برنامه‌های پیشگیرانه است [۸،۲].

وضعیت بدنی نادرست، حرکات تکراری، ایستادن یا نشستن‌های طولانی‌مدت، استفاده از ابزارهای دستی نامناسب و نبود تناوب مناسب بین کار و استراحت، از جمله عوامل کلیدی مؤثر بر بروز آسیب‌های مزمن اندام فوقانی هستند [۴]. از سوی دیگر، نبود آموزش و آگاهی کافی درباره اهمیت ملاحظات ارگونومیک، همچنین فشار اقتصادی کارفرمایان برای افزایش بهره‌وری، موجب می‌شود که سلامت نیروی کار در اولویت پایین‌تری قرار گیرد. این در حالی است که کاهش آسیب‌های شغلی نه‌تنها سلامت کارکنان را حفظ می‌کند، بلکه بهره‌وری و کیفیت محصول نهایی را نیز بهبود می‌بخشد [۳].

در سال‌های اخیر، دو رویکرد اساسی به‌عنوان راهبردهای پیشگیرانه برای کاهش آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در محیط‌های کاری مطرح شده‌اند: **بهینه‌سازی ارگونومیک ایستگاه کاری و اجرای برنامه‌های تمرینات اصلاحی**. رویکرد اول با تمرکز بر طراحی ایستگاه‌های کار، تنظیم ارتفاع میزها و ابزارها، و مدیریت زمان کاری، تلاش دارد تا فشارهای فیزیکی وارده به اندام‌ها را کاهش دهد [۱۲]. رویکرد دوم با هدف تقویت عضلات درگیر، افزایش انعطاف‌پذیری، و اصلاح الگوهای حرکتی، با ارائه تمرینات اختصاصی برای کارگران، می‌کوشد تا ساختار اسکلتی-عضلانی افراد را در برابر فشارهای شغلی مقاوم‌تر سازد [۹].

با وجود اثربخشی هر یک از این رویکردها به‌صورت مستقل، مطالعات جدیدتر نشان می‌دهند که **ترکیب این دو راهبرد**، نتایج به مراتب مؤثرتری در کاهش درد، پیشگیری از آسیب و افزایش رضایت شغلی دارد [۱۰،۱۱]. به بیان دیگر، هم‌افزایی حاصل از ارتقاء محیط کار از نظر ارگونومی و تقویت عملکرد بدنی فردی، می‌تواند یک مدل مداخله‌ای جامع و پایدار برای صنایع فیزیکی و پرریسک مانند شیلات فراهم سازد. با این حال، مرور ادبیات علمی نشان می‌دهد که هنوز شکاف‌های متعددی در زمینه یکپارچه‌سازی این دو رویکرد، به‌ویژه در حوزه صنایع شیلاتی وجود دارد و پژوهش‌های نظام‌مند اندکی به بررسی تعامل این عوامل پرداخته‌اند [۱].

با توجه به اهمیت روزافزون سلامت شغلی و نیاز به توسعه مداخلات کاربردی و بومی، ضروری است که پژوهش‌هایی با رویکرد میان‌رشته‌ای و تلفیقی، به تحلیل دقیق‌تر رابطه بین محیط فیزیکی کار و توانمندسازی جسمی کارکنان بپردازند. همچنین، مدل‌سازی این تعاملات می‌تواند به سیاست‌گذاران، مدیران صنایع غذایی

و مربیان فعالیت بدنی کمک کند تا راهبردهای اثربخشی را در راستای پیشگیری از آسیب، کاهش هزینه‌های درمانی و ارتقاء بهره‌وری طراحی و پیاده‌سازی کنند.

از این‌رو، هدف مقاله حاضر، بررسی و مدل‌سازی تعامل بین ارگونومی محیط کار و تمرینات اصلاحی در پیشگیری از آسیب‌های مزمن اندام فوقانی در کارگران صنایع شیلاتی است. بدین منظور، مطالعات مرتبط در حوزه‌های تربیت بدنی، فیزیوتراپی، طب کار و ارگونومی صنعتی گردآوری و تحلیل شده‌اند تا چارچوبی علمی برای مداخلات چندسطحی و تلفیقی فراهم آید.

مواد و روش‌ها

این مقاله، یک مطالعه مروری نظام‌مند با رویکرد میان‌رشته‌ای در حوزه ارگونومی شغلی و تمرینات اصلاحی در محیط‌های کاری صنایع شیلاتی است. هدف اصلی این بخش، شناسایی، انتخاب، تحلیل و تلفیق نتایج مطالعات منتشرشده در راستای مدل‌سازی رابطه بین طراحی ارگونومیک محیط کار و اجرای تمرینات اصلاحی در پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی در کارگران شیلاتی است.

۱. راهبرد جستجوی مقالات

فرآیند جستجو در سه پایگاه معتبر علمی شامل PubMed، Scopus و Web of Science و همچنین پایگاه‌های داخلی مانند SID و Magiran برای شناسایی منابع فارسی انجام شد. واژگان کلیدی مورد استفاده در جستجو شامل ترکیباتی از موارد زیر بود:

- "Work-related musculoskeletal disorders"
- "Upper limb injuries"
- "Corrective exercises"
- "Occupational ergonomics"
- "Fish processing industry"
- "Physical activity interventions"
- "شیلات"، "ارگونومی"، "تمرینات اصلاحی"، "پیشگیری از آسیب شغلی"

عملیات جستجو برای بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۴ صورت گرفت. نتایج اولیه شامل ۳۷۶ مقاله بود که پس از غربال‌گری، تعداد ۵۴ مقاله واجد شرایط برای تحلیل نهایی انتخاب شدند.

۲. معیارهای ورود و خروج

مقالات واردشده به مطالعه باید ویژگی‌های زیر را دارا می‌بودند:

- بررسی نقش ارگونومی یا تمرینات اصلاحی در پیشگیری یا کاهش آسیب‌های اندام فوقانی.
- انتشار در مجلات دارای داوری علمی.

- زبان مقاله انگلیسی یا فارسی.
- ارتباط مستقیم با صنایع شیلات یا صنایع مشابه با شرایط کاری تکراری و ایستگاهی.

مقالاتی که صرفاً به آسیب‌های اندام تحتانی یا جمعیت‌های غیرشاغل (مثلاً ورزشکاران حرفه‌ای یا بیماران کلینیکی) می‌پرداختند، حذف شدند.

۳. روش تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل محتوای مطالعات، از روش ترکیبی کیفی-کمی استفاده شد. ابتدا مقالات بر اساس محورهای موضوعی دسته‌بندی شدند و سپس با استفاده از ماتریس تطبیقی، نتایج کلیدی، نقاط اشتراک و تفاوت‌ها استخراج شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار EndNote برای مدیریت منابع و حذف مقالات تکراری اقدام شد. ارزیابی کیفیت مقالات با ابزار CASP انجام گرفت.

۴. چارچوب دسته‌بندی مطالعات

جهت تحلیل ساختاری منابع، مطالعات در سه محور کلی دسته‌بندی شدند:

جدول ۱. تحلیل ساختاری منابع مورد بررسی

ردیف	محور تحلیلی	دامنه موضوعی	تعداد منابع
۱	ارگونومی محیط کار	طراحی ایستگاه، ابزار، شرایط نوری، دما	۲۱
۲	تمرینات اصلاحی و ورزشی	کشش، تقویت عضلات، اصلاح پوسچر	۱۸
۳	مداخلات تلفیقی و مدلسازی	ترکیب ارگونومی و ورزش، برنامه‌ریزی جامع	۱۵

این چارچوب به نگارندگان امکان داد تا در بخش‌های تحلیل و نتیجه‌گیری، به بررسی هم‌افزایی احتمالی میان راهبردهای ارگونومیک و مداخلات تمرینی بپردازند و زمینه‌ساز ارائه مدل پیشنهادی شوند.

در این بخش، نتایج مطالعات مورد بررسی در راستای بررسی نقش ارگونومی شغلی و تمرینات اصلاحی در کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی در کارکنان صنایع شیلاتی ارائه می‌شود. داده‌های استخراج‌شده از ۵۴ مطالعه منتخب، به سه دسته کلان شامل: (۱) ارگونومی محیط کار، (۲) تمرینات اصلاحی، و (۳) مداخلات ترکیبی تقسیم شدند. تحلیل حاضر هم‌زمان به بررسی کیفی-کمی شواهد پرداخته و ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف هر رویکرد، امکان ارائه پیشنهاد‌های کاربردی در بخش بحث را فراهم می‌سازد.

۱. نقش ارگونومی محیط کار در پیشگیری از آسیب‌های اندام فوقانی

مطالعات نشان داده‌اند که طراحی غیراصولی ایستگاه کاری، ابزارهای دستی نامناسب و نبود چرخه‌های استراحت کافی، مهم‌ترین عوامل بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در محیط‌های شیلاتی هستند. در بیش از ۷۰٪ مقالات، ارتباط معنادار آماری بین طراحی ارگونومیک و کاهش درد شانه، گردن و مچ گزارش شده است. در جدول ۲، نمونه‌ای از نتایج کلیدی مطالعات مربوط به ارگونومی محیط کار خلاصه شده است:

جدول ۲. مطالعات منتخب با محور ارگونومی محیط کار در صنایع شیلاتی

نتایج کلیدی	مؤلفه ارگونومیک بررسی شده	کشور	نوع مطالعه	نویسنده (سال)
کاهش ۲۳٪ درد شانه پس از تنظیم ارتفاع	ارتفاع ایستگاه کاری	کره جنوبی	میدانی	Lee et al. (2021)
کاهش ۳۵٪ فشار وارده بر مچ	ابزارهای دستی مناسب	مالزی	مقطعی	Ahmad et al. (2018)
بهبود راستای گردن و کاهش دردهای گردنی	صندلی و جایگاه نشستن	ایران	مداخله‌ای	ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۰)

بررسی‌ها نشان می‌دهند که در بسیاری از کارگاه‌های شیلاتی، اصول پایه ارگونومی نظیر تغییر وضعیت ایستگاه‌ها، استفاده از پستی مناسب، استراحت فعال، و تعدیل دمای محیط رعایت نمی‌شود. مطالعات داخلی و خارجی به‌طور مکرر بر تأثیر این نارسایی‌ها در افزایش شیوع دردهای اندام فوقانی تأکید کرده‌اند.

۲. تأثیر تمرینات اصلاحی بر پیشگیری و بهبود آسیب‌ها

بیش از ۱۸ مطالعه به‌صورت مستقیم به بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی با محور کشش عضلات گردن، پشت، شانه و دست پرداخته‌اند. تمرینات طراحی شده در این مطالعات غالباً شامل تمرینات انعطاف‌پذیری، تمرینات قدرتی کم‌شدت، تمرینات وضعیتی (postural) و تمرینات هماهنگی عصبی-عضلانی بوده‌اند.

اکثر پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که اجرای ۶ تا ۱۲ هفته برنامه تمرینی، روزانه ۱۵ تا ۳۰ دقیقه، تأثیر معناداری در کاهش درد و بهبود دامنه حرکتی ایجاد کرده است. همچنین مطالعاتی که تمرینات اصلاحی را در محیط کار و تحت نظارت ارائه دادند، نسبت به مطالعاتی که مداخلات را به‌صورت عمومی توصیه کردند، نتایج مؤثرتری داشتند.

جدول ۳. تمرینات اصلاحی مؤثر در کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی کارکنان صنایع شیلاتی

نتیجه	پیامدهای اندازه‌گیری‌شده	مدت مداخله	نوع تمرین اصلاحی	مطالعه
کاهش درد ۴۵٪	VAS، دامنه حرکتی گردن	۸ هفته	کشش گردن و شانه	Silva et al. (2019)
کاهش فعالیت عضلانی نامتقارن	EMG عضلات شانه و درد مچ دست	۶ هفته	تمرینات وضعیتی و تقویتی	بهرامی و همکاران (۱۳۹۸)
افزایش کیفیت زندگی کاری	SF-36، مقیاس عملکرد روزانه	۱۲ هفته	تمرینات اصلاحی ترکیبی	Jensen et al. (2022)

نکته مهم آن است که تمرینات موفق، همگی بر پایه اصل تداوم، تناسب با وضعیت شغلی فرد و انجام در محیط کاری یا زمان کاری طراحی شده بودند.

۳. مداخلات ترکیبی: تلفیق ارگونومی و تمرینات اصلاحی

۱۵ مطالعه در این حیطه قرار دارند. این مطالعات گزارش داده‌اند که اثر مداخلات ترکیبی (آموزش ارگونومی + تمرینات اصلاحی) از هریک از روش‌ها به‌تنهایی بیشتر است. برخی مطالعات تلفیقی از مدل‌های رفتاری-شناختی برای آموزش خودمدیریتی درد نیز استفاده کردند. این مدل‌ها به بهبود پذیرش کارکنان و اثربخشی بیشتر مداخلات کمک کرده‌اند.

به‌طور میانگین، کاهش درد بین ۴۰ تا ۶۰ درصد و بهبود عملکرد عضلات در تست‌های عملی گزارش شده است. در این مطالعات، اغلب از رویکرد چندبخشی شامل ارزیابی ارگونومیک محیط، طراحی تمرینات شخصی‌سازی‌شده، جلسات آموزشی، و پیگیری مداوم استفاده شده بود.

جمع‌بندی یافته‌ها

نتایج نشان داد که:

- بیشترین تأثیرگذاری بر کاهش درد و آسیب‌های اندام فوقانی در مداخلات ترکیبی مشاهده شده است.
- تمرینات اصلاحی در صورت تداوم و انجام زیر نظر مربی یا فیزیوتراپیست، تأثیر قابل توجهی دارند.
- رعایت اصول ارگونومی محیط کار به‌تنهایی می‌تواند تا ۲۵٪ دردهای ناحیه شانه را کاهش دهد.
- منابع داخلی عمدتاً به تمرکز روی تمرینات اصلاحی بدون بررسی ارگونومی پرداخته‌اند، در حالی که منابع بین‌المللی اغلب نگاهی ترکیبی دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مقاله مروری نشان می‌دهد که اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی در میان کارکنان صنایع شیلاتی، یک چالش جدی و پرهزینه برای سلامت جسمی و بهره‌وری کاری به‌شمار می‌آید. تحلیل ساختاری مطالعات نشان داد که سه رویکرد اصلی شامل بهبود ارگونومی محیط کار، اجرای تمرینات اصلاحی و تلفیق این دو، به‌عنوان مؤثرترین مداخلات شناسایی شده‌اند. در این بخش، با استناد به شواهد معتبر، به بررسی عمیق‌تر این رویکردها و نیز محدودیت‌ها و چشم‌اندازهای آینده می‌پردازیم.

۱. اهمیت ارگونومی محیط کار در کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که طراحی غیر اصولی ایستگاه کاری، استفاده مکرر از ابزارهای دستی سنگین یا نامتناسب، ایستادن یا نشستن در وضعیت‌های نامناسب به‌مدت طولانی و نبود دوره‌های استراحت مناسب، از مهم‌ترین عوامل بروز آسیب‌های اندام فوقانی هستند (Lee et al., 2021; Nasarwanji & Davis, 2017). میان کارکنان صنایع شیلاتی، که اغلب در محیط‌هایی با رطوبت بالا، دمای پایین، و چرخه‌های کاری تکراری فعالیت دارند، رعایت اصول ارگونومی از اهمیت مضاعفی برخوردار است.

یافته‌های این مرور نشان داد که بیش از ۷۰٪ مطالعاتی که به ارزیابی ارگونومی پرداختند، به بهبود وضعیت بدنی و کاهش درد گردن و شانه با اصلاحاتی ساده چون تنظیم ارتفاع میز کار یا استفاده از ابزارهای دستی ارگونومیک اشاره داشتند (Ahmad et al., 2018). این یافته‌ها با نتایج مطالعات مشابه در مشاغل صنعتی مانند کشاورزی و صنعت بسته‌بندی همخوانی دارد (Driessen et al., 2010).

بااین‌حال، محدودیت مهمی که در اغلب مطالعات مشاهده شد، فقدان مداخلات طولانی‌مدت و ارزیابی‌های پیگیرانه است؛ به عبارت دیگر، اغلب مداخلات ارگونومیک در قالب پروژه‌های کوتاه‌مدت اجرا شده‌اند که ممکن است پایایی اثرات آن‌ها را کاهش دهد.

۲. تمرینات اصلاحی: ابزار مکمل و مؤثر در ارتقاء سلامت اندام فوقانی

تمرینات اصلاحی به‌ویژه تمرینات کششی، قدرتی با شدت پایین و تمرینات وضعیتی، نقش قابل‌توجهی در بهبود عملکرد عضلات گردن، شانه و مچ در کارکنان شیلاتی ایفا کرده‌اند. در پژوهش‌های موردبررسی، تأکید شده که تمرینات در صورتی که شخصی‌سازی شده، پیوسته و همراه با نظارت تخصصی طراحی شوند، اثرات چشمگیری بر بهبود درد و دامنه حرکتی دارند (Silva et al., 2019; Jensen et al., 2022).

مطالعات داخلی نیز این یافته‌ها را تأیید می‌کنند. به‌عنوان نمونه، بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که اجرای شش هفته تمرینات اصلاحی در میان کارکنان کارخانه فرآوری ماهی، منجر به کاهش فعالیت عضلانی غیرطبیعی در ناحیه شانه و افزایش کیفیت زندگی کاری شد.

در کنار این مزایا، چالش‌هایی مانند پذیرش پایین کارکنان برای انجام تمرینات منظم، نبود فضای مناسب در محل کار، و کمبود متخصصان فیزیوتراپی یا تربیت‌بدنی در صنایع شیلاتی، موانعی برای اثربخشی کامل این مداخلات محسوب می‌شوند. (Blangsted et al., 2008)

۳. مداخلات ترکیبی: راهکار طلایی برای مدیریت چندجانبه اختلالات عضلانی

تحلیل نتایج مطالعات تلفیقی که به بررسی هم‌زمان اصلاحات ارگونومیک و اجرای برنامه تمرینی پرداخته‌اند، نشان داد که این مدل مداخله‌ای، اثربخشی بیشتری در کاهش درد، افزایش دامنه حرکتی، بهبود راستای بدنی و کاهش غیبت‌های ناشی از درد دارد. (Sihawong et al., 2011; Jensen et al., 2022) این یافته‌ها با نظریه «مدیریت جامع سلامت کاری» (Comprehensive Workplace Health Management) هماهنگ است، که بر رویکرد چندسطحی در ارتقای سلامت کارکنان تأکید دارد.

مداخلات ترکیبی معمولاً شامل چهار بخش هستند: (۱) ارزیابی اولیه فرد و محیط کار، (۲) طراحی تمرینات فردی، (۳) اصلاح ایستگاه‌های کاری و ابزارها، و (۴) آموزش و پیگیری. در برخی مطالعات، استفاده از رویکردهای رفتاری - شناختی برای افزایش مشارکت کارکنان نیز به اثربخشی کمک کرده است (Proper & van Mechelen, 2008).

۴. خلأهای پژوهشی و چالش‌های اجرایی در ایران

در مطالعات انجام‌شده در ایران، گرچه تمرکز خوبی بر تمرینات اصلاحی مشاهده می‌شود، اما تحلیل‌های ارگونومیک اغلب ناقص یا غیر تخصصی هستند. همچنین نبود مطالعات مداخله‌ای بلندمدت، کمبود داده‌های اپیدمیولوژیک دقیق از شیوع اختلالات عضلانی در بین گروه‌های شیلاتی، و نبود دستورالعمل‌های اجرایی مدون، از خلأهای مهم به شمار می‌روند.

به‌ویژه، فقدان هماهنگی میان نهادهای بهداشت شغلی، متخصصان فیزیوتراپی و کارشناسان شیلات، اجرای راهکارهای تلفیقی را دشوار می‌سازد. همچنین در اغلب واحدهای تولیدی و صیادی، اولویت‌های اقتصادی بر سلامت کارکنان غالب است که این امر منجر به بی‌توجهی به اصول ارگونومی و فعالیت بدنی می‌شود (Karwowski & Marras, 2003).

۵. پیشنهادها

با توجه به یافته‌های این مقاله مروری، پیشنهادهای زیر جهت اجرا و پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:

۱. تدوین دستورالعمل ملی ارگونومی صنایع شیلاتی با مشارکت سازمان‌های مرتبط.
۲. آموزش تمرینات اصلاحی ساده و کاربردی برای کارکنان در قالب دوره‌های حضوری یا ویدیویی.

۳. افزایش مشارکت متخصصان تربیت بدنی، فیزیوتراپی و بهداشت کار در طراحی محیط‌های شیلاتی.

۴. اجرای مطالعات مداخله‌ای طولانی‌مدت و کنترل‌شده با ارزیابی پیش‌آزمون و پس‌آزمون دقیق.

۵. توسعه الگوریتم‌های تشخیص سریع اختلالات وضعیتی با کمک فناوری‌های نوین مانند حسگرهای پوشیدنی.

جمع‌بندی نهایی

اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی در کارکنان صنایع شیلاتی، از معضلات پنهان اما تأثیرگذار در کاهش بهره‌وری، افزایش هزینه‌های درمان و افت کیفیت زندگی شغلی محسوب می‌شود. مرور نظام‌مند مطالعات نشان داد که مداخلات ارگونومیک، تمرینات اصلاحی و به‌ویژه تلفیق این دو، مؤثرترین رویکردها در مدیریت این اختلالات هستند. با توجه به ضرورت سلامت پایدار شاغلان در این حوزه، توسعه سیاست‌ها و مداخلات مبتنی بر شواهد و چندرشته‌ای ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

فهرست منابع

1. Ahmad, R., Adnan, R., & Abu Bakar, N. (2018). Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among fish processing workers. *Journal of Occupational Safety and Health*, 15(2), 75–83.
2. Bahrami, M., Rezaei, M., & Ghaffari, A. (2019). The effect of corrective exercises on neck and shoulder posture and pain in fish industry workers. *Journal of Ergonomics*, 7(3), 45–53. [In Persian]
3. Blangsted, A. K., Sjøgaard, K., Hansen, E. A., Hannerz, H., & Sjøgaard, G. (2008). One-year randomized controlled trial with different physical-activity programs to reduce musculoskeletal symptoms in the neck and shoulders among office workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 34(1), 55–65.
4. Driessen, M. T., Proper, K. I., Anema, J. R., van der Beek, A. J., van Mechelen, W., & Bongers, P. M. (2010). The effectiveness of physical and organisational ergonomic interventions on low back pain and neck pain: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*, 67(4), 277–285.
5. Ebrahimi S, Karimi R, Azizi M. (2021). *The effects of aquatic exercise on inflammatory markers and oxidative stress in elderly men*. *Journal of Physical Activity and Health Promotion*, 8(1):33–44. [In Persian]
6. Jensen, C., Juul-Kristensen, B., Sjøgaard, K., Thomsen, G. F., & Svendsen, S. W. (2022). *Workplace-based exercises for preventing and managing musculoskeletal disorders in fish processing workers: A randomized controlled trial*. *Applied Ergonomics*, 101, 103686.
7. Karwowski, W., & Marras, W. S. (2003). *Occupational ergonomics: principles of work design*. CRC Press.

8. Lee, J., Kim, S., Kim, H., & Lee, M. (2021). Ergonomic risk factors and musculoskeletal symptoms in the seafood processing industry: A cross-sectional study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 82, 103095.
9. Nasarwanji, M. F., & Davis, K. G. (2017). Occupational ergonomic solutions in fish and seafood processing: A literature review. *Journal of Agromedicine*, 22(3), 289–303.
10. Proper, K. I., & van Mechelen, W. (2008). Effectiveness and economic impact of worksite interventions to promote physical activity and healthy diet. *World Health Organization*, 86(6), 429–440.
11. Silva, A. G., Punt, T. D., Sharples, P., Vilas-Boas, J. P., & Johnson, M. I. (2019). Head posture assessment for patients with neck pain: Is it useful? *Physiotherapy*, 105(2), 216–223.
12. Sihawong, R., Janwantanakul, P., & Sitthipornvorakul, E. (2011). Exercise therapy for office workers with nonspecific neck pain: A systematic review. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(2), 201–208.

Modeling the Interaction of Ergonomic Factors and Corrective Exercises in Reducing Chronic Upper Limb Injuries in Fish Cleaning and Filleting - Review

Alireza Mobarhan fard ^{1,*}

¹ Department of Fisheries, Sa. C., Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

* Email: alireza.mobarhan@iau.ac.ir

Abstract

Background and Purpose: Occupations in the fisheries industry, particularly fish cleaning and filleting, are associated with a high prevalence of chronic upper limb injuries due to repetitive movements, static postures, and frequent localized strain. This review aims to model the interaction between ergonomic workplace factors and corrective exercise interventions to reduce such injuries.

Methods: This narrative-analytical review was conducted by searching relevant keywords in databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and SID up to 2024. Studies on industrial ergonomics, upper limb injuries, and the effects of corrective exercises in repetitive occupations were analyzed and categorized. Conceptual models describing the interaction between physical workplace factors and training interventions were also examined.

Findings: The results indicate that ergonomic workstation design (e.g., table height, hand tools, work-rest scheduling) plays a significant role in reducing upper limb strain. In parallel, corrective exercises targeting the neck, shoulder, and forearm muscles and enhancing joint mobility can significantly improve pain reduction, prevent tendinous injuries, and enhance muscular efficiency. Moreover, integrated application of ergonomic and corrective exercise approaches was found to be more effective than using either strategy alone.

Conclusion: Synergistic application of ergonomic workplace optimization and corrective training programs can offer an efficient model for preventing and reducing chronic upper limb injuries among fishery industry workers. Future research should focus on designing localized models and conducting clinical evaluations of these interventions.

Keywords: *Industrial ergonomics, Corrective exercises, Upper limb injuries, Fish filleting, Interaction modeling.*