Archive of SID

Iranian Journal of Ergonomics | ISSN: 2345-5365

Original Research

Dimensional Accommodation of Common Harvesting Combines' Seat with Operators' Anthropometric Characteristics and Proposition the Proper Dimensions Based on Ergonomics Principles

Masoud Feyzi[1], Hossein Navid[2*], Iman Dianat[3]

1. PhD, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. Associated Proffesor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3. Associated Proffesor, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Article Info

Received: 2020/04/15;
Accepted: 2020/06/06;
ePublished: 2020/07/03

10.30699/jergon.8.1.21

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Author
Hossein Navid
Associated Proffesor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
Tel: 09144029560
Email: : navid@tabrizu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: Agricultural combine harvesters play a crucial role in cereal productions. A combine operator performs almost all harvesting activities in seated posture. As an interface of the biomechanical system of operator's body and combines' mechanical system, seat has a major effect on operator's safety, health, and comfort. A successful design of seat is not achievable without considering the anthropometric characteristics of user population in geometric design. In current study, the accommodation of common harvesting combines' seat with Iranian operators' body dimensions has been investigated.

Methods: This study was conducted in Bijar, the widest county of Kurdistan province in the west of Iran. Eight anthropometric dimensions including weight, stature, shoulder height, elbow rest height, popliteal height, buttock-popliteal length, shoulder breadth, and hip breadth were measured on a sample of operators. The accommodation of seat pan width, upper backrest width, lower backrest width, seat height, armrest height, seat depth, and backrest height were investigated based on logical equations.

Results: There was a considerable mismatch between evaluated combine seats and the anthropometric dimensions of operators. Selecting 440, 370, 440, 410, 260, 430, and 415 mm for respectively seat pan width, upper backrest width, lower backrest width, seat height, armrest height, seat depth, and backrest height can increase the match percentage to a range of 62.2% to 100%.

Conclusion: The dimensions of available combine harvester seats are not suitable for Iranian population. However, considering the anthropometric dimensions of operators can improve the seats ergonomically. It should be noted that a design based on corresponding national and international standards cannot guarantee the geometrical accommodation of seats.

Keywords: Anthropometry, Ergonomics, Harvesting combine, Posture, Seat

Copyright © 2020, This is an original open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute of the material just in noncommercial usages with proper citation.

How to Cite This Article:

Feyzi M, Navid H, Dianat I. Dimensional Accommodation of Common Harvesting Combines' Seat with Operators' Anthropometric Characteristics and Proposition the Proper Dimensions Based on Ergonomics Principles. Iran J Ergon. 2020; 8 (1): 21-31

www.SID.ir

Archive of SID

مجله ارگونومی | سال ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹ | E-ISSN: 2345-5365

مقالهٔ پژوهشی

سازگاری ابعادی صندلی کمباین‌های برداشت مرسوم با ابعاد آنتروپومتریک کاربران و ارائهٔ ابعاد مناسب براساس اصول ارگونومی

مسعود فیضی[۱]، حسین نوید[۲*]، ایمان دیانت[۳]

۱. دانش‌آموختهٔ دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲. دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷
انتشار آنلاین: ۱۳۹۹/۰۴/۱۳

نویسندهٔ مسئول:
حسین نوید
دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
تلفن: ۰۹۱۴۴۰۲۹۵۶۰
پست الکترونیک:
navid@tabrizu.ac

برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.

خلاصه

زمینه و هدف: کمباین‌های برداشت کشاورزی نقش مهمی در تولید غلات دارند. یک کاربر کمباین تقریباً همهٔ امور مربوط به برداشت را در یک پوسچر نشسته انجام می‌دهد. صندلی به‌عنوان رابط سیستم بیومکانیکی بدن کاربر و سیستم مکانیکی کمباین، تأثیر فراوانی بر ایمنی، سلامتی و راحتی دارد. بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های آنتروپومتریک جامعهٔ کاربران در طراحی ابعادی، دستیابی به طراحی موفقیت‌آمیز امکان‌پذیر نیست. در مطالعهٔ حاضر، به بررسی تناسب ابعاد صندلی کمباین‌های مرسوم در ایران با ابعاد آنتروپومتریک کاربران ایرانی پرداخته شده است.

روش‌کار: این مطالعه در شهرستان بیجار، وسیع‌ترین شهرستان استان کردستان در غرب ایران در سال ۱۳۹۶ انجام شد. هشت بعد آنتروپومتریک شامل وزن، قد، ارتفاع شانه، ارتفاع آرنج، ارتفاع رکبی، طول باسن-رکبی، عرض شانه و عرض باسن بر روی نمونه‌ای از کاربران اندازه‌گیری شد. تناسب عرض نشیمنگاه، عرض بالایی پشتی، عرض پایینی پشتی، ارتفاع نشیمنگاه، ارتفاع دسته، عمق نشیمنگاه و ارتفاع پشتی براساس روابط منطقی موجود ارزیابی شدند.

یافته‌ها: میان ابعاد صندلی‌های مدنظر و ابعاد آنتروپومتریک کاربران تناسب فراوانی وجود نداشت. انتخاب مقادیر ۴۴۰، ۳۷۰، ۴۴۰، ۴۱۰، ۲۶۰، ۴۳۰ و ۴۱۵ میلی‌متر برای عرض نشیمنگاه، عرض بالایی پشتی، عرض پایینی پشتی، ارتفاع نشیمنگاه، ارتفاع دسته، عمق نشیمنگاه و ارتفاع پشتی می‌تواند تناسب را به مقادیری میان ۶۲/۲ تا ۱۰۰ درصد افزایش دهد.

نتیجه گیری: ابعاد صندلی کمباین‌های موجود، برای جامعهٔ ایرانی مناسب نیست، اما با درنظر گرفتن ابعاد آنتروپومتریک کاربران می‌توان صندلی‌ها را از نظر ارگونومیکی بهبود بخشید. باید توجه داشت که طراحی بر پایهٔ استانداردهای ملی و بین‌المللی نمی‌تواند تناسب ابعادی صندلی‌ها را تضمین کند.

کلیدواژه‌ها: آنتروپومتری، ارگونومی، کمباین برداشت، پوسچر، صندلی

مقدمه

در کنار همهٔ خطرات جانی کار با ماشین‌های کشاورزی [۱]، ارتعاشات [۲]، صدا [۳]، گرد و خاک، آفتاب، باران [۴]، تعداد زیاد اهرم‌های کنترلی و نیروی بالای لازم برای فعال‌سازی آنها [۵، ۶] شرایط کار با این ماشین‌ها را از نظر ارگونومی بسیار نامناسب کرده‌اند. ارتقای سطح ارگونومی ماشین‌های کشاورزی در گرو توجه به مسائل مختلفی است که در صدر آنها تناسب ابعاد فضای کار با خصوصیات آنتروپومتریک بدن کاربر قرار دارد [۷]. تناسب ابعاد فضای کار و ویژگی‌های ابعادی جامعه کاربران می‌تواند نیروهای واردشده بر بدن را اصلاح کند [۸]، میزان مصرف انرژی را کاهش دهد [۹] و عملکرد، ایمنی و راحتی بیشتری را داشته باشد [۱۰].

در ماشین‌های کشاورزی خودگردان، صندلی اصلی‌ترین جزء رابط سیستم مکانیکی ماشین و سیستم ظریف و حساس بیولوژیکی بدن انسان است [۱۱]. درد در ناحیهٔ پشت و

www.SID.ir

Archive of SID

راحت‌نبودن صندلی از سوی بسیاری از کاربران ماشین‌های کشاورزی گزارش شده است [۱۲]. ناراحتی در بیشتر موارد ناشی از تنش‌های وارد بر بافت بدن در ناحیهٔ تماس با صندلی است [۱۳] و میزان آن با زمان نشستن، رابطهٔ مستقیم و با میزان سطح تماس بدن با صندلی، رابطه‌ای معکوس دارد [۱۴]. مطالعات نشان می‌دهد که الگوی توزیع فشار بر اندام‌های بدن هنگام نشستن روی صندلی با ابعاد آنتروپومتریک ارتباط دارد. مطالعهٔ انجام‌شده دربارهٔ کاربران تراکتور در کشور هندوستان نشان می‌دهد که یک صندلی با نشیمنگاهی با انحنایی به شعاع ۷۵ سانتی‌متر و یک پشتی با انحنایی به شعاع ۳۰ سانتی‌متر و تمایل ۱۰ درجه‌ای به پشت، مناسب‌ترین صندلی از نظر توزیع فشار وارد بر اندام‌های بدن خواهد بود [۱۵]. در بررسی کاربران تراکتور در مزارع چای، به‌منظور اصلاح میدان دید و افزایش ایمنی، راحتی و عملکرد، ابعاد جدیدی برای ارتفاع، پهنا و عمق نشیمنگاه، ارتفاع دستهٔ صندلی و زاویهٔ استقرار نشیمنگاه و پشتی صندلی ارائه شد [۱۶]. در بررسی ارگونومیکی روی تراکتورهای مرسوم در ایران، تغییر در عمق نشیمنگاه به‌منظور راحتی بیشتر و افزایش گستره جابه‌جایی طولی صندلی به‌منظور دسترسی به غربالک فرمان و پدال‌ها پیشنهاد شد [۱۷].

در میان ماشین‌های مختلف کشاورزی، کمباین به یکی از ارکان اصلی تولید بسیاری از محصولات کشاورزی از قبیل گندم، جو و ذرت تبدیل شده است. بررسی کاربران کمباین در شهرستان بوکان از توابع استان آذربایجان غربی نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از صندلی‌های نصب‌شده روی کمباین‌های بررسی‌شده، تناسب ابعادی لازم را ندارد و برخی ابعاد مانند ارتفاع نشیمنگاه از عدم تناسب بسیار بالایی برخوردار هستند. ابعاد جدید پیشنهادشده از سوی محققان توانست تناسب ابعادی این صندلی‌ها را به میزان چشمگیری افزایش دهد [۱۸].

با توجه به گستردگی کشور ایران و فضای چندقومیتی آن، برای ارتقای ارگونومی ماشین‌های مختلف، به مطالعات متنوع در نواحی مختلف کشور نیاز است. در همین راستا، در این تحقیق، به مطالعهٔ دو نوع از متداول‌ترین کمباین‌های موجود در یکی از شهرستان‌های تولیدکنندهٔ گندم پرداخته شده است. هدف این مطالعه، بررسی تناسب ابعادی صندلی این کمباین‌ها با ابعاد کاربران مطابق با توصیه‌های محققان قبلی است. در پایان نیز مقادیر جدیدی برای ابعاد مختلف صندلی به‌منظور افزایش میزان تناسب ارائه شده است. امید است بحث‌های صورت گرفته در این خصوص، مورد توجه بخش صنعت قرار بگیرد.

روش‌کار

وسیع‌ترین شهرستان استان کردستان یعنی شهرستان بیجار، به‌سبب بالابودن میزان تولید گندم، در غرب کشور به انبار غله مشهور است. مطابق با آمار دریافتی از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان، در سال ۱۳۹۶ تعداد ۲۵۲ دستگاه کمباین در وسیع‌ترین بخش شهرستان یعنی بخش مرکزی وجود داشته است که بیشتر آنها از نوع جاندیر بودند [۱۹]. براساس تعداد کمباین‌های موجود در منطقهٔ مورد مطالعه، حجم نمونه با استفاده از رابطهٔ کوکران (رابطهٔ ۱)، ۱۵۳ نفر محاسبه شد [۲۰].

$$n=\frac{\frac{z^2\cdot p\cdot q}{e^2}}{1+\frac{(\frac{z^2\cdot p\cdot q}{e^2}-1)}{N}}$$

رابطهٔ ۱

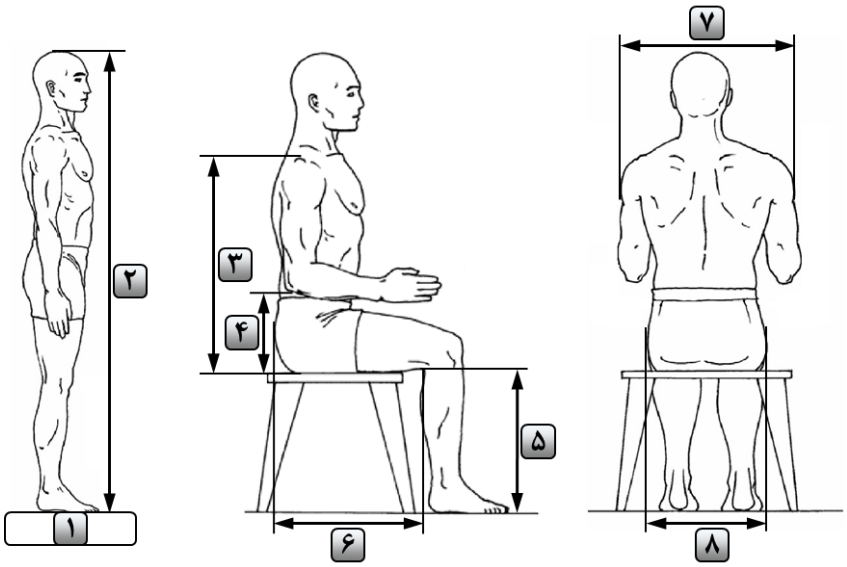
در این رابطه، n، حجم نمونه آماری، N، حجم جامعهٔ آماری، z، متغیر نرمال که در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقدار آن برابر با ۱/۹۶ است، P نسبت برخورداری از صفت مورد نظر که برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شد، q، نسبت عدم برخورداری از صفت مورد نظر که برابر با ۰/۵ به دست می‌آید و e، درجهٔ اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب است که برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. به‌منظور اطمینان، حجم نمونه ۱۶۰ نفر در نظر گرفته شد که درنهایت، با حذف داده‌های پرت و گم‌شده، ۱۵۶ داده معتبر برای تجزیه و تحلیل باقی ماندند. پس از مطرح‌شدن موضوع در شورای پژوهشی دانشگاه تبریز و تأیید علمی و اخلاقی آن، محققان برای انجام کارهای میدانی به مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بیجار معرفی شدند. فرایند جمع‌آوری داده‌های آنتروپومتریک به‌کمک یک تیم سه‌نفرهٔ حرفه‌ای بر روی کاربران کمباین مراجعه‌کننده به مدیریت جهاد کشاورزی و مراکز خدمات کشاورزی در مراکز دهستان‌ها انجام شد. شرکت در تحقیق کاملاً داوطلبانه بود و هیچ‌گونه دستمزدی به شرکت‌کنندگان پرداخت نشد. همهٔ آنها مرد بودند و در محدودهٔ سنی ۲۲ تا ۶۹ سال قرار داشتند.

هشت دادهٔ آنتروپومتریک (شکل ۱ و جدول ۱) با استفاده از یک مجموعه شامل یک استادیومتر قابل‌حمل چندتکه که قابلیت استفاده به‌عنوان کولیس را نیز داشتند (Galaxy Informatics)، یک ترازوی دیجیتال (Sanitas) و یک صندلی بدون پشتی با قابلیت تنظیم ارتفاع، اندازه‌گیری و ثبت شد. تفکیک‌پذیری استادیومتر و ترازوی مذکور به‌ترتیب برابر با ۱ میلی‌متر و ۰/۱ کیلوگرم بود. پس از اندازه‌گیری و ثبت ابعاد آنتروپومتریک،

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌ها به رایانه منتقل و در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA) تجزیه و تحلیل شدند. مقادیر کمینه، میانگین، بیشینه، انحراف معیار، خطای استاندارد میانگین، ضریب تغییرات، صدک پنجم و صدک نود و پنجم محاسبه شدند.



شکل ۱. ابعاد آنتروپومتریک اندازه‌گیری‌شده در مطالعه: ۱. وزن، ۲. قد، ۳. ارتفاع شانه (نشسته)، ۴. ارتفاع آرنج (نشسته)، ۵. ارتفاع رکبی (نشسته)، ۶. طول باسن-رکبی، ۷. عرض شانه، ۸. عرض باسن (نشسته)

جدول ۱. تعریف ابعاد آنتروپومتریک نشان داده شده در شکل ۱ [۲۱]

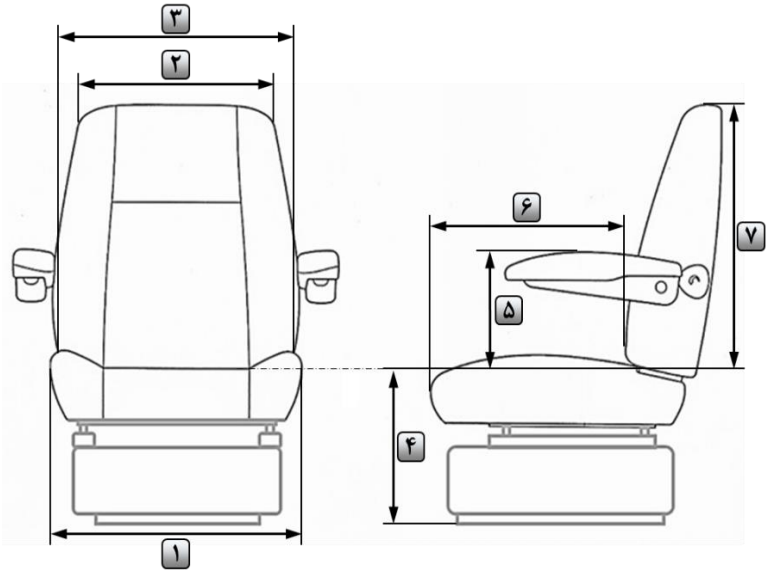
ردیف	بعد آنتروپومتریک	تعریف
۱	وزن	وزن بدن
۲	قد	فاصلهٔ عمودی از سطح زمین تا نوک سر
۳	ارتفاع شانه (نشسته)	فاصلهٔ عمودی از سطح نشیمنگاه تا نوک زائدهٔ اخرمی استخوان کتف
۴	ارتفاع آرنج (نشسته)	فاصلهٔ عمودی بین سطح نشیمنگاه تا سر آرنج دست راست
۵	ارتفاع رکبی	فاصلهٔ عمودی بین سطح کفی پا و زاویهٔ رکبی پای راست
۶	طول باسن-رکبی	فاصلهٔ افقی بین خلفی‌ترین نقطهٔ باسن تا زاویهٔ رکبی پای راست در پشت زانو؛ جایی که پشت ساق به قسمت زیرین ران متصل می‌شود
۷	عرض شانه	بیشینهٔ فاصلهٔ افقی بین مرزهای جانبی بازو بر ماهیچهٔ دالی
۸	عرض باسن	بیشینهٔ فاصلهٔ بین نقاط جانبی باسن یا ران

جهت ارزیابی صندلی‌ها نیز ۷ مورد از ابعاد، مطابق با شکل ۲، انتخاب شدند. مقادیر این اندازه‌ها برای صندلی کمباین‌های مورد مطالعه در **Error! Reference source not found.** آمده است.

به‌جز استانداردهای مربوط به ابعاد صندلی تراکتورهای کشاورزی یا جنگلداری که مقادیر آنها در شکل ۳ نشان داده شده است [۲۴-۲۲]، هیچ معیار مشخصی برای ارزیابی تناسب ابعادی صندلی کمباین‌هایی که در ایران استفاده می‌شوند وجود ندارد. در این میان، استانداردهای ملی برگرفته از استانداردهای بین‌المللی بوده و استانداردهای بین‌المللی براساس داده‌های مربوط به جوامع غربی تدوین شده‌اند [۱۱]. با توجه به تفاوت آنتروپومتریک افراد جوامع مختلف، ممکن است این استانداردها برای ارزیابی تناسب صندلی‌ها در ایران مناسب نباشند؛ بنابراین ارزیابی تناسب ابعادی صندلی کمباین‌های مورد مطالعه، براساس توصیه‌های آورده شده در ادبیات فن انجام گرفت و این مقادیر با ابعاد توصیه‌شده در استانداردها نیز مقایسه شد.

www.SID.ir

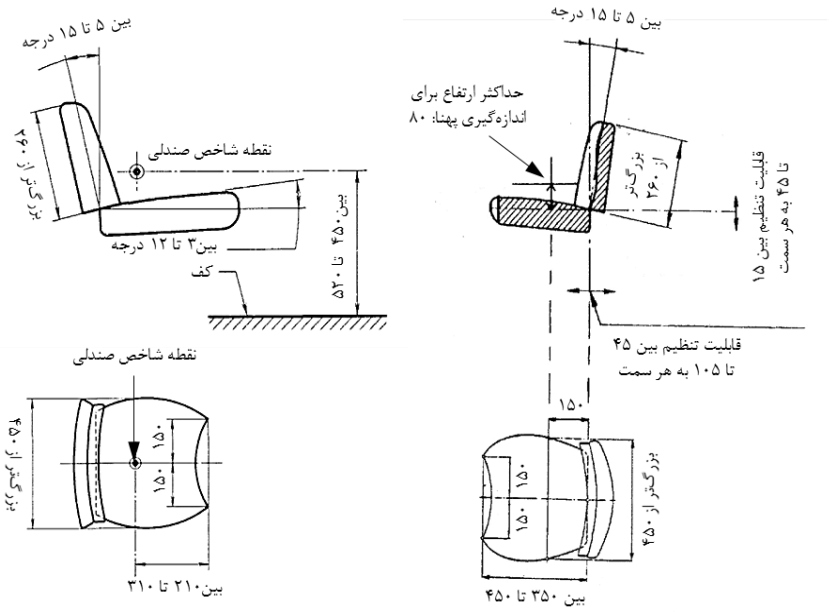
Archive of SID



شکل ۲. اندازه‌های مورد ارزیابی بر روی صندلی: ۱. عرض نشیمنگاه، ۲. عرض بالایی پشتی، ۳. عرض پایینی پشتی، ۴. ارتفاع نشیمنگاه، ۵. ارتفاع دسته، ۶. عمق نشیمنگاه، ۷. ارتفاع پشتی

جدول ۲. ابعاد صندلی (میلی‌متر) کمباین‌های مورد مطالعه [۱۸]

ابعاد صندلی	نوع کمباین	
	جاندیر ۹۵۵	جاندیر ۱۰۵۵
عرض نشیمنگاه	۴۷۰	۴۷۰
عرض بالایی پشتی	۳۶۰	۳۶۰
عرض پایینی پشتی	۴۱۹	۴۲۰
ارتفاع نشیمنگاه	۵۱۱	۴۸۱
ارتفاع دسته	۲۴۲	۲۵۰
عمق نشیمنگاه	۴۲۰	۴۶۱
ارتفاع پشتی	۴۲۱	۴۲۱



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳. مقادیر توصیه شده برای ابعاد صندلی ماشین‌های کشاورزی در استانداردها؛ سمت راست [۲۲]، سمت چپ [۲۳، ۲۴]

به گفتهٔ محققان، با در نظر گرفتن فضای لازم برای لباس و حرکات جانبی به‌منظور رفع خستگی، عرض نشیمنگاه صندلی باید از عرض باسن بزرگ‌تر باشد [۲۶، ۲۵]. به‌گونه‌ای عریض باشد که با افرادی با بزرگ‌ترین عرض باسن تناسب داشته باشد [۲۷]. اگرچه به نظر می‌رسد صندلی خیلی عریض، مشکلی در راحتی فرد ایجاد نمی‌کند، ممکن است به‌دلیل محدودیت فضا قابل‌اجرا نباشد. رابطهٔ ۲ براساس مصالحه میان تناسب ابعادی و اقتصاد فضا، برای تعیین عرض نشیمنگاه صندلی ارائه شده است [۲۸].

رابطهٔ ۲ $$1.1HB \le SW \le 1.3HB$$

در این رابطه HB، عرض باسن و SW، عرض نشیمنگاه صندلی است.

از روابط ۳ و ۴ به‌ترتیب برای تعیین عرض بالایی و پایینی پشتی صندلی بهره گرفته شد [۲۷].

رابطهٔ ۳ $$UBW \le ShB - 30mm$$

رابطهٔ ۴ $$1.1HB \le LBW \le 1.3HB$$

که در این روابط UBW، عرض بالایی پشتی صندلی، ShB، عرض شانه، HB، عرض باسن و LBW، عرض پایینی پشتی صندلی است.

ارتفاع نشیمنگاه معمولاً به‌اندازه‌ای کمتر از ارتفاع رکبی تنظیم می‌شود [۲۹]. برخی محققان مقداری بین ۸۸ تا ۹۵ درصد ارتفاع رکبی [۳۰] و برخی دیگر مقداری بین ۸۰ تا ۹۹ درصد ارتفاع رکبی را برای تعیین ارتفاع نشیمنگاه، مناسب تعریف کرده‌اند [۳۱]. دسته‌ای دیگر، تناسب ارتفاع نشیمنگاه را مستلزم تأمین دو شرط حفظ زاویهٔ بین ران با ساق پا بین ۹۵ تا ۱۲۰ درجه و زاویهٔ ساق پا با خط عمود بر کف بین ۵ تا ۳۰ درجه دانسته‌اند. با همین توجیه، رابطهٔ ۵ که در آن مقداری ۲۰ میلی‌متری برای احتساب ضخامت کف کفش به ارتفاع رکبی اضافه شده است، برای تعیین و ارزیابی ارتفاع نشیمنگاه استفاده شد [۳۲، ۱۸].

رابطهٔ ۵

$$(PH + 20mm)\cos 30^\circ \le SH \le (PH + 20mm)\cos 5^\circ$$

که در این رابطه، PH، ارتفاع رکبی و SH ارتفاع نشیمنگاه است.

درمورد ارتفاع دستهٔ صندلی، تقریباً همهٔ محققان اتفاق‌نظر دارند که این مقدار نباید از ارتفاع آرنج (نشسته) کمتر باشد [۳۳، ۲۵، ۱۸]، اما دربارهٔ حداکثر ارتفاع مجاز آن اختلاف‌نظرهایی وجود دارد. برخی محققان حداکثر ارتفاع مناسب برای دستهٔ صندلی را ۵ سانتی‌متر بلندتر از ارتفاع آرنج (نشسته) دانسته‌اند [۳۴]؛ درحالی‌که از دیدگاه برخی دیگر حداکثر ارتفاع مناسب برای دستهٔ صندلی براساس زاویه‌های چرخش بازو است. آنان با فرض ۲۰ درجه و ۲۵ درجه چرخش بازو حول محورهای عمود بر هم برای محاسبهٔ حداکثر ارتفاع دستهٔ صندلی، به رابطهٔ ۶ رسیده‌اند که در این مطالعه نیز اساس ارزیابی قرار داده شد [۳۱].

رابطهٔ ۶ $$ERH \le ARH \le 0.8517ERH + 0.1483ShH$$

در این رابطه، ERH، ارتفاع آرنج (نشسته)، ARH، ارتفاع دستهٔ صندلی و ShH، ارتفاع شانه (نشسته) است.

در منابع علمی آمده است که عمق نشیمنگاه باید کوتاه‌تر از طول باسن-رکبی تنظیم شود [۳۵، ۳۲، ۲۵، ۱۸]. در تحقیقی دیگر، مقادیر بین ۸۰ تا ۹۵ درصد طول باسن-رکبی به‌عنوان عمق نشیمنگاه مناسب تعریف شده است [۳۱]. هرچند محققان مرز بالایی را تا ۹۹ درصد افزایش داده‌اند [۲۸]. در این مطالعه رابطهٔ ۷ برای تعیین این بعد استفاده شد که قبلاً در مطالعات دیگر نیز استفاده شده است [۳۷، ۳۶].

رابطهٔ ۷ $$0.8BPL \le SD \le 0.95BPL$$

در این رابطه BPL، طول باسن-رکبی و SD، عمق نشیمنگاه است.

به‌منظور آزادی حرکت بالاتنه و بازوها، توصیه شده است که لبهٔ بالایی پشتی صندلی پایین‌تر از استخوان کتف قرار گیرد [۲۷]. بر همین اساس، در این مطالعه از رابطهٔ ۸ جهت تعیین ارتفاع پشتی صندلی استفاده شد که براساس آن لبهٔ بالایی صندلی حداقل پایین‌تر از لبهٔ بالایی استخوان کتف تنظیم می‌شود [۲۸].

رابطهٔ ۸ $$0.6ShH \le BH \le 0.8ShH$$

در این رابطه، ShH، ارتفاع شانه و BH، ارتفاع پشتی صندلی است.

یافته‌ها

مقادیر کمینه، بیشینه، میانگین، انحراف معیار، خطای استاندارد میانگین، ضریب تغییرات و صدک‌های پنجم و نود و پنجم مربوط به داده‌های آنتروپومتریک در جدول ۳، آمده است. میزان تناسب و عدم تناسب ابعاد مختلف صندلی کمباین‌های مورد بررسی با ابعاد بدن کاربران نیز به‌طور خلاصه در جدول ۴، مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ابعاد آنتروپومتریک کاربران کمباین مرد (تعداد=۱۵۶ نفر)

پارامتر	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد میانگین	ضریب تغییرات	صدک‌ها	
							پنجم	نود و پنجم
وزن	۴۸/۷	۱۱۱/۷	۷۵/۰	۱۲/۴	۱/۰۰	۱۶/۶۰	۵۴/۵	۹۵/۵
قد	۱۵۹۵	۱۸۷۵	۱۷۱۷/۴	۶۳/۹	۵/۱۱	۳/۷۲	۱۶۱۲/۳	۱۸۲۲/۴
ارتفاع شانه	۵۲۷	۶۸۵	۶۰۰/۴	۳۱/۳	۲/۵۰	۵/۲۱	۵۴۸/۹	۶۵۱/۸
ارتفاع آرنج	۱۵۹	۳۱۵	۲۳۵/۸	۳۱/۴	۲/۵۲	۱۳/۳۳	۱۸۴/۱	۲۸۷/۴
ارتفاع رکبی	۳۵۵	۴۹۵	۴۲۵/۷	۲۳/۹	۱/۹۱	۵/۶۲	۳۸۶/۴	۴۶۵/۱
طول باسن-رکبی	۴۳۹	۵۶۹	۴۹۶/۸	۲۷/۳	۲/۱۸	۵/۴۹	۴۵۱/۹	۵۴۱/۶
عرض شانه	۳۷۵	۵۲۷	۴۴۷/۷	۲۷/۵	۲/۲۰	۶/۱۴	۴۰۲/۴	۴۹۲/۹
عرض باسن	۲۹۹	۴۳۵	۳۶۹/۹	۲۶/۱	۲/۰۹	۷/۰۴	۳۲۷/۱	۴۱۲/۸

وزن برحسب کیلوگرم است و سایر ابعاد برحسب میلی‌متر هستند.

جدول ۴. تناسب/ نداشتن تناسب ابعاد صندلی کمباین‌ها با ابعاد بدن کاربران

نوع کمباین و تناسب		ابعاد صندلی					
		عرض نشیمنگاه	عرض بالایی پشتی	عرض پایینی پشتی	ارتفاع نشیمنگاه	ارتفاع دسته	عمق نشیمنگاه	ارتفاع پشتی
جاندیر ۹۵۵	نداشتن تناسب بالا (درصد)	۳۸/۵	۰/۶	۲/۶	۹۹/۴	۳/۸	۱/۳	۰/۰
	نداشتن تناسب پایین (درصد)	۱/۳	۰/۰	۳۳/۳	۰/۰	۳۸/۵	۱۲/۸	۰/۰
	تناسب (درصد)	۶۰/۳	۹۹/۴	۶۴/۱	۰/۶	۵۷/۷	۸۵/۹	۱۰۰/۰
جاندیر ۱۰۵۵	نداشتن تناسب بالا (درصد)	۳۸/۵	۰/۶	۲/۶	۹۳/۶	۹/۶	۳۵/۳	۰/۰
	نداشتن تناسب پایین (درصد)	۱/۳	۰/۰	۳۰/۱	۰/۰	۳۰/۱	۰/۰	۰/۰
	تناسب (درصد)	۶۰/۳	۹۹/۴	۶۷/۳	۶/۴	۶۰/۳	۶۴/۷	۱۰۰/۰

منظور از نداشتن تناسب بالا این است که مقدار بعد مورد نظر از حد بالای تعیین‌شده برای آن بعد بزرگ‌تر است.
منظور از نداشتن تناسب پایین این است که مقدار بعد مورد نظر از حد پایین تعیین‌شده برای آن بعد کوچک‌تر است.

به‌منظور اینکه براساس رابطه‌ای معین، یک بعد از صندلی با گستره‌ای مشخص از یک یا چند بعد آنتروپومتریک تناسب داشته باشد، باید حداقل دو شرط به‌طور هم‌زمان تأمین شود. باید مقدار بعد صندلی از کران بالای رابطه به ازای کوچک‌ترین مقادیر ابعاد آنتروپومتریک کوچک‌تر باشد و از کران پایین رابطه به ازای بزرگ‌ترین مقادیر ابعاد آنتروپومتریک بزرگ‌تر باشد. بر همین اساس، شروط لازم برای تأمین تناسب ۹۰ درصدی (از صدک پنجم تا صدک نود و پنجم)، در جدول ۵ محاسبه شده است.

جدول ۴. محدوده‌های مورد نیاز برای تناسب ابعاد صندلی با ابعاد بدن ۹۰ درصد از کاربران کمباین (میلی‌متر)

عرض نشیمنگاه	عرض بالایی پشتی	عرض پایینی پشتی	ارتفاع نشیمنگاه	ارتفاع دسته	عمق نشیمنگاه	ارتفاع پشتی
≤۴۲۵/۲	≤۳۷۲/۴	≤۴۲۵/۲	≤۴۰۴/۹	≤۲۳۸/۲	≤۴۲۹/۳	≤۴۳۹/۱
≥۴۵۴/۱	ـــــ	≥۴۵۴/۱	≥۴۲۰/۱	≥۲۸۷/۴	≥۴۳۳/۲	≥۳۹۱/۱

www.SID.ir

Archive of SID

درمورد هر بعد از صندلی، اگر مقداری وجود داشته باشد که هم‌زمان بتواند هر دو شرط بیان‌شده در جدول ۵ را برآورده کند، انتخاب آن تضمین‌کنندهٔ تناسب بعد مورد نظر خواهد بود. در غیر این صورت انتخاب یک مقدار برای تأمین تناسب ۹۰ درصدی غیرممکن است. در این حالت پیشنهاد می‌شود که در صورت امکان، گستره‌ای برای بعد مورد بررسی در نظر گرفته شود تا کاربر امکان انتخاب مقادیر مختلف در آن گستره را داشته باشد؛ به عبارت دیگر، بعد مورد نظر تنظیم‌پذیر باشد. در صورتی که تنظیم‌پذیرکردن بعد مورد نظر ممکن نباشد، توصیه می‌شود که نقطهٔ میانی محدوده‌های تعیین‌شده در شروط آورده‌شده انتخاب شود. باید توجه داشت که میزان تناسب از حد مورد انتظار (۹۰ درصد) کمتر خواهد بود. با توجه به این مسائل، مقادیر پیشنهادی برای ابعاد مختلف صندلی و میزان تناسب آن با افراد مورد مطالعه در جدول ۶ به‌صورت آمده است.

جدول ۶. تناسب/عدم تناسب ابعاد پیشنهادی صندلی با ابعاد بدن کاربران کمباین

	عرض نشیمنگاه	عرض بالایی پشتی	عرض پایینی پشتی	ارتفاع نشیمنگاه	ارتفاع دسته	عمق نشیمنگاه	ارتفاع پشتی
مقدار پیشنهادی (میلی‌متر)	۴۴۰	۳۷۰	۴۴۰	۴۱۰	۲۶۰	۴۳۰	۴۱۵
نداشتن تناسب بالا (درصد)	۱۱/۵	۳/۲	۱۱/۵	۸/۳	۱۷/۳	۵/۱	۰/۰
نداشتن تناسب پایین (درصد)	۱۲/۸	۰/۰	۱۲/۸	۱۰/۹	۲۰/۵	۶/۴	۰/۰
تناسب (درصد)	۷۵/۶	۹۶/۸	۷۵/۶	۸۰/۸	۶۲/۲	۸۸/۵	۱۰۰

بحث

میانگین قد و وزن کاربران کمباین مورد بررسی در این مطالعه، به‌ترتیب ۱۷۱۷/۴ میلی‌متر و ۷۵/۰ کیلوگرم بود. قد این افراد در مقایسه با جامعهٔ هندوستان، چین، ژاپن، تایوان و کره بلندتر و در مقایسه با جامعه آلمانی، بریتانیایی و آمریکایی کوتاه‌تر است [۳۸]. همچنین این افراد ۴/۳ درصد بلندتر و ۲۹/۶ درصد سنگین‌تر از کشاورزان هندی [۳۹]، ۱/۲ درصد کوتاه‌تر و ۳/۸ درصد سنگین‌تر از کشاورزان نیجریه‌ای [۴۰]، ۸/۰ درصد بلندتر و ۳۴/۶ درصد سنگین‌تر از کشاورزان اندونزیایی [۴۱] و ۴/۹ درصد بلندتر و ۱۵/۹ درصد سنگین‌تر از کشاورزان تایلندی [۴۲] بودند.

بیشترین و کمترین درصد تناسب در صندلی هر دو مدل کمباین، به‌ترتیب به ارتفاع پشتی و ارتفاع نشیمنگاه تعلق داشت. میزان تناسب عرض نشیمنگاه صندلی در این مطالعه در مقایسه با مطالعهٔ دیگری که در ایران انجام شده بود، کمتر است [۱۸]. این بعد از صندلی تقریباً برای هیچ فردی کوچک نبوده و برای ۳۸/۵ درصد افراد بزرگ بوده است که احتمال دارد فضای کابین را تنگ کند. این موارد در ارتباط با عرض پایینی پشتی نیز صحیح است، اما عرض بالایی پشتی در هر دو نوع کمباین، تقریباً برای همهٔ افراد (بیش از ۹۹ درصد) مناسب بوده است که البته این مسئله به عدم تعیین کران پایین برای این بعد از صندلی مربوط است. ارتفاع نشیمنگاه در هر دو نوع کمباین منطبق با مطالعات قبلی برای درصد بالایی از افراد (بیش از ۹۰ درصد) بلندتر از میزان مناسب بوده است که می‌تواند با مشکلات بسیاری همراه باشد [۱۸]. در صورتی که ارتفاع نشیمنگاه بلندتر از ارتفاع رکبی باشد، پای کاربر روی کف قرار نمی‌گیرد و درنتیجه همهٔ وزن بدن روی ران‌ها قرار می‌گیرد. این مسئله سبب افزایش فشار روی بافت زیرین ران می‌شود. همچنین ممکن است گردش خون را با اختلال مواجه کند و موجب ناراحتی فرد شود و به‌دلیل فشار بیش‌ازحد به استخوان‌ها سلامتی را تهدید کند [۱۱، ۳۵]. اگر مطابق با محدوده‌های تعیین‌شده در استانداردها، میزان ارتفاع نقطهٔ شاخص صندلی ۵۲۰ میلی‌متر، فاصلهٔ لبهٔ جلویی نشیمنگاه از نقطهٔ شاخص صندلی برابر با ۳۱۰ میلی‌متر و زاویهٔ تمایل نشیمنگاه ۱۱ درجه باشد، ارتفاع لبهٔ جلویی نشیمنگاه صندلی از کف برابر با ۵۷۹ میلی‌متر محاسبه می‌شود که از بیشینهٔ ارتفاع رکبی (۴۹۵ میلی‌متر) بسیار بیشتر است و موجب عدم تناسب صندلی با کاربران می‌شود [۲۲-۲۴]؛ بنابراین رعایت‌کردن الزامات استانداردهای ملی و بین‌المللی موجود، به‌هیچ‌وجه نمی‌تواند تضمین‌کنندهٔ تناسب ابعاد صندلی با ابعاد بدن کاربران ایرانی باشد. ارتفاع دستهٔ صندلی با وجود تناسب بیشتر در مقایسه با تحقیق مشابه [۱۸]، با در نظر گرفتن مقداری ثابت، از کمترین تناسب در میان ابعاد برخوردار خواهد بود جدول ۶. عمق

www.SID.ir

Archive of SID

نشیمنگاه کمباین جاندیر ۹۵۵ از کمباین جاندیر ۱۰۵۵ تناسب بیشتری با کاربران دارد. اگر عمق نشیمنگاه از طول باسن-رکبی بیشتر باشد، پشتی صندلی کاربرد اصلی خود را از دست می‌دهد. همچنین فشار بیشتری به ناحیهٔ پشتی زانو وارد می‌شود که ممکن است موجب اختلال در گردش خون شود. درمقابل، کوتاهی عمق نشیمنگاه نیز می‌تواند موجب بی‌تعادلی و ناراحتی شود [۴۳]. الزامات استانداردهای مربوطه می‌تواند به‌گونه‌ای رعایت شود که عمق نشیمنگاه طراحی‌شده برای همهٔ کاربران کوچک باشد [۲۴-۲۲]؛ بنابراین بار دیگر نامناسب‌بودن استانداردهای مذکور برای کاربرد طراحی صندلی برای کاربران کمباین ایرانی ثابت می‌شود. تنها بعدی از صندلی که در هر دو نوع کمباین با همهٔ افراد مورد مطالعه تناسب داشت، ارتفاع پشتی صندلی بود. استانداردهای نامبرده مقدار این بعد از صندلی را بزرگ‌تر از ۲۶۰ میلی‌متر توصیه کرده‌اند که با در نظر گرفتن مقادیر بزرگ برای آن، با وجود رعایت استاندارد، صندلی تناسب کافی با کاربران را نخواهد داشت.

همان‌طور که از مقایسهٔ جدول ۴ و ۶ می‌توان دریافت، با پیشنهاد ابعاد جدید برای صندلی کمباین، تقریباً تناسب در همهٔ موارد افزایش یافته است. تنها تناسب دربارهٔ عرض بالایی صندلی کاهش یافته که البته مقدار آن بیشتر از ۹۵ درصد است و نیازهای یک طراحی خوب را تأمین می‌کند. مقدار ۳۷۰ میلی‌متر برای عرض بالایی پشتی صندلی، با توجه به عرض پایینی پشتی و هماهنگی با آن از نظر زیبایی‌شناختی مناسب به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه عرض بزرگ‌تر صندلی از نظر راحتی یا سلامتی مشکل خاصی را ایجاد نمی‌کند [۲۷]، در صورتی که محدودیت فضا اجازه دهد، بهتر است عرض صندلی بزرگ‌تر از ۴۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود تا برای بیش از ۹۰ درصد افراد راحت باشد. درنتیجه می‌توان گفت مقادیر توصیه‌شده در استانداردها دربارهٔ عرض نشیمنگاه، برای راحتی فرد مناسب بوده، اما اقتصاد فضا در آنها در نظر گرفته نشده است [۲۴-۲۲]. با کاهش ارتفاع نشیمنگاه، میزان تناسب آن تغییر چشمگیری کرده و به بیش از ۸۰ درصد رسیده است که البته با قابلیت تنظیم ۸۰ میلی‌متری می‌توان به تناسبی در حدود ۱۰۰ درصد نیز دست یافت. همچنین با تنظیم دوبارهٔ عمق نشیمنگاه، میزان تناسب آن درمورد هر دو کمباین افزایش یافته و به حدود ۹۰ درصد رسیده است. با وجود افزایش در میزان تناسب ارتفاع دستهٔ صندلی، تناسب آن هنوز رضایت‌بخش نیست. در صورت اهمیت این بعد از صندلی در طراحی، شاید طراح مجبور شود دسته را به قابلیت تنظیم مجهز کند. به‌صورت کلی با توجه به توازن نسبی بین عدم تناسب‌های بالا و پایین می‌توان گفت ابعاد پیشنهادشده، به ابعاد بهینهٔ جامعه کاربران مورد مطالعه نزدیک است.

نتایج این مطالعه، لزوم توجه به مسائل ارگونومی در ماشین‌های کشاورزی و بازنگری استانداردهای ملی مربوط را آشکار می‌کند. تحقیق حاضر جزء معدود تحقیقاتی است که در آنها به موضوع ارگونومی در ماشین‌های کشاورزی در ایران پرداخته شده است، اما این تحقیق تنها در ناحیهٔ محدودی از استان کردستان انجام شده است. با توجه به وسعت ایران و تنوع قومیتی موجود در آن، ممکن است نتایج این تحقیق قابل‌تعمیم به تمام کشور نباشد. امید است در آینده با انجام تحقیق‌های مشابه در سایر نقاط کشور، بانک اطلاعاتی مورد نیاز برای طراحی ارگونومیک ماشین‌های کشاورزی از جمله کمباین‌های برداشت ایجاد شود. همچنین در تحقیق حاضر، دربارهٔ تعداد محدودی از ابعاد آنتروپومتریک و مشخصات هندسی صندلی بحث شده است که می‌توان با تحقیق‌های گسترده‌تر و استفاده از روش‌های نوین طراحی، به طراحی‌های بهینه‌تر و کامل‌تری دست یافت.

نتیجه‌گیری

بررسی منابع علمی نشان می‌دهد مطالعات مرتبط با ارگونومی در ماشین‌های کشاورزی به‌ویژه در کشور ایران، بسیار محدود است؛ درحالی‌که ماهیت کار با این ماشین‌ها نشان‌دهندهٔ لزوم بیشتر توجه به مسائل ارگونومی در طراحی آنهاست. در مطالعهٔ حاضر، به بررسی میزان تناسب صندلی دو نوع از متداول‌ترین کمباین‌های موجود در کشور پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که برخی ابعاد این صندلی‌ها تناسب بسیار کمی با ابعاد آنتروپومتریک کاربران دارند، اما با در نظر گرفتن مقادیر مناسب برای این ابعاد و بدون تغییری در ساختار صندلی که قیمت نهایی آن را افزایش دهد، می‌توان سطح طراحی صندلی‌ها را از نظر مسائل ارگونومی بهبود بخشید و درنتیجه به سلامتی، راحتی و ایمنی کاربران کمک کرد. در این میان، پیروی از استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط به ابعاد صندلی ماشین‌های کشاورزی، سبب دستیابی به طرحی مناسب و موفق نخواهد شد و این موضوع نیازمند ایجاد بانک اطلاعاتی معتبر از ابعاد آنتروپومتریک جامعهٔ کاربران است.

www.SID.ir

Archive of SID

تقدیر و تشکر

از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بیجار که فضای انجام این تحقیق را فراهم آوردند و همهٔ افرادی که در این تحقیق شرکت کردند سپاسگزاری می‌کنیم.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

منابع مالی

منابع مالی این مطالعه توسط نویسندگان تامین شده است.

References

1. Houshyar E, Houshyar M. Tractor safety and related injuries in Iranian farms. Safety science. 2018 Mar 1;103:88-93. [DOI:10.1016/j.ssci.2017.11.018]
2. Kim JH, Dennerlein JT, Johnson PW. The effect of a multi-axis suspension on whole body vibration exposures and physical stress in the neck and low back in agricultural tractor applications. Applied ergonomics. 2018 Apr 1;68:80-9. [DOI:10.1016/j.apergo.2017.10.021] [PMID]
3. Lashgari M, Arab MR. Investigation of Relationship between Noise Annoyance and Neurophysiological Responses of Drivers in Exposure to Tractor Sound. Iranian Journal of Ergonomics. 2018 Oct 1;6(3):65-74. [DOI:10.30699/jergon.6.3.7]
4. Balasankari PK. Investigation On Ergonomics Of Tractor Operation As Influenced By Human Physiology, Vibration, And Noise (Doctoral dissertation, Tamil Nadu Agricultural University; Coimbatore).
5. Pheasant ST, Harris CM. Human strength in the operation of tractor pedals. Ergonomics. 1982 Jan 1;25(1):53-63. [DOI:10.1080/00140138208924926] [PMID]
6. Feyzi M, Navid H, Dianat I. Ergonomically based design of tractor control tools. International Journal of Industrial Ergonomics. 2019 Jul 1;72:298-307. [DOI:10.1016/j.ergon.2019.06.007]
7. Victor VM, Nath S, Verma A. Anthropometric survey of Indian farm workers to approach ergonomics in agricultural machinery design. Applied ergonomics. 2002;33(6):579-81. [DOI:10.1016/S0003-6870(02)00044-3]
8. Mehta CR, Tewari VK. Seating discomfort for tractor operators-a critical review. International Journal of Industrial Ergonomics. 2000 Jul 1;25(6):661-74. [DOI:10.1016/S0169-8141(99)00054-2]
9. Dupuis H. Effects of tractor operation on human stresses. Agricultural Engineering. 1959;40(9):510-25.
10. Hsiao H, Whitestone J, Bradtmiller B, Whisler R, Zwiener J, Lafferty C, Kau TY, Gross M. Anthropometric criteria for the design of tractor cabs and protection frames. Ergonomics. 2005 Mar 15;48(4):323-53. [DOI:10.1080/00140130512331332891] [PMID]
11. Mehta CR, Gite LP, Pharade SC, Majumder J, Pandey MM. Review of anthropometric considerations for tractor seat design. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008 May 1;38(5-6):546-54. [DOI:10.1016/j.ergon.2007.08.019]
12. Morgan LJ, Mansfield NJ. A survey of expert opinion on the effects of occupational exposures to trunk rotation and whole-body vibration. Ergonomics. 2014 Apr 3;57(4):563-74. [DOI:10.1080/00140139.2014.887785] [PMID]
13. Romano E, Pirozzi M, Ferri M, Calcante A, Oberti R, Vitale E, Rapisarda V. The use of pressure mapping to assess the comfort of agricultural machinery seats. International Journal of Industrial Ergonomics. 2019 Aug 14:102835. [DOI:10.1016/j.ergon.2019.102835]
14. Daeijavad S, Maleki A. Proper farm tractor seat angles for the right posture using FEM. Computers and Electronics in Agriculture. 2016 Jun 1;124:318-24. [DOI:10.1016/j.compag.2016.02.025]
15. Tewari VK, Prasad N. Optimum seat pan and back-rest parameters for a comfortable tractor seat. Ergonomics. 2000 Feb 1;43(2):167-86. [DOI:10.1080/001401300184549] [PMID]
16. Yadav LS. An ergonomic study to match anthropometric dimensions of tractor operators with their seat in occupational condition of tea plantations in north-east India. Crop Research. 2012;44(3):473-8.
17. Rostami MA, Soltanabadi3-A AG, Shaker MM. Ergonomic assessment of some commonly used tractors in Iran. Journal of Agricultural Machinery. 2015;5(2):456-67.
18. Ghaderi E, Maleki A, Dianat I. Design of combine harvester seat based on anthropometric data of Iranian operators. International Journal of Industrial Ergonomics. 2014 Nov 1;44(6):810-6. [DOI:10.1016/j.ergon.2014.10.003]
19. Agricultural Jihad Management Office of Bijar. Statistics of harvesting-combines. 2017.
20. Cochran WG. Planning and analysis of observational studies. John Wiley & Sons; 2009 Sep 25.
21. Gordon CC, Churchill T, Clauser CE, Bradtmiller CB, Mcconville JT, Tebbetts I. et al. 1988 Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics. United States Army Natick research, Development and Engineering Center. 1989.
22. Iranian National Standardization Organization (INSO). Agricultural Machinery - Tractor - Driver's seat on wheeled agricultural or forestry tractors. INSO 13140. 2015.

www.SID.ir

23. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Agricultural tractors - Operator's seating accommodations - Dimensions. ISIRI 8369. 2005.

24. International Organization for Standardization (ISO). Agricultural tractors - Operator's seating accommodations - Dimensions. ISO 4253. 1993.

25. Castellucci HI, Arezes PM, Molenbroek JF. Analysis of the most relevant anthropometric dimensions for school furniture selection based on a study with students from one Chilean region. Applied ergonomics. 2015 Jan 1;46:201-11. [DOI:10.1016/j.apergo.2014.08.005] [PMID]

26. Hsiao H, Whitestone J, Wilbur M, Lackore JR, Routley JG. Seat and seatbelt accommodation in fire apparatus: Anthropometric aspects. Applied ergonomics. 2015 Nov 1;51:137-51. [DOI:10.1016/j.apergo.2015.04.004] [PMID] [PMCID]

27. Orborne DJ. Ergonomics at work: Human factors in design and development. Chihester, England: John Wiley and Sons. 1996.

28. Gouvali MK, Boudolos K. Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. Applied ergonomics. 2006 Nov 1;37(6):765-73. [DOI:10.1016/j.apergo.2005.11.009] [PMID]

29. Dul J, Weerdmeester B. Posture and movement. In: Dul, J., Weerdmeester, B. (Eds.), Ergonomics for Beginners. A Reference Guide. Taylor & Francis, London. 2008; pp. 11-18. [DOI:10.1201/9781420077520]

30. Chaffin DB, Andersson GB, Martin BJ. Guidelines for seated work. Occupational biomechanics. 1991:335-75.

31. Parcells C, Stommel M, Hubbard RP. Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: empirical findings and health implications. Journal of adolescent health. 1999 Apr 1;24(4):265-73. [DOI:10.1016/S1054-139X(98)00113-X]

32. Dianat I, Karimi MA, Hashemi AA, Bahrampour S. Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: proposed dimensions based on anthropometric data. Applied ergonomics. 2013 Jan 1;44(1):101-8. [DOI:10.1016/j.apergo.2012.05.004] [PMID]

33. Lee Y, Kim YM, Lee JH, Yun MH. Anthropometric mismatch between furniture height and anthropometric measurement: A case study of Korean primary schools. International Journal of Industrial Ergonomics. 2018; 68: 260-269. [DOI:10.1016/j.ergon.2018.08.010]

34. Castellucci HI, Arezes PM, Viviani CA. Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. Applied ergonomics. 2010 Jul 1;41(4):563-8. [DOI:10.1016/j.apergo.2009.12.001] [PMID]

35. Halder P, Mahmud T, Sarker E, Karmaker C, Kundu S, Patel S, Setiawan A, Shah K. Ergonomic considerations for designing truck drivers' seats: The case of Bangladesh. Journal of occupational health. 2017:16-0163.

36. Ghofrani M, Noori H. Assessing the appropriateness of educational furniture with body size of students in Yazd. Iranian Journal of Ergonomics. 2014 Dec 15;2(3):77-87.

37. Mououdi MA, Hosseini M. The determination of the static anthropometric characteristics for the computer users from the monitoring room of one of the industries in the mazandaran province for designing an ergonomic chair. Iranian Journal of Ergonomics. 2017 Nov 10;5(3):22-8. [DOI:10.30699/jergon.5.3.22]

38. Dewangan KN, Kumar GP, Suja PL, Choudhury MD. Anthropometric dimensions of farm youth of the north eastern region of India. International Journal of Industrial Ergonomics. 2005 Nov 1;35(11):979-89. [DOI:10.1016/j.ergon.2005.04.003]

39. Vyavahare RT, Kallurkar SP. Anthropometry of male agricultural workers of western India for the design of tools and equipments. International Journal of Industrial Ergonomics. 2016 May 1;53:80-5. [DOI:10.1016/j.ergon.2015.10.008]

40. Obi OF, Ugwuishiwu BO, Adeboye BS. A survey of anthropometry of rural agricultural workers in Enugu State, south-eastern Nigeria. Ergonomics. 2015 Jun 3;58(6):1032-44. [DOI:10.1080/00140139.2014.1001446] [PMID]

41. Wibowo RK, Soni P. Anthropometry and agricultural hand tool design for Javanese and Madurese farmers in east Java, Indonesia. APCBEE procedia. 2014 Jan 1;8:119-24. [DOI:10.1016/j.apcbee.2014.03.012]

42. Sombatsawat E, Robson MG, Siriwong W. Anthropometric dimension of agricultural workers in North Eastern Thailand. InCongress of the International Ergonomics Association 2018 Aug 26 (pp. 423-433). Springer, Cham. [DOI:10.1007/978-3-319-96065-4_47]

43. Pheasant S, Haslegrave CM. Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work. CRC press; 2005 Jul 18.

www.SID.ir