

ارزیابی مشکلات ارگونومیکی سیستم کلاچ در تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵

جلال اله نوری^۱، محمد جواد شیخ داودی^۲، ابراهیم صیدی^۳، فتح اله کریمی^۴

^۱- کارشناس ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۲- استاد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۳- کارشناس ارشد مهندسی مکانیزاسیون، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۴- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقیقات تهران.

alahnori1355@gmail.com

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین مشکلات ارگونومیکی سیستم کلاچ و ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات بدنی بر روی رانندگان تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در هنگام کلاچ گرفتن در شهرستان دره شهر (استان ایلام) انجام شد. در این مطالعه توصیفی-تحلیلی وضعیت‌های بدنی ۱۴۰ نفر از رانندگان در هنگام کلاچ گرفتن در ۵ پوسچر کاری با استفاده از روش ارزیابی سریع وضعیت کل بدن، ارزیابی شد و میزان شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی با استفاده از پرسش‌نامه نوردیک بدست آمد. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط SPSS 20 مورد تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از آزمون‌های آماری t مستقل، χ^2 (Chi-Square) و آزمون نسبت‌ها انجام شد. $P \leq 0/05$ به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد. میانگین سن، وزن و قد افراد مورد مطالعه به ترتیب برابر (۳۷/۲۲) سال، (۸۲/۴۷) کیلوگرم و (۱۷۹/۲۷) سانتی متر بدست آمد. ۸۵ درصد از افراد مورد مطالعه اظهار کردند که در طی ۱۲ ماه گذشته حداقل در یک ناحیه از بدن دچار اختلالات اسکلتی-عضلانی بوده‌اند. بیشترین اختلالات در ناحیه گردن (۸۲/۸۶ درصد) و زانو (۴۴/۲۹ درصد) گزارش شده است. همچنین نتایج حاصل از تکنیک REBA نشان داد در میان ۵ پوسچر کاری بررسی شده، ۲ پوسچر در سطح خطر متوسط قرار دارند و انجام اقدامات اصلاحی در مورد آن‌ها ضروری است و ۳ پوسچر در سطح خطر بالا قرار دارند و اقدامات اصلاحی در مورد آن‌ها هرچه زودتر باید انجام شود. این مطالعه نشان داد که میزان شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از کلاچ گرفتن در بین رانندگان تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ بالا است. براساس نتایج بدست آمده، عمده‌ترین مشکل ارگونومی که در تحقیق انجام گرفته پوسچر نامطلوب و نیروی وارد بر زانو می‌باشد. انجام اقدامات اصلاحی جهت بهبود شرایط کار ضروری است.

کلمات کلیدی: ارگونومی، کلاچ، اختلالات اسکلتی-عضلانی

مقدمه

ارگونومی یک علم چند رشته‌ای است که ارتباط متقابل تکنولوژی، محیط و نیازهای روحی و جسمانی انسان را برقرار می‌سازد (کارزار جدی‌وند، ۱۳۸۱). باتوجه به شرایط خاص عملیات کشاورزی در حال حاضر در سرتاسر دنیا مسئولیت هدایت ماشین‌های کشاورزی در حین عملیات بر عهده کارگر می‌باشد و وضعیت نامناسب ارگونومیک کاربران ماشین‌های کشاورزی در حین کار یک چالش جدی محسوب می‌شود (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۵). نتیجه بکار بردن ارگونومی، تولید بیشتر، کاهش هزینه کار، کاهش آسیب، کاهش هزینه‌های مراقبت پزشکی و غرامت کارگران و همچنین کاهش تلفات مربوط به اختلالات اسکلتی-عضلانی است (چاپمن^۱ و میرز^۲، ۲۰۰۱). آشنایی با اصول مهندسی عوامل انسانی در مشاغل کشاورزی می‌تواند علاوه بر افزایش سطح سلامت در بین کشاورزان باعث افزایش بازده کاری و بهره‌وری اقتصادی و رضایت شغلی و کیفیت کل زندگی آنان شود (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷). کشاورزی جزء گسترده‌ترین و خطرناک‌ترین فعالیت‌های شغلی است که حدود ۶۳ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه به آن اشتغال دارند (لوی و همکاران، ۲۰۰۰). انجام وظایف شغل کشاورزی باعث ایجاد وضعیت فیزیکی نامناسب در بدن افراد می‌شود. این شرایط عبارتند از: خم شدن، زانو زدن، خزیدن، خمیدن و پیچیدن به یک طرف و کار تکراری. اختلالات اسکلتی-عضلانی جزء لاینفک این شغل بوده و تقریباً تمامی کشاورزان از این اختلالات رنج می‌برند (والکر و همکاران). بر پایه تحقیقات انجام شده، بر خلاف گسترش فزاینده فرآیندهای مکانیزه و خودکار، اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار (WMSDs) عمده‌ترین عامل از دست رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های انسانی نیروی کار به شمار می‌آید (چوبینه، ۱۳۹۰). تراکتورهای زراعی جزء کلیدی مکانیزه کردن کارهای زراعی را تشکیل می‌دهند. تراکتورها توان لازم برای ماشین‌هایی که خاک را شخم می‌زنند، محصول را می‌کارند، علف‌های هرز را کنترل و محصول را برداشت می‌کنند، فراهم می‌آورند (محمودی، ۱۳۸۵). وجود قطعات کوچک زراعی باعث می‌شود که هدایت تراکتور و انجام فعالیت‌های کشاورزی با تراکتور در داخل زمین مستلزم استفاده بیش از حد از کلاچ، ترمز، و فرمان باشد که در چنین شرایطی مشکلات بدنی و خستگی ناشی از کار مضاعف می‌شود (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در هنگام کار با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، عضلات پهن و دوقلو داخلی در هنگام کلاچ‌گیری تحت تنش

¹ - Chapman

² - Meyers

3 Work-related musculoskeletal disorder



بیشتری قرار گرفته و این دوعضله در مدت زمان بیشتری پس از کلاچ گیری نسبت به سایر عضلات به حالت ریکاوری باز می‌گردند (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۵).

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی به روش مقطعی بود که روی ۱۴۰ نفر از رانندگان تراکتور در شهرستان دره شهر (استان ایلام) انجام شد. میانگین سن، وزن و قد افراد مورد مطالعه به ترتیب برابر (۳۷/۲۲) سال، (۸۲/۴۷) کیلوگرم و (۱۷۹/۲۷) سانتی متر بدست آمد. تعداد نمونه‌های آماری با استفاده از فرمول کوکران^۴ مشخص شد. حجم جمع آوری داده‌های مربوط به ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی از طریق پرسشنامه‌ی استاندارد نوردیک و داده‌های مربوط به مشاهده‌ی وضعیت‌های بدنی افراد هنگام انجام کار با استفاده از روش ارزیابی سریع کل بدن در ساعات کاری جمع آوری شد. به این منظور عمل کلاچ گرفتن در هنگام رانندگی با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، که به طور کلی ۵ پوسچر کاری را ایجاد می‌کرد مورد مشاهده و ارزیابی قرار گرفت. از هر وظیفه ۱۴۰ مشاهده صورت گرفت و کدگذاری بر روی عکس‌های تهیه شده از رانندگان در حین انجام رانندگی توسط نرم افزار انجام شد. این نرم افزار به گونه‌ای طراحی شده است که با توجه به امتیاز وضعیت‌های مختلف بدن که بر اساس مشاهدات انجام شده صورت می‌گیرد نمره‌ی REBA را از ۱ تا ۱۵ تعیین و تراز خطر و اعمال تغییر مورد لزوم بر اساس نمره REBA مشخص می‌گردد (هیگنت^۵ و مک آتامنتی، ۲۰۰۰). تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از آزمون‌های آماری توصیفی و تحلیلی آزمون Chi-Square و t-test در سطح معنی‌داری < 0.05 صورت گرفت. برای آنالیز آماری اطلاعات از نرم افزار SPSS13 استفاده شد (فاتحی، ۱۳۸۶).

بحث و نتایج

رانندگان تراکتور برای تعویض دنده در حین انجام عملیات مزرعه‌ای، مجبور به انجام عمل کلاچ گرفتن می‌باشند. برای انجام عملیات کلاچ گرفتن هنگام رانندگی با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ راننده باید با استفاده از پای خود نیرویی معادل با ۳۰ کیلوگرم بر پدال کلاچ وارد آورد که این امر در هر دفعه عملیات می‌تواند باعث آسیب و اختلالات در مچ پای راننده، قوزک‌پا، و زانوی راننده به علت فشار وارده بر پای راننده در حین عمل کلاچ گرفتن گردد.

⁴ -cocran

⁵ - higent and mackatamni

جدول (۱): سطح خطر و اولویت اقدام‌های اصلاحی در روش REBA

REBA امتیاز نهایی	سطح خطر	سطح اولویت اقدام اصلاحی	ضرورت اقدام و زمان آن (شامل بررسی مفصل تر)
۱	قابل چشم پوشی	۰	ضروری نیست
۳-۲	پایین	۱	شاید ضروری باشد
۷-۴	متوسط	۲	ضروری
۱۰-۸	بالا	۳	ضروری (هرچه زودتر)
۱۵-۱۱	بسیار بالا	۴	ضروری (آنی)

در جدول (۲) فراوانی نمره REBA برای هر یک از اندام‌های گروه A و B در عملیات کلاچ گرفتن آورده شده است. همانطور که در جدول نشان داده شده، تنه در ۵۴/۲۹ درصد مشاهدات نمره بیش از ۲، گردن در ۵۵٪ مشاهدات نمره ۲، مچ دست و دست در ۵۱/۴۳ مشاهدات نمره ۲ و پادر ۳۹/۲۹ مشاهدات نمره ۳ را گرفته‌اند و این با نتایج پرسش‌نامه نوردیک به ترتیب برای اختلالات گردن (۸۲/۸۶٪)، اختلالات مچ دست و دست (۴۱/۱۴٪)، اختلالات زانو (۴۴/۲۹٪) و اختلالات پشت (۳۱/۴۳٪) به عنوان بیشترین فراوانی اختلالات در میان رانندگان سازگاری دارد. بازو در ۲۵/۲۹ مشاهدات، نمره بیش از ۳، ساعد نیز در ۴۵/۷۲ مشاهدات نمره ۲ را گرفته‌اند.

جدول (۲): فراوانی نمره REBA برای هر یک از اندام‌های گروه A و B در عملیات کلاچ گرفتن

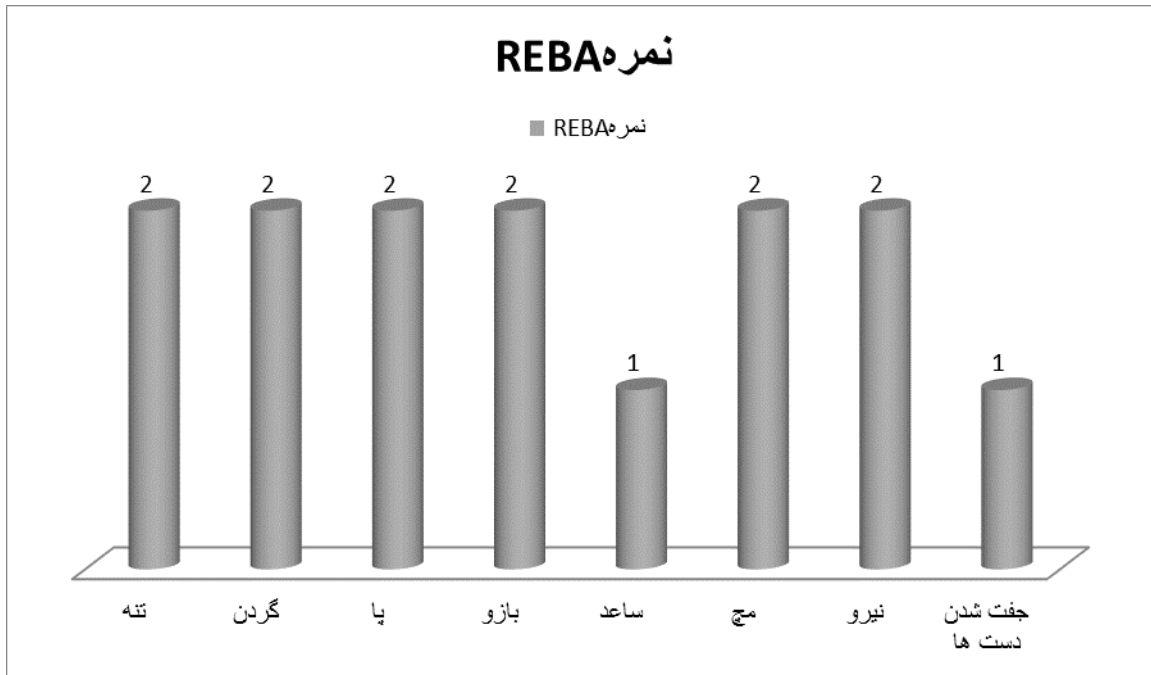
نمره REBA	اندام‌های مختلف بدن					
	تنه (%)	گردن (%)	پا (%)	بازو (%)	ساعد (%)	مچ (%)
۱	۴۵/۷۱	۴۵		۳۲/۱۴	۵۴/۲۸	۴۸/۵۷
۲	۴۸/۵۷	۵۵	۶۰/۷۱	۵۰/۷۱	۴۵/۷۲	۵۱/۴۳
۳	۵/۷۲		۳۹/۲۹	۲۵/۲۹		

جدول (۳): نمره REBA برای هر یک از پوسچرهای عملیات کلاچ گرفتن

ردیف	پوسچرهای عملیات کلاچ گرفتن					
	کمترین نمره REBA	بیشترین نمره REBA	بیشترین تکرار	سطح اولویت	سطح ریسک	ضرورت انجام اقدامات
۱	۵	۹	۶	۲	متوسط	ضروری
تغییر زاویه زانوی راننده در حالت کلاچ گرفتن						
۲	۷	۱۱	۹	۳	بالا	آینده نزدیک
در هنگام کلاچ گرفتن						
۳	۶	۸	۶	۲	متوسط	ضروری
فشار بر مچ پای راننده در هنگام کلاچ گرفتن						
۴	۶	۹	۸	۳	بالا	آینده نزدیک
تغییر زاویه گردن راننده هنگام کلاچ گرفتن						
۵	۸	۱۰	۹	۳	بالا	آینده نزدیک
کشش پشت راننده در حین کلاچ گرفتن						

در میان پوسچرهای عملیات کلاچ گرفتن، کشش به عقب کمر رانندگان در هنگام کلاچ گرفتن، با نمره ۱۱ بیشترین نمره REBA را به خود اختصاص داده است. و در سطح خطر بسیار بالا قرار گرفته و انجام اقدامات اصلاحی در مورد آن ضروری (در

حال حاضر) است. پوسچرهای تغییر زاویه گردن با نمره ۹ و کشش پشت راننده در حین کلاچ گرفتن با نمره ۱۰، در سطح خطر بالا قرار دارند و انجام اقدامات اصلاحی در مورد آنها ضروری (در آینده نزدیک) است. در (جدول ۳) بیشتر بودن نمره REBA در کشش کمر به عقب در حین کلاچ گرفتن نسبت به کشش پشت و تغییر زاویه گردن، به علت خمش بیشتر کمر در هنگام کلاچ گرفتن می‌باشد. استفاده از پدال کلاچ تقویت شده و ارتفاع مناسب پدال کلاچ تا محل نشستن راننده روی صندلی و ارتفاع استاندارد صندلی، می‌تواند در جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی، عضلانی موثر باشد.



نمودار (۱): نمره REBA برای مشاهدات بررسی شده اندام‌های مختلف بدن در عملیات کلاچ

نتایج تحقیق نشان داد که رانندگی با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ مورد مطالعه، به علت درگیر بودن رانندگان تراکتور با عملیات زراعی و کار با تراکتور در پوسچرهای مختلف، جزء عوامل شغلی زیان بار و کارهای پر آسیب به شمار می‌آید، به گونه‌ای که ۹۳/۱ درصد از رانندگان مورد مطالعه در تحقیق طی ۱۲ ماه گذشته حداقل در یکی از اندام‌های نه گانه بدن خود دچار اختلالات اسکلتی و عضلانی شده‌اند. با توجه به نمودار (۱) نمره REBA مشاهده شده برای اندام‌های مختلف بدن نشان می‌دهد که در هنگام کلاچ گرفتن اندام‌های مختلف بدن درگیر می‌باشند. گزارش رانندگان مورد مطالعه در این تحقیق نشان می‌دهد که اختلالات گردن و زانو از بیشترین آسیب‌برخوردار بودند. شیوع بالای اختلالات گردن و زانو می‌تواند به علت پوسچر نامناسب، طراحی نامناسب صندلی همچنین پدال کلاچ در تراکتور باشد. همچنین فشار زیاد بر روی پا و زانوی راننده هنگام فشردن پدال کلاچ، می‌تواند نشان‌دهنده آسیب‌های وارده به



رانندگان در حین رانندگی باشد. بنابراین پیشگیری از وقوع این آسیبها در حین رانندگی، جهت حذف ریسک بالای فاکتورهای مرتبط باید مورد توجه قرار بگیرد. با توجه به نتایج این تحقیق، اختلالات اسکلتی - عضلانی با سن، وزن و قد رانندگان ارتباط معنی دار در سطح احتمال ۹۹ درصد دارد. افزایش سن، وزن و قد رانندگان، میزان شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی در رانندگان تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ افزایش می یابد. براساس تحقیق انجام شده به روش REBA در ۳۹/۲۶ درصد از مشاهدات، سطح خطر بالا بوده و انجام اقدامات اصلاحی به زودی ضروری است. همچنین در ۳۳/۳۹ درصد مشاهدات سطح خطر بسیار بالا بوده، و انجام اقدامات اصلاحی هرچه سریعتر ضروری است. در میان ۵ پوسچر بررسی شده، پوسچرهای تغییر زاویه زانوی راننده در حین فشردن پدال کلاچ، کشش پشت راننده در حین گرفتن کلاچ، بیشترین نمره نهایی را داشتند و در سطح خطر بالا بودند. که این موضوع نشان دهنده آسیب پذیر بودن شغل رانندگی با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ می باشد و باید اقدامات اصلاحی هرچه زودتر بر روی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ انجام شود.

پیشنهادات کاری:

۱- استاندارد سازی ارتفاع پدال کلاچ، جهت ایجاد فاصله مناسب بین پدال و صندلی راننده و جلوگیری از فشار زیاد بر زانو و اندامهای بدن با توجه به آنتروپومتری رانندگان که باعث ایجاد پوسچرهای مطلوب در حین عملیات کلاچ گرفتن شود.

۳- استفاده از کلاچ های اسپلیت ترک به جای کلاچ دو مرحله ای و استفاده از صفحه کلاچ بشقابی به جای صفحه فنر دار در تراکتور ۲۸۵ برای کاهش نیروی کلاچ گیری.

۴- در حین کلاچ گرفتن با تراکتور ۲۸۵ وجود نیروی شدید باعث از بین رفتن غضروفها و ایجاد اختلال ساییدگی زانو می شود. پس ایجاد اختلال بر روی مفاصل زانوی اپراتور توسط کلاچ تراکتور برای استفاده کنندگان در طولانی مدت امری دور از انتظار نیست و تلاش برای برطرف نمودن یا به حداقل رساندن میزان این اختلال تنها با استفاده از علم ارگونومیک امکان پذیر است.

۵- برای سلامت زانوی راننده تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ باید وضعیت کلاچ گیری در نزدیکی انبساط کامل زانو، با یک کلاچ نرم و زاویه کلاچ گیری کوچک بوده تا حتی الامکان مفصل تحت بار مجبور به حرکت در محدوده بزرگی نباشد. طراحی چنین پدالی برایمینی در موقع خطر نیز می افزاید، چون نیروی عکس العمل آن بر روی راننده، قرارگیری بهتر اپراتور، ایجاد زاویه و پوسچر مطلوب در هنگام رانندگی بر روی صندلی را به دنبال خواهد داشت.

منابع

- الماسی، م. کیانی، ش. ولویمی، ش. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی، چاپ چهارم، انتشارات جنگل .
- چوبینه، ع. ۱۳۹۲. شیوه‌های ارزیابی پوسچر در ارگونومی شغلی، چاپ چهارم، انتشارات فن آوران.
- فاتیحی، ف. ۱۳۸۶. آمار و احتمالات در کشاورزی. انتشارات دبیاگران تهران.
- فلاحی، ح. عباسپور فرد، م. ح. اظهاری، ا. ونیکخواه، ا. ۱۳۹۲. مقایسه نیروهای وارد بر مفاصل و ماهیچه‌های منتخب راننده در استفاده از پدال کلاچ تراکتورهای MF285 و MF399. نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۵. شماره ۱. ص ۳۴-۲۵.
- کارزار جدی‌وند، ر. (۱۳۸۱). ارگونومی و کاربردهای آن، مهندسی بهداشت محیط، بهداشت حرفه‌ای، سایت موژ.
- محمودی، ا. رضاخواه، ه. ۱۳۸۵. بررسی آماری خرابی‌ها و تعمیرات قطعات مختلف تراکتور مسی فرگوسن.
- نیکخواه، ا. عمادی، ب. خجسته پور، م. و عطار زاده حسینی، سید رضا. ۱۳۹۵. بررسی ارگونومی مکانیزم‌های ترمز و گاز در تراکتورهای MF285، MF399 به روش الکترو میوگرافی. نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۶. شماره ۱. ص ۳۴-۲۵.
- نیکخواه، ا. عمادی، ب. خجسته پور، م. عطار زاده حسینی، س. ر. و مهجور، م. ۱۳۹۵. بررسی فعالیت الکتریکی عضلات کاربران در حین کلاچ‌گیری به روش الکترو میوگرافی در تراکتورهای متداول ایران. فصلنامه علمی تخصصی طب کار. جلد ۶. شماره ۳. ص ۱۹-۱۰.
- Chapman, L.J. and Meyers, J.M. (2001). Ergonomics and Musculoskeletal Injuries in Agriculture: Recognizing and Preventing the Industry's Most Widespread Health and Safety Problem. http://www.agcenter.ucdavis.edu/Ag_Doc/Erg_Musc_Inj.pdf.
- hignett, S. and McAtamney, L. 2000. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics. 31(2):201-5.
- Levy, BS. Wegman, DH. (2000). Occupational health recognizing and preventing work-related disease and injury, 4th Ed, pp 729
- Walker-Bone, K ., Palmer, K.T. 2002. Musculoskeletal Disorders in Farmers and Farm Workers. Occupational Medicine. 52 (8): 441-450