

# ارزیابی هماهنگی نیروی عضلانی پای کاربران زن برای بکارگیری پدال کلاچ در تراکتورهای MF285 و U650

حسین حاجی آقا علیزاده<sup>۱</sup>، نادر فرهپور<sup>۲</sup>

## چکیده

امروزه زنان متخصص و کارگر بخش بزرگی از نیروی کار فعال در عرصه کشاورزی را تشکیل می دهند. لذا بررسی و برنامه ریزی دقیق در راستای هماهنگی بین ابزارها و ماشین آلات مورد استفاده و قابلیت های فیزیکی این کاربران جهت افزایش بهره وری، از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از اجرای این تحقیق تعیین برخی از نارسائی های تراکتورهای MF285 و U650 برای کاربران زن در ایران بوده است. روش: تعداد ۴۰ نفر از دانشجویان دختر دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی ساده در این تحقیق شرکت نمودند. ابتدا وزن آزمودنیها اندازه گیری شد. سپس با استفاده از نیروسنج الکترونیکی نیروی عضلات اکستنسور زانوی افراد در آزمایشگاه بیومکانیک و در شرایط شبیه سازی شده در پنج نوبت تکراری اندازه گیری گردید. نتایج نشان دادند که متوسط نیروی پای دختران برای فشار دادن پدال در دفعه اول  $38.7 \pm 7.31$  کیلوگرم نیرو می باشد که در مقایسه با نیروی لازم برای فشار دادن پدال کلاچ تراکتور رومانی U650 ( $52 \text{Kgf}$ ) و پدال کلاچ تراکتور مسی فرگوسن MF285 ( $42 \text{Kgf}$ ) به ترتیب ۲۸ درصد و ۱۰ درصد کمتر می باشد. این اختلاف در تکرارهای بعدی افزایش یافته است. نتیجه نهایی: با توجه به ویژگیهای بیومکانیکی با مفهوم نیروی اکستنسور پای دختران، نیروی لازم برای فشار دادن پدال کلاچ جهت تعویض دنده از طریق تغییر خصوصیات مکانیکی کلاچ باید در حدود ۲۰ درصد کاهش یابد.

**واژه های کلیدی:** تراکتور مسی فرگوسن MF285، تراکتور یونیورسال U650، نیروی عضلانی، ویژگی بیومکانیکی، نیروی اکستنسور، کاربران زن.

## مقدمه

کشورهای جهان بخود جلب کرده است. تأثیر اقتصاد و رشد اقتصادی بر سایر بخشها از جمله صنعت، فرهنگ، سیاست، آموزش عالی و ... برکسی پوشیده نیست و بهمین دلیل همواره دولت مردان کوشیده اند تا با اتخاذ تدابیر و تنظیم برنامه ها، زمینه های رشد و شکوفایی اقتصادی را فراهم آورند.

توسعه اقتصادی بعنوان یکی از مهمترین موضوعات قابل بحث، توجه بخشهای مختلف حاکمیت و حتی اقشار مختلف مردم را در همه

۱- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه

بوعلی سینا همدان

۲- استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا همدان

خصوصیات آنتروپومتریکی و بیومکانیکی آنها با شرایط مکانیکی در طراحی اجزای مختلف تراکتورهای کشاورزی به ویژه ابزارهای کنترل نظیر پدالها، در راه اندازی و استفاده از این وسیله با مشکل مواجهند. به همین دلیل بررسی نارسایی هایی از این قبیل در تراکتورهای رایج در ایران برای مهندسين زن ضروری بنظر می رسد.

### بررسی منابع

در بعضی مواقع کاربران تراکتور مجبورند به هنگام استفاده از کنترل‌های تراکتور تصمیمات سریعی اتخاذ نمایند. در این راستا استاندارد (S3352) توسط ASAE تدوین شده است که برای مثال کلاچ پایی باید با پای چپ راننده با جهت حرکت بطرف بالا کاراندازی شده و یا برای گرفتن کلاچ به پای‌ن حرکت داده شود. (۲)

یک اصل عمومی برای بکار اندازی اهرم های کنترل اینست که آن کنترل‌هایی که زیاد استفاده می شوند با کمترین حرکت دست یا پا فعال شوند، در حالیکه کنترل‌هایی که کمتر استفاده می شوند با حرکت بیشتر دست، بازو و یا دیگر اعضای بدن راننده فعال شوند. متعاقباً کنترل‌هایی که زیاد استفاده می شوند باید طوری قرار گیرند که با حرکت بند انگشت، مچ، آرنج و یا پاشنه پا قابل تغیری باشند. کنترل‌هایی که نیاز به حرکت شانه، زانو یا ران دارند آنهايي هستند که استفاده معمولی دارند. در نتیجه کنترل‌هایی که به ندرت استفاده می شوند، نیاز به حرکت کل بدن دارند. (۳)

قطعا توسعه بخشهایی که با اقتصاد کشورها رابطه تنگاتنگ دارند نقش بسزایی در توسعه اقتصادی آنها ایفا می کند و در این میان بخش کشاورزی که بطور مستقیم و غیرمستقیم مسئولیت تأمین خوراک و غذای انسان و تولید مواد اولیه بسیاری از صنایع را بعهده دارد، بعنوان یکی از بخشهای مولد اقتصادی حائز اهمیت است (۱). اما آنچه مسلم است، تولید محصولات کشاورزی از طریق روشهای سنتی دیگر نمی تواند پاسخگوی نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد جهان بویژه کشورهای در حال توسعه باشد. اینجاست که ضرورت بهره گیری از دانش و تکنولوژی روز احساس می گردد.

مکانیزاسیون کشاورزی و استفاده از ادوات و ماشینهای مدرن و پیشرفته پاسخ اساسی به نیازهای امروز کشاورزی جهان شمرده می شود. از طرفی امروزه تراکتور مؤثرترین و در دسترس ترین واحد تامین نیرو و انرژی در کشاورزی بشمار می آید بطوریکه ممکن است کشاورز در فصل کار، روزانه، زمان تقریباً زیادی را در پشت فرمان این وسیله سپری کند و این در حالی است که عده زیادی از استفاده کنندگان تراکتور در معرض صدمات ناشی از طراحی نامناسب تراکتورها و بخصوص اجزای آن قرار دارند.

ضرورت استفاده و کاربرد تراکتور بعنوان اصلی ترین منبع تولید قدرت در مسیر توسعه کشاورزی کشور، آشنایی مهندسان کشاورزی با این وسیله و کسب مهارتهای لازم در استفاده از آن را طلب می کند. این در حالی است که مشاهدات نشان می دهد دختران دانشجو اغلب به سبب عدم سازگاری

بعلاوه جایگیری صحیح راننده در صندلی نیز حائز اهمیت بسیار است .

عدم توجه به اصول مذکور ناراحتی های ستون فقرات و لگن ، درد پشت ، اسپاسم شدید و ... را در پی دارد . تحقیقات دانشمندان ثابت می کند جایگیری نامناسب استخوان لگن در صندلی ، موجب افزایش فشار و نیروهای شکنده می شود . قرارگیری صحیح در صندلی تراکتور بدلیل فشار Ulcer ، نیروی مصرفی راننده را کاهش و مهارت کاربر در استفاده از ابزارهای کنترل کننده تراکتور مانند دنده و پدالها را افزایش داده و ثبات مورد نیاز را حفظ کرده ، از لغزشها و سریدن راننده روی صندلی تراکتور جلوگیری می کند .

توجه به زاویه شیب صندلی ، موقعیت استراحت بازو ، محل قرارگیری پاها ، تثبیت وضعیت کمر ، تثبیت جانبی ، کمر بند ایمنی و ... رسیدن به طرحی جهت تعیین حالت مناسب نشستن ، تثبیت موقعیت لگن راننده و همچنین کاهش اسپاسم پا و فشارهای زیان آور وارد بر بدن وی را میسر می سازد (۶) .

## مواد و روش ها

### - جامعه آماری و روش نمونه گیری

جامعه تحقیق این پژوهش را دانشجویان دختر رشته های مهندسی کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا تشکیل داده اند . از این تعداد با استفاده از روش نمونه گیری ساده (انتخاب در دسترس) تعداد ۴۰ نفر در این مطالعه شرکت نمودند.

### - روش اندازه گیری

گروهی از محققان در یک کار تحقیقی اقدام به ارزیابی اندازه های آنترپومتری رانندگان تراکتورهای کشاورزی در ایالت ریوگرانند دوسول برزیل نمودند . نتیجه این بررسی نشان داد داده های بدست آمده در این تحقیق با اندازه های ارائه شده از سوی کارخانه تفاوت دارد ، بطوریکه اندازه های آنترپومتری رانندگان مورد آزمایش عموماً بلندتر از پارامترهای اعلام شده توسط کارخانه سازنده تراکتور بود ، لذا تشخیص داده شد تراکتورهای تجاری برزیلی مورد ارزیابی فاقد معیارهای لازم جهت تامین راحتی مورد نیاز راننده ها می باشند (۴) .

در مطالعه دیگری که در یکی از مناطق روستایی هندوستان انجام پذیرفت کشاورزانی که جمعیت آماری راتشکیل می دادند از لحاظ جنس ، سن ، قومیت ، میزان تملک زمین و روال کارهای روزانه بطور یکسان انتخاب و به دو گروه تقسیم شدند : یک گروه کشاورزان ۵۰ ساله که راننده تراکتور نیز بودند و گروه دوم زارعین ۵۰ ساله ای که راننده تراکتور نبودند . نتایج بررسی های پزشکی و عکسهای MRI نشان داد اغلب کشاورزانی که راننده تراکتور نیز بودند بدلیل عدم تناسب ارگونومیکی تراکتور با خصوصیات آنترپومتریکی آنان به کمر درد مبتلا شده بودند (۵) .

تشدید لرزشها به هنگام حرکت تراکتور در زمینهای سخت و ناهموار ، نشستهای طولانی ، چرخاندن بالا تنه برای دیدن پشت تراکتور ، طراحی و انتخاب یک صندلی مناسب را ضروری می سازد .

از نرم افزارهای آماری SPSS و EXCEL متغیر مورد مطالعه توصیف و با استفاده از آزمون T تحلیل شد و نتایج در قالب نمودار و گراف نشان داده شدند ..

در این آزمون با دو فرض مواجه هستیم :  
**H0** : میانگین نیروی عضلانی آزمودنیها برابر یا بزرگتر از اندازه قرینه آن در تراکتور است .  
**H1** : میانگین نیروی عضلانی آزمودنیها کوچکتر از اندازه قرینه آن در تراکتور است .

### نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است ، میانگین بیشینه نیروی پای دختران در پنج مرحله متوالی اندازه گیری بترتیب  $38/7 \pm 7/31$  ،  $38/62 \pm 7/19$  ،  $38/57 \pm 7/73$  ،  $37/9 \pm 7/1$  ،  $37/8 \pm 6/81$  کیلوگرم نیرو می باشد که در طی پنج مرحله حدود ۲/۵ درصد کاهش را نشان می دهد .  
 (نمودار ۱)

در ابتدا نیروی مورد نیاز برای فشار دادن پدال کلاچ در هر دو تراکتور U650 و مسی فرگوسن MF285 بعنوان تراکتورهای رایج کشور اندازه گیری و تعیین گردید .

سپس وزن و نیروی اکستنسورهای زانوی دختران در آزمایشگاه بیومکانیک با استفاده از یک نیروسنج الکترونیکی برای فشار دادن پدال شبیه سازی شده اندازه گیری شد . شرایط بگونه ای در نظر گرفته شد که فرد بعنوان راننده از حیث راحتی و تسلط به ابزارهای محیط کار در وضعیت ایده آلی قرار گیرد . این اندازه گیری برای بررسی اثرات خستگی پای دختران در استفاده از پدال کلاچ تراکتورهای مذکور ، در پنج مرحله انجام شد . جهت افزایش دقت و صحت اندازه ها در هر مرحله اندازه گیری از میانگین سه اندازه گرفته شده استفاده گردید ( مجموعاً ۱۵ مرتبه اندازه گیری صورت گرفته است) .

- روش تجزیه و تحلیل داده ها :

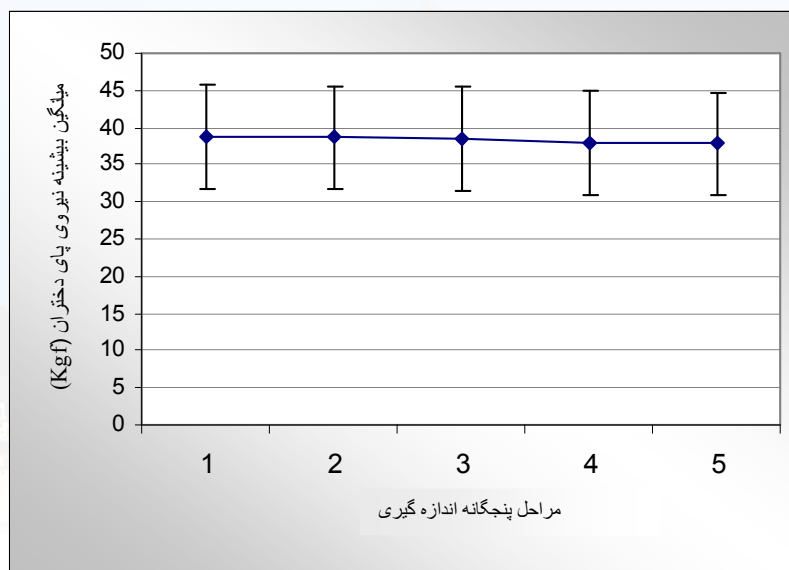
در این پژوهش پس از انجام اندازه گیری ها و جمع آوری داده ها و اطلاعات مورد نیاز با استفاده

انحراف معیار	میانگین	تعداد نمونه ها	فاکتورهای مورد نظر
۷/۳۱۰۶۹	۳۸/۷۰۰۰	۴۰	بیشینه نیروی پا برای اولین بار
۷/۱۹۲۱۹	۳۸/۶۲۵۰	۴۰	بیشینه نیروی پا برای دومین بار
۷/۷۳۸۹۷	۳۸/۵۷۵۰	۴۰	بیشینه نیروی پا برای سومین بار
۷/۰۹۵۶۸	۳۷/۹۰۰۰	۴۰	بیشینه نیروی پا برای چهارمین بار
۶/۸۱۳۲۶	۳۷/۸۰۰۰	۴۰	بیشینه نیروی پا برای پنجمین بار

جدول ۱- میانگین حداکثر نیروی پای دختران

نیاز برای استفاده از پدال کلاچ در تراکتور U650  
(۵۲Kgf) می باشد. (نمودار ۲)

بررسی نتایج جدول ۲ نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار در سطح یک درصد است؛ عبارت دیگر نیروی پای دختران بسیار کمتر از مقدار مورد



نمودار ۱- روند کاهش میانگین حداکثر نیروی پای دختران

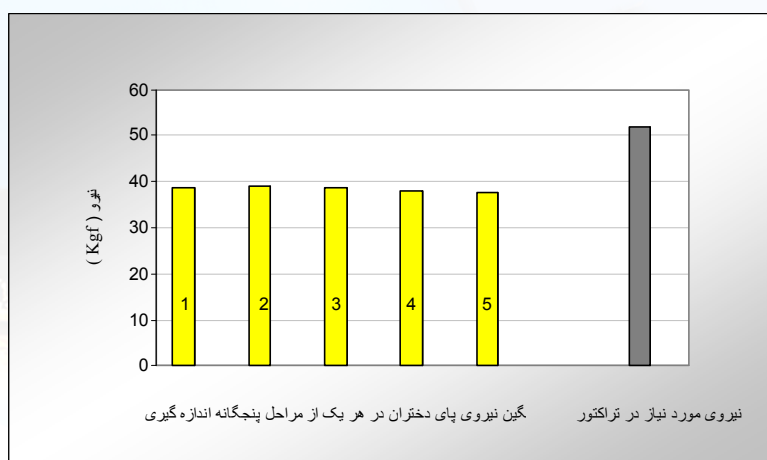
فاکتورهای مورد نظر	اندازه قرینه در کابین تراکتور = ۵۲ کیلوگرم نیرو			
	آماره t	درجه آزادی df	سطح معنی داری	اختلاف میانگین
بیشینه نیروی پا برای اولین بار	-۱۱/۵۰۶	۳۹	۰/۰۰۰	-۱۳/۳۰۰۰۰
بیشینه نیروی پا برای دومین بار	-۱۱/۷۶۲	۳۹	۰/۰۰۰	-۱۳/۳۷۵۰۰
بیشینه نیروی پا برای سومین بار	-۱۰/۹۷۱	۳۹	۰/۰۰۰	-۱۳/۴۲۵۰۰
بیشینه نیروی پا برای چهارمین بار	-۱۲/۵۶۸	۳۹	۰/۰۰۰	-۱۴/۱۰۰۰۰
بیشینه نیروی پا برای پنجمین بار	-۱۳/۱۸۱	۳۹	۰/۰۰۰	-۱۴/۲۰۰۰۰

جدول ۲- نتایج آزمون t تک نمونه ای برای مقایسه نیروی پای دختران با مقدار مورد نیاز برای کلاچ در تراکتور

U650

برای فشار دادن پدال کلاچ در این تراکتور  
 (۴۲Kgf) می باشد . اختلاف مذکور در مرحله اول  
 ۴/۲ Kgf است که در مرحله پنجم به ۳/۳ Kgf  
 افزایش می یابد . (نمودار ۳)

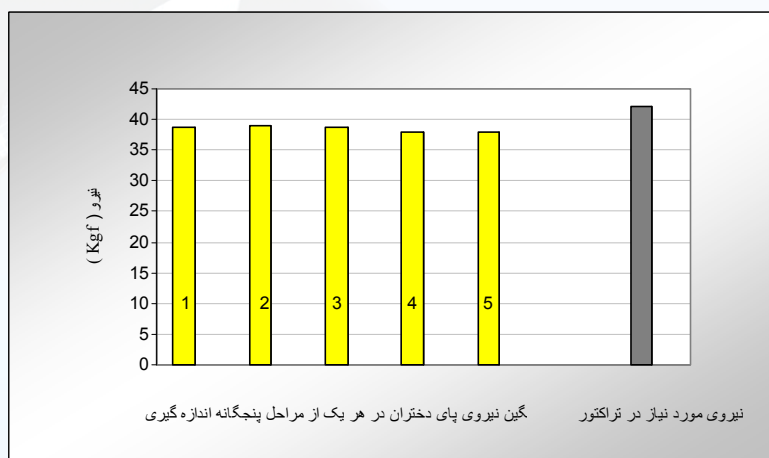
نیروی پای دانشجویان دختر برای استفاده از  
 پدال کلاچ تراکتور مسی فرگوسن MF285 نیز  
 اختلاف معنی داری را در سطح یک درصد ،  
 نشان می دهد (جدول ۳) بطوریکه میانگین نیروی  
 پای دختران حدود ۱۰ درصد کمتر از نیروی لازم



نمودار ۲- مقایسه میانگین نیروی پای دختران در هر یک از مراحل پنجگانه اندازه گیری با نیروی مورد نیاز برای پدال کلاچ  
 در تراکتور U650

فاکتورهای مورد نظر	اندازه قرینه در کابین تراکتور = ۴۲ کیلوگرم نیرو			
	آماره t	درجه آزادی df	سطح معنی داری	اختلاف میانگین
بیشینه نیروی پا برای اولین بار	-۲/۸۵۵	۳۹	۰/۰۰۷	-۳/۳۰۰۰۰
بیشینه نیروی پا برای دومین بار	-۲/۹۶۸	۳۹	۰/۰۰۵	-۳/۳۷۵۰۰
بیشینه نیروی پا برای سومین بار	-۲/۷۹۹	۳۹	۰/۰۰۸	-۳/۴۲۵۰۰
بیشینه نیروی پا برای چهارمین بار	-۳/۶۵۴	۳۹	۰/۰۰۱	-۴/۱۰۰۰۰
بیشینه نیروی پا برای پنجمین بار	-۳/۸۹۹	۳۹	۰/۰۰۰	-۴/۲۰۰۰۰

جدول ۳- نتایج آزمون t تک نمونه ای برای مقایسه نیروی پای دختران با مقدار مورد نیاز برای کلاچ در تراکتور مسی  
 فرگوسن MF285



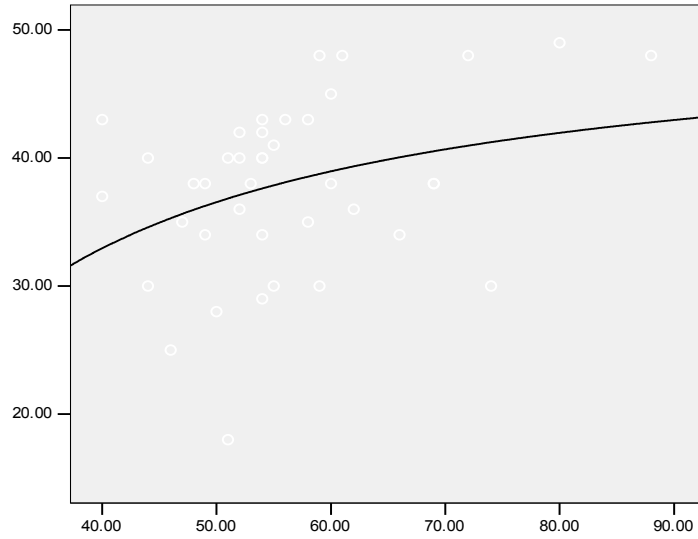
نمودار ۳- مقایسه میانگین نیروی پای دختران در هر یک از مراحل پنجگانه اندازه گیری با نیروی مورد نیاز برای پدال کلاچ در تراکتور مسی فرگوسن MF285

بررسی رابطه بین وزن افراد و نیروی پای آنان نشان می دهد که بین نیروی پا و وزن افراد همبستگی وجود دارد که میزان آن ۰/۳۵۹ می باشد. (جدول ۴ و نمودار ۴)

		وزن	نیروی پا
وزن	ضریب همبستگی	۱	۰/۳۵۹
	سطح معنی داری		۰/۰۲۳
	تعداد نمونه	۴۰	۴۰
نیروی پا	ضریب همبستگی	۰/۳۵۹	۱
	سطح معنی داری	۰/۰۲۳	
	تعداد نمونه	۴۰	۴۰

جدول ۴- بررسی همبستگی نیروی پا و وزن افراد

f1



وزن(کیلوگرم)

نمودار ۴- همبستگی نیروی پا و وزن افراد

ترین و پر استفاده ترین ابزارهای کنترل محسوب می گردد ، ناتوانی دختران در تأمین نیروی مورد نیاز جهت گرفتن کلاچ مانع مهمی در بکارگیری این نوع تراکتور برای آنها محسوب می شود .

بررسی روند تغییرات نیروی پا با وزن افراد نیز نشان داد که این روند صعودی با بازده نزولی می باشد و این بدان معنی است که در وزن های پایین با افزایش کمی در وزن افراد ، نیروی پا به شدت افزایش می یابد اما در مقادیر بالای وزن ، تغییرات وزن تأثیر کمی روی نیروی پای افراد دارد .

(نمودار ۴)

- پیشنهادات :

بر اساس نتایج آماری بدست آمده حداکثر نیروی پای که دختران برای فشار دادن پدال کلاچ قادر به اعمال آن می باشند در اثر خستگی عارضه ، به مرور زمان روند کاهشی از خود نشان می دهد .

در تراکتور U650 توان عضلانی دختران برای گرفتن پدال کلاچ کافی نبوده و آنها را با مشکل مواجه می سازد . بررسی ها در تراکتورهای مسی فرگوسن MF285 نیز گویای همین واقعیت است که دختران در این نوع تراکتور ، همانند تراکتور رومانی در استفاده از کلاچ با مشکل اساسی مواجه هستند . این در حالی است که خستگی نیز بسرعت نیروی پای آنها را کاهش می دهد . از آنجا که پدال کلاچ در مدت رانندگی یکی از کاربردی



فاصله پا از پدالها در خستگی و کاهش نیروی پای راننده ، رعایت این موارد و تطابق آنها با شرایط فیزیکی و آنتروپومتریکی دختران الزامی است . لذا پیشنهاد می شود ضمن توجه به مورد ۱ ، مطلب اخیر نیز مورد توجه واقع گردد .

۱- با توجه به اهمیت زیاد ابزارهای کنترل در رانندگی ، بررسی روشهای مکانیکی کاهش نیروی مورد نیاز برای استفاده از پدال کلاچ و ارائه راهکارها و طرحهای اجرایی بمنظور کاهش خستگی پای دختران توصیه می شود .

۲- با توجه به تأثیرگذاری زاویه میان سطح پدال و صفحه عمود بر کف کابین و نیز

## منابع

- ۱- شاکری، ع. (۱۳۸۳). "جایگاه بخش کشاورزی در فرآیند توسعه اقتصادی کشور"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۴۸:
- ۲- رنجبر، الف. قاسم زاده، ح. داودی، ش. (۱۳۷۹). "توان موتور و تراکتور"، انتشارات دانشگاه تبریز، شماره ۱-۳۷۰:
- ۳- علیمردانی، ر. (۱۳۸۱). "سیستم های تراکتور و ادوات خاک ورزی"، نشر علوم کشاورزی تهران.

4-Kumar, A., Mahajan, P., Mohan, D. and Varghese, M. (2000). "Tractor Vibration Severity and Driver Health: Study from Rural India", J. agric. Engng Res. 80(4):

5-Schlosser, J. F., Debiasi, H., Parciannelo, G. and Rambo, L. (2002) . "ANTHROPOMETRICS APPLIED TO THE AGRICULTURAL TRACTORS OPERATORS", Ciência Rural. 32 (6):

6- Cook, A. M. & S. M. Hussey. (1995) ." *Assistive Technologies: Principles and Practice*", St. Louis, MO: Mosby-Year Book, Inc.

## **Analysis of the appropriateness of the muscle force of the female users for operating clutches in MF285 and U650 tractor**

### **Abstract**

Nowadays female experts and workers have been involved in different activities such as agriculture. Therefore, the assessment and evaluations of the compatibility between the biomechanical properties of the female users and the mechanical properties of the tools are essential. The objectives of this study was to determine the inappropriateness of the force needed to operate the Clutch in MF285 and U650 tractors for female users. **Methods:** 40 female students from Agricultural Faculty of Bu Ali Sina University participated in this study. First, the height and weight of the subjects were measured. Then using electronic tensiometer, the extensor muscle force of the knee's extensor in the simulated conditions was measured. This measurement was repeated for five times. **Results** showed that the mean muscle force for knee's xtensors in first repetition was  $(38.7 \text{ kg} \pm 7.31 \text{ kg})$  while the force needed to operate the clutch in MF285 and U650 tractors were  $52 \text{ kg}$  and  $42 \text{ kg}$  respectively. This shows that female extensors' muscle force are about 28% and 10% smaller that the force needed to operate MF285 and U650 tractors respectively. In **conclusion** with respect to the biomechanical properties of the female drives compared to the mechanical properties of the MF285 and U650tractors it is necessary to change the mechanics of the clutches to reduce the force needed to operate them.

**Keywords:** MF285tractor , U650tractor , muscle force, Biomechanical properties, Extensor Muscle Force, Female users