

## بررسی ارگونومیکی برخی از اجزای تراکتورهای متداول در استان فارس

محمد شاکر\*، محمدعلی رستمی و سیدمنصور علوی منش\*\*

\* نگارنده مسئول: بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. تلفن: ۳۲۶۲۳۷۷۹ (۰۷۱)، پیام‌نگار: m.shaker1348@gmail.com  
\*\* به‌ترتیب: استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس؛ استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان؛ و کارشناس ارشد بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۳۱

### چکیده

داده‌های تن‌سنجی نیاز اساسی برای تطبیق تجهیزات ماشین‌ها با قابلیت‌ها و مقدرات انسان است. در این پژوهش تناسب اندازه‌ها، محل قرارگیری برخی تجهیزات کنترل و فضای کار راننده با اندازه‌ها، توانایی‌ها و مقدرات رانندگان تراکتورها در استان فارس بررسی شد. ابتدا داده‌های تن‌سنجی مورد نیاز، برای حدود ۲۵۰ نفر از کاربران تراکتورها در رده سنی ۶۰-۲۰ سال، که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، گردآوری شد. برخی مشخصات تراکتورهای متداول در استان فارس با داده‌هایی نظیر تن‌سنجی صدک‌های پنجم و نود و پنجم کاربران مقایسه و تطابق هر مورد بررسی شد. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که فاصله جابجایی تراکتورهای مطالعه شده از زمین و ارتفاع پلکان‌های آنها بیش از حد مطلوب است. عمق صندلی تراکتورهای نیولند و والترا برای رانندگان صدک پنجم زیاد است. در نظر گرفتن پشتی مناسب که ضخامت آن قابل تغییر باشد برای رفع مشکل پیشنهاد شده است. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که عمق صندلی تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ کوتاه‌تر از طول ران رانندگان صدک نود و پنجم است که از آسایش راننده می‌کاهد. در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و والترا، فاصله فلکه فرمان از نقطه مرجع صندلی بیش از طول دست رانندگان صدک پنجم است. بنابراین دست رانندگان برای تسلط مطلوب بر فرمان کوتاه ارزیابی گردید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که رانندگان برای دسترسی به اهرم دنده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ دچار مشکل هستند.

### واژه‌های کلیدی

ارگونومی، تراکتور، تن‌سنجی

### مقدمه

بهبود بخشیدن تراکتورهای ساخت داخل از نظر تناسب اندازه‌ها و محل قرارگیری اجزای آنها از مسائل مهمی است که باید بررسی شوند. بنابراین لازم است داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتورها، جهت طراحی و ساخت تراکتورهای جدید و ارزیابی تراکتورهای در حال استفاده گردآوری شوند و تناسب مشخصات فنی این تراکتورها با

مدل‌های مختلف تراکتور و ماشین‌های کشاورزی سال‌ها از کشورهای خارجی وارد یا در ایران مونتاژ شده‌اند و روشن است که این تراکتورها و ماشین‌ها بر اساس ابعاد (اندازه‌ها)، توانایی‌ها و مقدرات کاربران ایرانی طراحی نشده‌اند. سازگاری تولیدات خارجی با ویژگی‌های بومی و

درجه‌بندی کارگران تأثیر می‌گذارد، بررسی شد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که طراحی ارگونومیک می‌تواند کار بسته‌بندی را، اگر محیط و موقعیت کاری برای به حداقل رساندن ناراحتی و فشار طراحی شده باشند، ارتقا بخشد (Studman, 1998).

فاکتورهای انسانی در توسعه ماشین‌های کشاورزی اهمیت بالایی دارند زیرا این ماشین‌ها اغلب توسط افرادی با حداقل مهارت یا حداقل درک از سیستم هدایت می‌شوند. بنابراین ماشین‌های کشاورزی باید برای هدایت کردن تا حد ممکن ساده و از خطر به دور باشند (Woodson & Berry, 1992).

نتایج یک تحقیق روی برخی زنان و مردان بالغ آلمانی نشان داد که طراحی و ارزیابی ابزار دستی و کنترل‌ها بر اساس اندازه دست ضروری است و مسافتی که پا و دست در یک حرکت کششی می‌پیمایند تا به کنترل دسترسی یابند در هدایت وسیله اهمیت دارد.

نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که راحت‌ترین حالت برای کاربران در حین بالا رفتن از تراکتور زمانی است که زاویه زانو بین ۱۱۰ تا ۱۶۰ درجه باشد و بهترین وسیله ارزیابی ارگونومیکی ابزار و تجهیزات، دریافت دقیق داده‌های فردی از طریق مشاهده و دسته‌بندی دیدگاه‌های کاربران است (Smith et al., 1994).

نتایج یک تحقیق روی فرمان و فلکه فرمان تراکتور نشان می‌دهد که موقعیت فلکه فرمان نسبت به راننده تراکتور بر نیروی فرمان دادن، سرعت فرمان دادن، انرژی مورد نیاز برای فرمان دادن و راحتی کاربر تأثیر دارد. اگر فلکه فرمان از دسترس راننده چندان دور نباشد، زاویه زانو حدود ۹۰ درجه خواهد بود که در این حالت فلکه فرمان باید زاویه‌ای بین ۳۰ تا ۴۵ درجه با سطح افق داشته باشد (Woodson & Berry, 1992).

داده‌های تن‌سنجی کاربران ایرانی بررسی و پیشنهادهای اصلاحی ارائه شود. هدف از اجرای این پژوهش، تعیین داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتورها و ایجاد تناسب بین اندازه‌های تراکتور و اندازه‌های بدن، توانایی‌ها و مقدرات کاربران ایرانی و ارائه پیشنهادهای لازم است.

برای بررسی سازگاری بعضی از تراکتورهای وارداتی و ساخت داخل با اندازه و محدودیت حرکتی اعضای کاربران، پژوهشی در پنج استان کشور اجرا شد. در این پروژه ابتدا داده‌های تن‌سنجی مورد نیاز برای کاربران تراکتورها به‌طور تصادفی گردآوری شد. برخی مشخصات تراکتورها با داده‌های نظیر تن‌سنجی کاربران مقایسه و نتیجه‌گیری شد که عمق صندلی تراکتورهای نیهلند و والترا برای رانندگان ایرانی صدک پنجم زیاد است و در نظر گرفتن پشتی مناسب که ضخامت آن قابل تغییر باشد برای رفع مشکل پیشنهاد گردید. بررسی‌ها همچنین نشان داد که رانندگان برای دسترسی به اهرم دنده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ دچار مشکل هستند و افزایش گستره جابه‌جایی صندلی برای تسلط بهتر رانندگان روی اهرم دنده به میزان ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر توصیه شد (Rostami et al., 2015).

نتایج مطالعات درباره تراکتورهای مونتاژ شده در نیجریه برای مشخص کردن تناسب آنها با کاربران نیجریه‌ای با در نظر گرفتن پارامترهای دسترسی به تراکتور، طرح صندلی، طراحی فرمان تراکتور، فضای کاری و کنترل تراکتور نشان داد که به‌علت کمبود جای پا در تراکتور استیر ۸۰۷۵، کاربران به‌سختی سوار تراکتور می‌شوند و فقدان محافظ در برابر باران و سایر فاکتورهای محیطی نیز کمبود اصلی در تراکتورها تشخیص داده شد (Yisa, 2002).

در تحقیقی، ارگونومی فرآیند بسته‌بندی سیب، مشکلات طراحی میز درجه‌بندی که بر چگونگی کار

عوامل فیزیکی، روانی، ارگونومیکی و ... می‌باشند (Tse, 2006). یکی از مهم‌ترین دلایل ناراحتی‌ها وضعیت بد نشستن و پوسچر نامناسب می‌باشد (Miyamoto *et al.*, 2000). صنعت خودرو به‌شدت به تحقیق در رابطه با ارزیابی آسایش عینی به‌ویژه برای صندلی و حالت‌های مربوطه تأکید دارد (Guenaelle, 1995; Gyi *et al.*, 1998). وضعیت راننده یکی از مهم‌ترین مسائل در نظر گرفته شده در فرایند طراحی خودرو است (Porter & Gyi, 1998).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتورها جهت طراحی و ساخت تراکتورهای جدید و ارزیابی تراکتورهای در حال استفاده، در کشورهای مختلف گردآوری می‌شوند و تناسب مشخصات فنی این تراکتورها با داده‌های تن‌سنجی رانندگان بررسی و اصلاح می‌شود. این کار موجب کاهش خستگی راننده، جلوگیری از دردهای عضلانی در کوتاه مدت و بلند مدت خواهد شد و سرعت کار را بالا می‌برد. داده‌های تن‌سنجی رانندگان تراکتور در سایر کشورها نمی‌تواند برای طراحی ماشین‌های کشاورزی در کشور دیگر به کار روند. طراحی و ارزیابی ابزار دستی و کنترل‌ها بر اساس داده‌های تن‌سنجی رانندگان ضروری است و مسافتی که پا و دست در یک حرکت کششی می‌پیمایند تا به اهرم یا پدال دست پیدا کنند، در هدایت وسیله اهمیت دارد و وسیله‌ای که آنها هدایت می‌کنند باید با اندازه، شکل، قدرت و حواس (مانند بینایی و شنوایی) کاربر سازگار باشد.

هدف از اجرای این پژوهش، بررسی تناسب اندازه‌ها، محل قرارگیری برخی تجهیزات کنترل و فضای کار تراکتورها با اندازه‌ها، توانایی‌ها و مقدرات رانندگان تراکتور در استان فارس است.

### مواد و روش‌ها

برای به‌دست آوردن داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتورها و ارزیابی تناسب ارگونومیکی برخی مشخصات تراکتورهای متداول در استان فارس، سنجش‌هایی روی

برای طراحی ارگونومیکی ماشین‌های کشاورزی از مقادیر کرانه‌ها یا متوسط داده‌های تن‌سنجی<sup>۱</sup> و معمولاً از صدک‌های پنجم و نود و پنجم استفاده می‌شود. داده‌های تن‌سنجی، داده‌های مرتبط با اندازه بدن انسان هستند. فیزیک بدنی انسان‌ها در اندازه، وزن، قدرت، شکل و توانایی دیدن و شنیدن با هم متفاوت‌اند. در مقایسه داده‌های تن‌سنجی کشاورزان تانزانیا، آمریکا و هند مشخص شد که داده‌های تن‌سنجی رانندگان تراکتور یک کشور نمی‌تواند برای طراحی ماشین‌های کشاورزی در کشور دیگر به کار رود (Gupta, 1983; Mganilwa *et al.*, 2003).

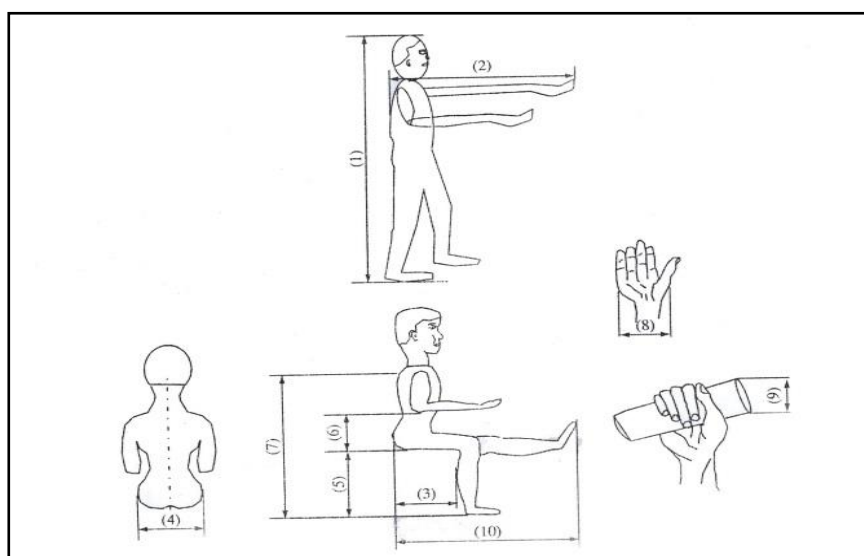
در مطالعه‌ای چگونگی تمایل کفه صندلی و تاثیرات ضریب اصطکاک بر بدن انسان نشسته بررسی گردید. محققان دریافتند که تمایل کفه صندلی و ضریب اصطکاک بر فعالیت ماهیچه و ستون فقرات تأثیر می‌گذارد. تمایل کفه رو به جلوی صندلی در صورت کافی نبودن اصطکاک باعث خستگی ماهیچه شده و منجر به ایجاد نیروهای برشی در ستون فقرات که ناراحت‌کننده و مضر هستند، می‌گردد (Rasmussen *et al.*, 2009).

وایت و استاینر (Whyte & Stayner, 1985) آزمایشات فردی زیادی بر جنبه‌های مختلف طراحی صندلی تراکتور انجام دادند که در تمامی آنها وضعیت تکیه‌گاهی مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون‌ها، ۵ ترکیب از بالش‌تک صندلی و پشتی صندلی روی ۱۰ نفر مورد آزمایش قرار گرفت، بدین‌گونه که هر فرد از ترکیب پشتی و بالش‌تک صندلی یک بار استفاده کرد، هر بالش‌تک و پشتی بعد از ۱۵ دقیقه رانندگی تعویض و مقادیر بهینه برای پهنای بالش‌تک صندلی تراکتور، طول صندلی، پهنای پشتی صندلی، ارتفاع پشتی و شیب پشتی صندلی محاسبه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که زاویه تکیه‌گاه پشتی صندلی در محدوده ۱۰۲ تا ۱۰۳ درجه بهینه بوده است.

مطالعات انجام شده در زمینه علل اختلالات اسکلتی عضلانی نشان داد که این ناراحتی‌ها ناشی از استرس و

داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتور، مطابق آنچه در شکل ۱ نشان داده شده است، شامل طول دست (شکل ۳)، طول پا، طول ران، ارتفاع ایستاده (شکل ۴)، عرض نشیمنگاه، ارتفاع نشیمنگاه در حالت نشسته، ارتفاع نشسته، ارتفاع آرنج، عرض دست، قطر حلقه دست و وزن کاربر هستند (Yisa, 2002). برای سهولت در اندازه‌گیری زاویه‌های آرنج و زانوی کاربر تراکتور، وسیله‌ای مطابق شکل ۲ ساخته شد. پارامترهای مربوط به تراکتور به ترتیب زیر بررسی شدند:

چهار نوع تراکتور و ۲۵۰ فرد کاربر در محدوده سنی ۲۰-۶۰ سال (Sanders & McCormic, 1987) آغاز شد؛ این افراد به‌طور تصادفی انتخاب شدند. سنجش‌ها در برگیرنده قابلیت دسترسی به تراکتور (تجهیزات تعبیه شده جهت سوار و پیاده شدن از تراکتور)، طرح صندلی، فرمان و فلکه فرمان، فضای کار، اهرم‌های کنترل، تجهیزات موجود جهت حفاظت از راننده در برابر باران و دمای محیط بود. تراکتورهای مطالعه شده عبارت بودند از مسی فرگوسن ۲۸۵، مسی فرگوسن ۳۹۹، والتر و نیوهلند.



شکل ۱- روش اندازه‌گیری داده‌های تن‌سنجی

(۱- ارتفاع ایستاده، ۲- طول دست، ۳- طول ران، ۴- عرض نشیمنگاه، ۵- ارتفاع نشیمنگاه در حالت نشسته، ۶- ارتفاع آرنج، ۷- ارتفاع نشسته، ۸- عرض دست، ۹- قطر حلقه دست و ۱۰- طول پا)



شکل ۲- وسیله اندازه‌گیری زاویه زانو و آرنج



شکل ۳- اندازه‌گیری طول دست



شکل ۴- اندازه‌گیری ارتفاع ایستاده

پارامترهای یاد شده فشار باد لاستیک‌های تراکتور اندازه‌گیری و بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده یکسان شدند. پس از آن، تراکتور روی یک سطح صاف قرار داده شد و آزمایش‌ها با حضور کاربران منتخب آغاز گردید که برای سوار شدن به تراکتور از یک خط ترسیم شده مبنای پلکان تراکتور، خود را آماده می‌کردند (شکل ۶). حالت سوار شدن، پیچ و تاب روی صورت

#### قابلیت دسترسی به تراکتور

سوار شدن به تراکتور، اولین برخورد کاربر با تراکتور است. در بررسی تناسب لوازم تدارک دیده شده برای سوار شدن به تراکتور با وضعیت بدنی کاربر، پارامترهای ارتفاع فلکه فرمان از سطح زمین، ارتفاع جایی که پایه تراکتور از سطح زمین و ارتفاع پلکان تراکتور از اولین مجموعه سنجش‌ها هستند (شکل ۵) (Yisa, 2002). برای اندازه‌گیری

مقایسه یاد شده برای مقادیر کرانه صدک‌های پنجم و نود و پنجم اجرا شد. مقادیر کرانه‌های یاد شده با روابط ۱ و ۲ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد (Yisa, 2002):

$$C_{\alpha/2} = M - t_{\alpha} \sigma \quad (1)$$

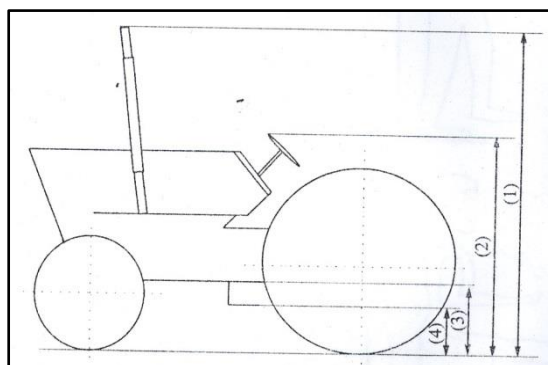
$$C_{(1-\alpha/2)} = M + t_{\alpha} \sigma \quad (2)$$

که در آنها،  
 $C$  = مقادیر صدک؛  $M$  = متوسط داده‌ها؛  $t_{\alpha}$  = مقدار خوانده شده از جدول توزیع  $t$ ؛  $\alpha$  = سطح احتمال؛ و  $\sigma$  = انحراف معیار داده‌هاست.

کاربران، واکنش‌های عضلانی و عقاید فردی افراد مورد آزمایش درباره مشکلات و راحتی حرکات مشاهده و ثبت شدند. زاویه زانوی کاربران هنگام گذاشتن پا روی پلکان تراکتور برای سوار شدن عامل مهمی در تشخیص مناسب بودن پلکان تعبیه شده برای تراکتور است. این زاویه برای کاربران مطالعه شده اندازه‌گیری گردید.

### طرح صندلی

برای بررسی تناسب طرح صندلی با وضعیت بدنی کاربران پارامترهای عرض و عمق تشک و ارتفاع پشتی صندلی اندازه‌گیری شدند. داده‌های به‌دست آمده با داده‌های تن‌سنجی نظیر، شامل عرض نشیمنگاه، طول ران و ارتفاع پشت کاربر در حالت نشسته مقایسه شدند.



شکل ۵- اندازه‌گیری ابعاد تراکتور  
 (۱- ارتفاع تراکتور، ۲- ارتفاع فلکه فرمان، ۳- ارتفاع جابجایی و ۴- ارتفاع پلکان)



شکل ۶- سوار شدن به تراکتور و تشخیص مناسب بودن پلکان

## فرمان و فلکۀ فرمان

برای بررسی تناسب محل قرارگیری اهرم‌ها با داده‌های تن‌سنجی، فاصله اهرم‌های دنده و هیدرولیک از نقطه مرجع صندلی اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با طول دست کاربران صدک‌های پنجم و نود و پنجم مقایسه و مناسب بودن فاصله‌ها بررسی گردید.

برای بررسی مناسب بودن محل پدال‌ها، حرکت پاها و بدن به هنگام کار با پدال‌ها و برای بررسی تناسب فضای کار با بدن کاربر، طول و عرض فضای کار اندازه‌گیری شد (Yisa, 2002). برای آنکه بررسی داده‌های حاصل از مشاهدات محقق یا دیدگاه‌های کاربران ممکن شود، به هریک از نتایج به‌دست آمده در هر آزمایش، نمره صفر، یک و دو (به ترتیب زیاد، متوسط و کم) داده شد تا بتوان بر اساس متوسط نمره‌های به دست آمده در هر آزمایش، در باره نتایج اظهار نظر و راه کار مناسب را پیشنهاد کرد.

## تجهیزات حفاظت از راننده در برابر باران و دمای محیط

قرار گرفتن کاربران در معرض باران، دمای بالا و پایین و سایر پارامترهای محیطی بر اساس ساختار تراکتور بررسی شد. نظر کاربران نیز گرفته شد. برای این کار، متوسط دمای محیط و متوسط میزان بارندگی برای ارائه پیشنهاد در خصوص بهینه‌سازی یا طراحی جایگاه راننده مبنای تصمیم بود.

## نتایج و بحث

داده‌های تن‌سنجی کاربران تراکتورهای مورد ارزیابی گردآوری شد؛ متوسط داده‌های تن‌سنجی رانندگان صدک پنجم و نود و پنجم شامل طول دست، طول پا، طول ران، ارتفاع ایستاده، عرض نشیمن‌گاه، ارتفاع نشیمن‌گاه در حالت نشسته، ارتفاع نشسته، ارتفاع آرنج، عرض دست، قطر حلقه دست و وزن کاربر در جدول ۱ آمده است.

از آنجا که کاربر در تماس دائم با فلکۀ فرمان است، آزمایشی در مورد تناسب طراحی فلکۀ فرمان با وضعیت بدنی کاربران به اجرا درآمد. بدین منظور فاصله فلکۀ فرمان از نقطه مرجع صندلی<sup>۱</sup>، محیط فلکۀ فرمان، ضخامت فلکۀ فرمان و زاویه آن با سطح افق اندازه‌گیری و سپس یک سری آزمایش عملی نیز آغاز شد (Yisa, 2002). برای این کار تراکتورها روشن و در وضعیت حرکت تنظیم شدند. هر کاربر به اندازه یک دقیقه تراکتور را هدایت می‌کرد. همه جوانب از نزدیک مشاهده و نظر هر کاربر درباره سرعت چرخش فرمان و فشار فرمان روی دست راننده یادداشت و زاویه زانوی کاربران نیز در این وضعیت اندازه‌گیری می‌شد. در آخرین آزمایش، قطر حلقه دست در حالت بسته بر اساس شکل ۱ در افراد مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. مقدار بهینه فاصله فلکۀ فرمان از نقطه مرجع صندلی و ضخامت فلکۀ فرمان به ترتیب با طول دست و قطر حلقه دست افراد صدک‌های پنجم و نود و پنجم مقایسه و مطلوبیت پارامترهای یاد شده در تراکتورهای مطالعه شده بررسی گردید (Yisa, 2002). تناسب محیط فلکۀ فرمان بر اساس نظر کاربران و مشاهدات بررسی شد (Yadav & Tewari, 1998).

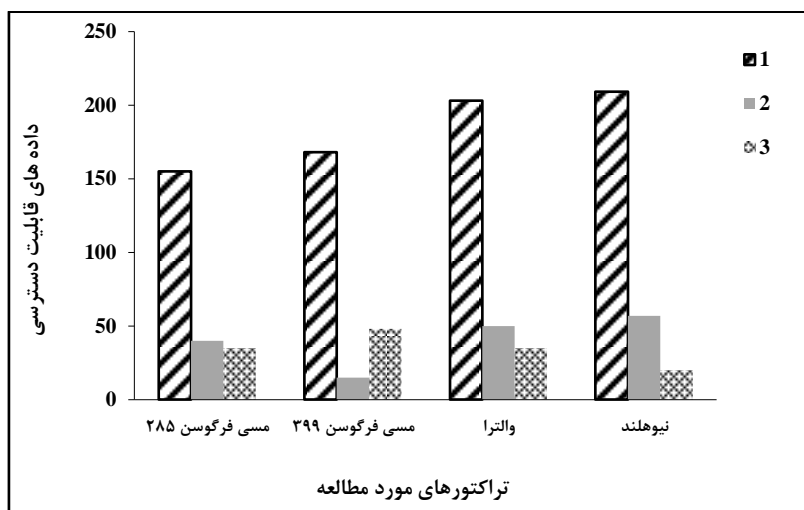
## فضای کار و اهرم‌های کنترل

برای تعیین محل مناسب اهرم‌های دستی شامل دنده و کنترل هیدرولیک و پدال‌های کلاچ، گاز و ترمز، آزمایش‌هایی اجرا شد. کاربران منتخب یکی پس از دیگری بر صندلی تراکتور می‌نشستند و هر یک از اهرم‌های اشاره شده را فعال می‌کردند. حرکت دست و بدن کاربران به هنگام کاربرد اهرم‌های دستی و حرکت پا و بدن در مدت زمان کاربرد پدال‌ها زیر نظر بود و نکات مشهود ثبت می‌شد.

شکل‌های ۷ و ۸ و جدول‌های ۲ و ۳ نتایج داده‌های اهرم‌های کنترل و فضای کار چهار نوع تراکتور مطالعه قابلیت دسترسی، طرح صندلی، فرمان و فلکه فرمان، شده را نشان می‌دهند.

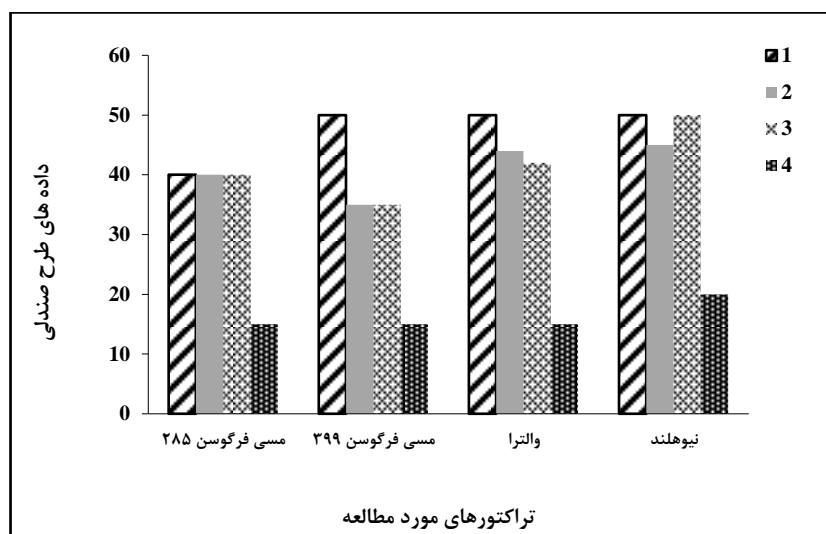
جدول ۱- داده‌های تن‌سنجی رانندگان صدک پنجم و نود و پنجم

پارامتر (سانتی‌متر)	متوسط	انحراف معیار	صدک پنجم	صدک نود و پنجم
طول دست	۷۸/۳۷	۷/۱۱	۷۳/۵۸	۸۳/۱۶
طول پا	۱۰۴/۴۱	۹/۸۹	۹۷/۷۴	۱۱۱/۰۷
طول ران	۴۶/۸۳	۴/۵۵	۴۳/۷۶	۴۹/۹۰
ارتفاع ایستاده	۱۷۱/۷۳	۱۰/۲۲	۱۶۴/۸۴	۱۷۸/۶۲
عرض نشیمن‌گاه	۳۵/۴۹	۴/۶۳	۳۲/۳۷	۳۸/۶۱
ارتفاع نشیمن‌گاه	۴۶/۰۹	۵/۹۱	۴۲/۱۱	۵۰/۰۷
ارتفاع نشسته	۱۰۱/۰۷	۶/۷۷	۹۶/۵۱	۱۰۵/۶۴
ارتفاع پشت	۶۲/۳۶	۵/۰۶	۵۹/۰۲	۶۵/۸۵
ارتفاع آرنج	۲۴/۱۳	۴/۱۳	۲۱/۳۲	۲۶/۸۹
عرض دست	۱۱/۱۲	۰/۹۸	۱۰/۴۶	۱۱/۷۸
قطر حلقه دست	۳/۵	۰/۵۰	۳/۱۷	۳/۸۴
وزن کاربر	۷۲/۵۱	۱۰/۴۹	۶۵/۴۳	۷۹/۵۸



شکل ۷- داده‌های قابلیت دسترسی چهار نوع تراکتور مورد مطالعه (۱- فاصله فلکه فرمان از زمین، ۲- فاصله جابجایی پلکان از زمین و ۳- ارتفاع پلکان)





شکل ۸- داده‌های طرح صندلی چهار نوع تراکتور مورد مطالعه  
(۱- عرض تشک صندلی، ۲- عمق تشک صندلی، ۳- ارتفاع پشتی صندلی و ۴- میزان قابلیت تنظیم صندلی)

جدول ۲- داده‌های فرمان و فلکه فرمان چهار نوع تراکتور مطالعه شده

پارامتر	مسی فرگوسن ۲۸۵	مسی فرگوسن ۳۹۹	والترا	نیوهلند
فاصله فلکه فرمان از نقطه مرجع صندلی (سانتی‌متر)	۷۷-۹۲	۷۰-۸۵	۷۵-۹۰	۷۲-۹۲
محیط فلکه فرمان (سانتی‌متر)	۱۳۶	۱۲۰	۱۱۰	۱۲۳
ضخامت فلکه فرمان (میلی‌متر)	۸	۸	۱۰	۸
زاویه فلکه فرمان با سطح افق	۱۵	۱۰	۰-۴۵	۱۰-۳۵
قطر فلکه فرمان (سانتی‌متر)	۴۳	۳۸	۳۵	۳۹

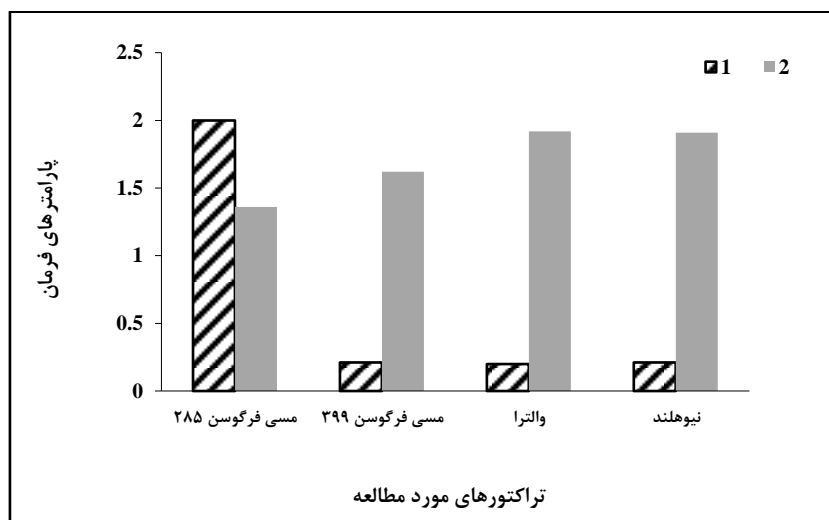
جدول ۳- داده‌های مرتبط با اهرم‌های کنترل و فضای کار چهار نوع تراکتور مطالعه شده

پارامتر	مسی فرگوسن ۲۸۵	مسی فرگوسن ۳۹۹	والترا	نیوهلند
کمترین و بیشترین فاصله اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی (سانتی‌متر)	۷۰-۸۵	۷۸-۹۲	۶۰-۷۲	۵۷-۷۱
کمترین و بیشترین فاصله اهرم هیدرولیک از نقطه مرجع صندلی (سانتی‌متر)	۷۵-۹۰	۴۲-۵۴	۵۰-۶۲	۵۴-۷۳
عرض فضای کار (سانتی‌متر)	۸۲	۹۰	۱۴۰	۱۵۰
طول فضای کار (سانتی‌متر)	۷۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۵۵

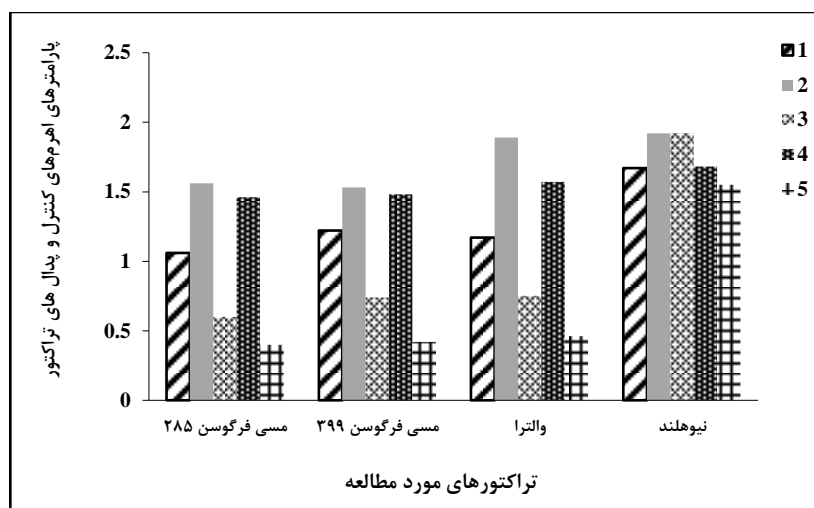
نتایج آزمایش‌های عملی پارامترهای قابلیت سوار شدن به تراکتور، فرمان، اهرم‌های کنترل و پدال‌ها برای چهار نوع تراکتور مطالعه شده در جدول‌های ۴ و ۵ و شکل‌های ۹ و ۱۰ آمده است.

جدول ۴- پارامترهای قابلیت سوار شدن به تراکتور در چهار نوع تراکتور مطالعه شده

پارامتر	مسی فرگوسن ۲۸۵	مسی فرگوسن ۳۹۹	والترا	نیوهلند
حالت سوار شدن	۱/۶۳	۱/۸۷	۱/۹۲	۱/۹۶
پیچ و تاب روی صورت	۱/۲۴	۱/۳۸	۱/۷۵	۱/۵۸
واکنش های عضلانی	۰/۹	۰/۹۳	۰/۹۲	۱/۰۷
عقیده فردی	۱/۶۲	۱/۸۰	۱/۹۶	۲
زاویه زانوی کاربر هنگام سوار شدن	۹۳/۰۷	۷۷/۰۶	۸۱/۹۲	۸۷/۵



شکل ۹- پارامترهای فرمان در چهار نوع تراکتور مطالعه شده  
(۱- سرعت چرخش فرمان و ۲- فشار فرمان روی دست)



شکل ۱۰- پارامترهای اهرم‌های کنترل و پدال‌های تراکتور در چهار نوع تراکتور مطالعه شده  
(۱- حرکت دست و بدن هنگام کار با اهرم دنده، ۲- حرکت دست و بدن هنگام کار با اهرم هیدرولیک، ۳- حرکت پا و بدن هنگام کار با پدال کلاچ، ۴- حرکت پا و بدن هنگام کار با پدال گاز و ۵- حرکت پا و بدن هنگام کار با پدال ترمز)

جدول ۵- نتایج اندازه‌گیری زاویه آرنج و زانو هنگام کار با اهرم‌ها و پدال‌های تراکتور در چهار نوع تراکتور مطالعه شده

پارامتر	مسی فرگوسن ۲۸۵	مسی فرگوسن ۳۹۹	والترا	نیوهلند
زاویه آرنج هنگام کار با اهرم دنده	۱۵۱/۲۵	۱۶۰/۲۵	۱۲۹/۶۶	۱۴۰/۵۴
زاویه آرنج هنگام کار با اهرم هیدرولیک	۱۶۷/۶۴	۱۴۹/۹۶	۱۲۲/۴۴	۱۰۲/۹۱
زاویه زانو هنگام کار با پدال کلاچ	۱۲۰/۲۵	۱۳۰/۳۸	۱۳۲/۰۷	۱۲۵/۳۲
زاویه زانو هنگام کار با پدال گاز	۱۲۵/۲۹	۱۱۰/۴۱	۱۲۲/۳۹	۱۱۲/۵۸
زاویه زانو هنگام کار با پدال ترمز	۱۱۱/۵۸	۱۲۲/۹۰	۱۳۰/۱۱	۱۰۸/۹۳

### قابلیت دسترسی به تراکتور

با توجه به نتایج به‌دست آمده از شکل ۷، قابلیت دسترسی به تراکتور یا قابلیت سوار شدن به تراکتور در هر چهار تراکتور مطالعه شده ضعیف ارزیابی می‌شود زیرا فاصله جاپایی تراکتور از زمین و ارتفاع پلکان‌های تراکتورها بیش از حد پیشنهادی (Gupta et al., 1983) یعنی ۱۴/۵ سانتی‌متر است. بنابراین، با افزایش تعداد پلکان تراکتورها و کاهش ارتفاع آنها می‌توان وضعیت مطلوب را ایجاد کرد. این مشکل همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول ۴ که در آن حالت سوار شدن راننده تراکتور، پیچ و تاب روی صورت او، واکنش‌های عضلانی و عقیده او در خصوص سوار شدن بر تراکتور آمده، قابل مشاهده است زیرا نمره‌های هر چهار پارامتر مطالعه شده بین حالت مشکل و متوسط دیده می‌شود. به‌عبارتی، سوار شدن بر تراکتورهای مطالعه شده از نظر راننده و محققان راحت نیست. در این جدول می‌بینیم که زاویه زانوی رانندگان هنگام سوار شدن بر تراکتور بین ۷۷ تا ۹۳ درجه است که در گستره پیشنهادی (Smith et al., 1994) یعنی زاویه ۱۶۰ - ۱۱۰ درجه نیست.

### طرح صندلی تراکتور

با توجه به نتایج به‌دست آمده از شکل ۸، عرض تشک صندلی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، برابر ۴۰ سانتی‌متر و عرض تشک صندلی سایر تراکتورها ۵۰ سانتی‌متر است. مقایسه اندازه‌های یاد شده با عرض نشیمنگاه رانندگان صدک پنجم و نود و پنجم که به‌ترتیب ۳۲/۳۷ و ۳۸/۶۱

سانتی‌متر است (جدول ۱)، نشان می‌دهد که عرض تشک صندلی هر چهار تراکتور بین ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر بیش از عرض نشیمنگاه رانندگان صدک‌های یاد شده است و از این‌رو برای رانندگان مطالعه شده مناسب است.

نتایج به دست آمده از شکل ۸ نشان می‌دهد که عمق تشک صندلی تراکتورها بین ۳۵ تا ۴۵ سانتی‌متر است که در مقایسه با طول رانندگان صدک‌های پنجم و نود و پنجم که در جدول ۱ به‌ترتیب ۴۳/۷۶ و ۴۹/۹ سانتی‌متر گزارش شده، درمی‌یابیم که عمق صندلی تراکتورهای نیوهلند و والترای برای صدک پنجم زیاد است و به مفهومی دیگر، طول رانندگان این صدک کمتر از عمق صندلی تراکتورهای نیوهلند و والترای به‌همین دلیل است که رانندگان به هنگام نشستن روی صندلی از یک بالش به‌عنوان تکیه‌گاه در پشت خود، استفاده می‌کنند. در نظر گرفتن پشتی مناسب که ضخامت آن قابل تغییر باشد برای رفع مشکل پیشنهاد می‌گردد. عمق صندلی تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ حدود ۱۵ سانتی‌متر کوتاه‌تر از طول رانندگان صدک نود و پنجم است. این موضوع از آسایش راننده می‌کاهد. بنابراین، افزایش ۱۰ سانتی‌متری عمق صندلی این دو تراکتور، تناسب عمق صندلی با طول رانندگان صدک نود و پنجم را بیشتر فراهم می‌سازد. این پیشنهاد با مد نظر قرار دادن تشک پیشنهاد شده برای صندلی، مطلوبیت را برای رانندگان صدک پنجم نیز در پی خواهد داشت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از شکل ۸، ارتفاع پشتی صندلی تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵، ۳۹۹، والترای و

۱۰، سانتی‌متر به طرف جلو، بهبود می‌یابد. رانندگان صدک نود و پنجم با طول دست ۸۳/۱۶ سانتی‌متر برای دسترسی به فرمان این دو تراکتور مشکلی ندارند. نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ درباره ضخامت فلکه فرمان، که در گستره ۸ تا ۱۰ میلی‌متر است، نشان می‌دهد با توجه به قطر حلقه دست کاربران صدک‌های پنجم و نود و پنجم که به ترتیب ۳/۱۷ و ۳/۸۴ سانتی‌متر گزارش شده است، رانندگان مشکلی برای گرفتن فلکه فرمان ندارند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از شکل ۹، سرعت چرخش فرمان در تراکتورهای مسی فرگوسن ۳۹۹، والترا و نیوهلند بین حالت زیاد و متوسط است که مطلوب به‌شمار می‌آید. سرعت چرخش فرمان تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ بین حالت متوسط تا کم است. این نتایج همچنین نشان می‌دهد که فشار فرمان تراکتورهای مطالعه شده روی دست رانندگان، بین حالت متوسط تا کم است. در این بین تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ با کسب نمره ۱/۳۶، فشار متوسط را بر دست رانندگان وارد می‌کند که این نتیجه با نتیجه به‌دست آمده برای سرعت چرخش فرمان تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ هم‌راستا است. فرمان سایر تراکتورها با کسب نمره بالای ۱/۶ که نزدیک به حالت مطلوب (نمره ۲ برای حالت فشار کم) است فشار کمی بر دست رانندگان وارد می‌کند و همان‌گونه که اشاره شد، سرعت چرخش فرمان این تراکتورها با این نتیجه هم‌راستا است.

#### اهرم دنده

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول ۳ و مقایسه فاصله اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی با طول دست رانندگان صدک پنجم (۷۳/۵۸ سانتی‌متر) مشاهده می‌شود که این رانندگان برای دسترسی به اهرم دنده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ دچار مشکل هستند. زیرا کمترین

نیوهلند به ترتیب ۴۰، ۳۵، ۴۲ و ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع پشت رانندگان صدک پنجم در حالت نشسته ۵۹/۰۲ سانتی‌متر است (جدول ۱) که در مقایسه با ارتفاع پشتی صندلی تراکتورها مطلوب است. اما این ارتفاع برای رانندگان صدک نود و پنجم که ارتفاع پشت آنها ۶۵/۸۵ سانتی‌متر است کوتاه خواهد بود.

#### فرمان و فلکه فرمان

بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول ۲، فاصله فلکه فرمان در تراکتورهای مسی فرگوسن ۳۹۹ و نیوهلند از نقطه مرجع صندلی به ترتیب ۸۵ - ۷۰ و ۹۲ - ۷۲ سانتی‌متر است. کمترین فاصله مربوط به حالتی است که صندلی کاملاً به جلو و بیشترین آن مربوط به زمانی است که صندلی کاملاً به عقب کشیده شده است. طول دست رانندگان صدک پنجم و نود و پنجم به ترتیب ۷۳/۵۸ و ۸۳/۱۶ سانتی‌متر گزارش شده است. مقایسه این داده‌ها نشان می‌دهد طول دست کلیه کاربران در گستره فاصله فلکه فرمان این دو تراکتور از نقطه مرجع صندلی قرار دارد. بنابراین قابلیت تنظیم لازم برای تسلط دست رانندگان روی فرمان وجود دارد. در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و والترا فاصله فلکه فرمان از نقطه مرجع صندلی به ترتیب ۹۲ - ۷۷ و ۹۰ - ۷۵ سانتی‌متر است. مقایسه طول دست رانندگان صدک پنجم (۷۳/۵۸ سانتی‌متر) با کمترین فاصله فلکه فرمان از نقطه مرجع صندلی در این دو تراکتور نشان می‌دهد که فاصله یاد شده بیشتر از طول دست رانندگان در صدک پنجم است. بنابراین دست رانندگان برای تسلط مطلوب آنها بر فرمان کوتاه است. مشاهدات نشان دادند رانندگان برای تسلط بهتر، یک بالش در پشت خود می‌گذارند و بدین ترتیب خود را اندکی جلو می‌کشند. در صورت اصلاح گستره جلو و عقب شدن صندلی این تراکتورها، نقص یاد شده بر طرف می‌شود. این کار با افزایش گستره یاد شده به میزان ۵ تا

می‌رساند. زاویه آرنج رانندگان هنگام فعال کردن اهرم دنده در تراکتورهای والترا و نیوهلند به ترتیب ۱۲۹/۶۶ و ۱۴۰/۵۴ درجه و نشان دهنده فاصله مناسب اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی است.

### اهرم هیدرولیک

بر اساس نتایج ثبت شده در جدول ۳، کمترین فاصله اهرم هیدرولیک تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ از نقطه مرجع صندلی، ۷۵ سانتی‌متر است. این فاصله نسبت به طول دست رانندگان صدک پنجم زیاد است. فاصله یاد شده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹، والترا و نیوهلند به ترتیب ۴۲، ۵۰ و ۵۴ سانتی‌متر است. بنابراین رانندگان صدک پنجم با طول دست ۷۳/۵۸ سانتی‌متر به راحتی به اهرم هیدرولیک این تراکتورها دسترسی دارند. رانندگان صدک نود و پنجم با طول دست ۸۳/۱۶ سانتی‌متر به راحتی به اهرم هیدرولیک در همه تراکتورهای مطالعه شده دسترسی دارند زیرا طول دست آنها بیش از فاصله اهرم هیدرولیک تا نقطه مرجع صندلی است.

زاویه آرنج رانندگان هنگام کار با اهرم هیدرولیک در تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ زیاد است (۱۶۷/۶۴ درجه) و نشان‌دهنده فاصله زیاد این اهرم از نقطه مرجع صندلی است. در سه تراکتور دیگر، زاویه آرنج کمتر و بیانگر دسترسی مناسب رانندگان به اهرم هیدرولیک است (جدول ۵).

### پدال‌ها

نتایج به‌دست آمده از شکل ۱۰ نشان می‌دهد که حرکت پا و بدن هنگام کار با پدال‌های کلاچ، گاز و ترمز در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵، ۳۹۹ و والترا متوسط و در تراکتور نیوهلند کم و فاصله پدال‌ها در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵، ۳۹۹ و والترا زیادتر از حالت مطلوب و در تراکتور نیوهلند مناسب است. زاویه زانو هنگام کار با

فاصله اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی، یعنی هنگامی که صندلی کاملاً جلو کشیده شده، ۷۸ سانتی‌متر است. با توجه به اینکه طول دست رانندگان صدک پنجم ۷۳/۵۸ سانتی‌متر است، رانندگان باید برای رسیدن به اهرم دنده خم شوند یا خود را با گذاشتن بالش در پشت خود، روی صندلی جلو بکشند که در این حالت، بخش کوتاه‌تری از ران آنها روی صندلی قرار می‌گیرد که این خود باعث افزایش فشار وزن روی ران و در نتیجه باعث خستگی راننده می‌شود. رانندگان صدک پنجم تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ برای دسترسی به فرمان نیز این مشکل را داشتند. بنابراین، افزایش گستره جابه‌جایی صندلی برای تسلط بهتر رانندگان روی اهرم دنده نیز به میزان ۱۰-۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود. رانندگان صدک پنجم در سه تراکتور دیگر و رانندگان صدک نود و پنجم در همه تراکتورهای مطالعه شده با تنظیم مناسب محل قرارگیری صندلی، مشکلی برای دسترسی به اهرم دنده ندارند.

نتایج ثبت شده در شکل ۱۰ نشان می‌دهد حرکت دست و بدن هنگام کار با اهرم دنده در تراکتور نیوهلند و مسی فرگوسن ۳۹۹ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داراست. این نتیجه مؤید نا متناسب بودن فاصله اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ است. یاد آوری می‌شود که در مقایسه طول دست رانندگان با فاصله یاد شده نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. به‌طور کلی در همه تراکتورهای مطالعه شده حرکت دست و بدن بین حالت متوسط و کم بوده است. زاویه آرنج رانندگان هنگام فعال کردن اهرم دنده در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ به ترتیب ۱۵۱/۲۵ و ۱۶۰/۲۵ درجه اندازه‌گیری شده است (جدول ۵). این نتیجه نشان می‌دهد دست رانندگان در هنگام کار با اهرم دنده در این دو تراکتور نزدیک به حالت صاف است و این موضوع زیاد بودن فاصله اهرم دنده از نقطه مرجع صندلی را به اثبات

پدال‌های کلاچ، گاز و ترمز در گستره مناسبی از ۱۰۸ تا ۱۳۲ درجه قرار دارد (جدول ۵).

### فضای کار

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول ۳، عرض فضای کار برای تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ (به ترتیب ۸۲ و ۹۰ سانتی‌متر) و همچنین طول فضای کار برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ (۷۰ سانتی‌متر) کافی نیست اما طول و عرض فضای کار در تراکتورهای نیوهلند و والترا کافی است.

### تجهیزات حفاظت از راننده در برابر باران و دمای محیط

تراکتورهای نیوهلند و والترا با دارا بودن اتاقک راننده با تجهیزات گرمایش و سرمایش، فضایی مطلوب برای عملکرد راننده دارند. این اتاقک‌ها ضمن حفاظت از راننده در برابر گرما، سرما، گرد و خاک، باران، برف، باد و نور آفتاب، صدای تراکتور را نیز کاهش می‌دهند و در هنگام بروز خطر، مانند واژگونی تراکتور، از راننده حفاظت می‌کنند. تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ فاقد اتاقک راننده بیشتر آنها حتی فاقد تجهیزات جلوگیری از غلتیدن تراکتور هنگام واژگونی هستند. تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ فاقد اتاقک راننده ولی دارای تجهیزات جلوگیری از غلتیدن تراکتور هنگام واژگونی است.

### نتیجه‌گیری

- فاصله جاپایی تراکتورهای مطالعه شده از زمین و ارتفاع پلکان‌های آنها بیش از حد مطلوب است یعنی سوار شدن بر تراکتورهای مطالعه شده از نظر راننده و محققان راحت نیست. با افزایش تعداد پلکان‌های تراکتورها و کاهش ارتفاع آنها می‌توان وضعیت مطلوب را ایجاد کرد.  
- عمق صندلی تراکتورهای نیوهلند و والترا برای رانندگان صدک پنجم زیاد است. در نظر گرفتن پشتی مناسب که ضخامت آن قابل تغییر باشد برای رفع مشکل پیشنهاد

می‌شود. عمق صندلی تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ کوتاه‌تر از طول رانندگان صدک نود و پنجم است که موجب کاهش آسایش راننده می‌شود. بنابراین باید ۱۰ سانتی‌متر به عمق صندلی این دو تراکتور افزوده شود.

- ارتفاع پشتی صندلی تراکتور برای رانندگان صدک نود و پنجم کوتاه است. افزایش ارتفاع پشتی صندلی به میزان ۲۵ - ۱۵ سانتی‌متر برای حل این مشکل پیشنهاد می‌گردد.

- در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و والترا، فاصله فلکه فرمان از نقطه مرجع صندلی بیش از طول دست رانندگان صدک پنجم است. بنابراین دست رانندگان برای تسلط بهتر بر فرمان کوتاه است. با افزایش گستره جابه‌جایی صندلی تراکتورهای یاد شده به میزان ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر، مشکل برطرف می‌شود.

- رانندگان برای دسترسی به اهرم دنده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ دچار مشکل هستند. افزایش گستره جابه‌جایی صندلی برای تسلط بهتر رانندگان روی اهرم دنده نیز به میزان ۱۰-۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

- فاصله اهرم هیدرولیک تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ از نقطه مرجع صندلی برای رانندگان صدک پنجم زیاد است.

- فاصله پدال‌ها در تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ زیادتر از حالت مطلوب و در تراکتورهای والترا و نیوهلند مناسب است.

- عرض فضای کار برای تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ و همچنین طول فضای کار برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ کافی نیست.

- تراکتورهای نیوهلند و والترا دارای اتاقک راننده و تجهیزات گرمایش و سرمایش و تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ فاقد این تجهیزات هستند. برای افزایش آسایش و ایمنی رانندگان، افزودن اتاقک به تراکتورهای یاد شده پیشنهاد می‌شود.

## مراجع

- Guenaelle, P. 1995. One methodology to evaluate automotive seat comfort. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Vehicle Comfort and Ergonomics. March 29-31. Bologna. Italy.
- Gupta, P. K., Gupta, M. L. and Sharm, A. P. 1983. Anthropometric survey of Indian farm workers. *AMA-Agr. Mech. Af.* 14(1): 27-30.
- Gyi, D. E., Porter, J. M. and Robertson, K. B. 1998. Seat pressure measurement technologies: considerations for their evaluation. *Appl. Ergon.* 27(2): 85-91.
- Mganilwa, Z. M., Mpanduji, S. M., Makungu, P. J. and Dihenga, H. O. 2003. Promoting local production of small multipurpose tractors in Tanzania. International Conference on Industrial Design Engineering. July 17-18. UDSM, DAR ES SALAAM,
- Miyamoto, M., Shirai, Y., Nakayama, Y., Gembung, Y. and Kaneda, K. 2000. An epidemiologic study of occupational low back pain in truck drivers. *J. Nippon Med. Sch.* 67(3): 186-190.
- Porter, J. M. and Gyi, D. E. 1998. Interface pressure and the prediction of car seat discomfort. *Int. J. Vehicle Des.* 19(3): 255-266.
- Rasmussen, J., Trholm, S. and Zee, M. D. 2009. Computational analysis of the influence of seat pan inclination and friction on muscle activity and spinal joint forces. *Int. J. Ind. Ergonom.* 39, 52-57.
- Rostami, M. A., Javadi, A., Heidari-Soltanabadi, M., Mehdinia, A. and Shaker, M. 2015. Ergonomic assessment of some commonly used tractors in Iran. *J. Agric. Mech.* 5(2): 456-467. (in Persian)
- Sanders, S. M. and McCormic, E. J. 1987. *Human Factors in Engineering and Design.* McGraw-hill Book Company.
- Smith, D. W., Sims, B. G. and Neil, D. H. O. 1994. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment. Principle and practices. *FAO Agricultural Services Bulletin.* No. 110.
- Studman, C. 1998. Ergonomic in apple sorting: a pilot study. *J. Agric. Eng. Res.* 70, 323-334.
- Tse, J. L. M. 2006. Bus driver well-being review: 50 years of research. *Transpor. Res. F.* 9, 89-114.
- Whyte, R. T. and Stayner, R. M. 1985. Design criteria for tractor seats. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Joint CIGR/AAMRH/IUFRO Ergonomics Conference. Silsoe, Bedfordshire.
- Woodson, W. E. and Berry, T. P. 1992. *Human Factors Design Handbook.* McGraw – Hill Book Company.
- Yadav, R. and Tewari, V. K. 1998. Tractor operator Workplace design-a review. *J. Terramechanics.* 35(1): 41-53.
- Yisa, M. G. 2002. Ergonomic of tractor assembled in Nigeria. *Biosys. Eng.* 81(2): 169-177.

## **Ergonomical Evaluation of Some Parts of Prevalent Tractors in Fars Province**

**M. Shaker<sup>\*</sup>, M. A. Rostami and S. M. Alavimanesh**

*\* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Iran. Email: m.shaker1348@gmail.com*

*Received: 23 March 2016, Accepted: 21 August 2016*

In this research suitability of dimension and size, location of some control equipment's and driver surroundings with dimension, sizes and abilities of tractor drivers in Fars province was evaluated. Anthropometric data was essential requirement for adjustment of machine equipments with potentiality and competence of human. In this project the first necessary anthropometric data, for about 250 tractor drivers that were in age range of 20–60 year was measured randomly. The next some of prevalent tractors specifications in Fars province with anthropometric data of fifth and ninety and fifth percentiles of drivers was compared and evaluated. The results showed that stair space of evaluated tractors from the ground was more than optimum range. Chair depth of New Holland and Valtra tractors for fifth percentile drivers was great and for elimination of this difficulty proper seat back with adjustable thickness was recommended. The surveys showed that chair depth of model 285 and 399 of massey furgousen tractors was shorter than thigh length of ninety and fifth percentile drivers, which caused the driver's discomfort. In massey furgousen tractor model 285 and Valtra tractors distance of steering wheel from seat reference point was more than hand length of fifth percentile drivers. Therefore the length of drivers hand was considered to be short for proper grip on steering wheel. The surveys showed that the drivers of massey furgousen tractors (Model 399) faced difficulty in for accessing the gear lever.

**Key words:** Anthropometric, Ergonomical, Tractor