فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحه: ۱۹-۱۰

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.8, No 1, spring, 2016
Pages: 10-19

# بررسی فعالیت الکتریکی عضلات کاربران در حین کلاچ‌گیری به روش الکترومیوگرافی در تراکتورهای متداول ایران

امین نیکخواه[۱]، باقر عمادی*[۲]، مهدی خجسته پور[۳]، سیدرضا عطارزاده حسینی[۴]، مهدی مهجور[۵]

**چکیده**

**مقدمه:** با توجه به شرایط نامناسب کاری کاربران ماشین‌های کشاورزی، انجام مطالعاتی با هدف بهبود وضعیت ارگونومیک کار با این ماشین‌ها ضروری است. بر این اساس، هدف از این مطالعه، مقایسه ارگونومیک کلاچ تراکتورهای MF285 و MF399 با ثبت فعالیت الکتریکی عضلات به روش الکترومیوگرافی بود.

**روش بررسی:** تعداد افراد مورد بررسی ۲۵ نفر می‌باشد. عضلات مورد بررسی نیز، شش عضله دوقلو داخلی، دوقلو خارجی، پهن داخلی، پهن خارجی، کوادراتوس لومباروم و تراپزیوس بودند. فعالیت الکتریکی عضلات در فواصل زمانی ۳۰ ثانیه قبل از کلاچ‌گیری، در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری و ۶۰ ثانیه استراحت پس از کلاچ‌گیری، ثبت شدند.

**نتایج:** نتایج نشان داد که عضلات پهن داخلی و دو قلو داخلی با نسبت RMS فعالیت الکتریکی در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به قبل از آن، به‌ترتیب ۶/۱۶ و ۲/۸۲ تحت تنش بیشتری در هنگام کلاچ‌گیری تراکتور MF285 قرار گرفتند. عضله‌های پهن داخلی و دوقلو خارجی نیز در هنگام کلاچ‌گیری تراکتور MF399 تحت تنش بیشتری قرار داشتند. در تمامی عضلات، غیر از عضله دو قلو خارجی، نسبت فعالیت الکتریکی عضلات در هنگام کلاچ‌گیری تراکتور MF285 بیشتر از تراکتور MF399 بود.

**نتیجه‌گیری:** در نتیجه، کاربران تراکتور MF285 و به‌طور کلی دو عضله پهن داخلی و دو قلو داخلی، در هنگام کلاچ‌گیری تحت تنش بیشتری قرار گرفتند. همچنین این دو عضله در مدت زمان طولانی‌تری پس از کلاچ‌گیری نسبت به سایر عضلات به حالت ریکاوری بازگشتند.

**واژه‌های کلیدی:** ارگونومیک، عضله، تراکتور ، نسبت RMS

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد
۲،۳- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- فارغ‌التحصل کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه فردوسی مشهد
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۳۶۵۶۱۹۵۹۶ ، پست الکترونیکی: Emadi-b@ferdowsi.um.ac.ir, Farnood.nickhah@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۳

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

**مقدمه**

تراکتور، یکی از پرکاربردترین ماشین‌های کشاورزی است. این ماشین نقش بسزایی در توسعه مکانیزاسیون کشاورزی داشته، به نحوی‌که طیف عظیمی از ادوات، اعم از سوار(این نوع از ادوات به اتصال سه نقطه پشت تراکتور متصل می‌شوند)، نیمه سوار و کششی به این وسیله متصل می‌شوند و انجام بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی را قابل حصول می‌نماید. همواره کشاورزی به‌عنوان یکی از شغل‌های پرخطر دنیا معرفی شده است(۱) و با توجه به این که بیش از یک میلیارد نفر در دنیا به انجام امور کشاورزی اشتغال دارند، توجه به بهداشت کاری و سلامت افراد فعال در این بخش حائز اهمیت می‌باشد.

مکانیزاسیون کشاورزی با محوریت تراکتور سعی بر کاهش مخاطرات، آسیب‌ها و سختی فعالیت‌های کشاورزی دارد(۲) ولی، گاه همین ابزاری که کاهش سختی و آسیب فعالیت‌های کشاورزی یکی از اهداف اصلی آن است، سبب بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی و بیماری‌هایی در کاربر می‌شود، به نحوی‌که در یک مطالعه بر روی تولید برخی از محصولات کشاورزی در آمریکا، عملیات کاشت و برداشت با ماشین‌های کشاورزی جزء پرآسیب‌ترین فعالیت کشاورزان شناخته شد(۳). این موضوع در کشورهای در حال توسعه با توجه به واردات ماشین‌های کشاورزی، انحصار تولید، عدم وجود بانک‌های آنتروپومتریک و عدم تطابق ماشین با کاربر یک چالش جدی محسوب می‌شود. با توجه به این موضوع که در هر کشوری ابعاد آنتروپومتریک بدنی افراد متفاوت است، نیاز به طراحی ماشین‌هایی منحصر به میانگین ابعاد بدنی افراد همان کشور وجود دارد. برای نمونه در مطالعه‌ای ابعاد آنتوپومتریک بدنی کشاورزان مرد هندی به‌منظور کاربرد در طراحی ماشین‌های کشاورزی بررسی شد(۴) که احتمالاً مقادیر گزارش شده با میانگین آنتروپومتریک بدنی کشاورزان ایران تفاوت بسیاری دارد. لذا واردات ماشین‌های کشاورزی از کشور دیگر، سبب بروز مشکلات احتمالی در کاربران آن وسیله خواهد شد. بهبود وضعیت ارگونومیک کاربران ماشین‌های کشاورزی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، مستلزم توجه به مواردی است که بخشی از آنها به شرح زیر است:

تهیه بانک آنتروپومتریک کشاورزان

- آزمون و ارزیابی ماشین‌های کشاورزی وارداتی و تولید داخل کشور با توجه به سلامت کاربران
- بهبود ارگونومیک طراحی ماشین‌های وارداتی مونتاژ داخل کشور
- طراحی ماشین‌هایی متناسب با عملیات
- نگاه ریزبینانه به اجزای مهم و کاربردی ماشین‌های کشاورزی(۶،۷)

در زمینه بررسی وضعیت ارگونومیک ماشین‌های کشاورزی، مطالعاتی صورت گرفته است. در یک مطالعه، بیماری‌های کمردرد رانندگان تراکتورهای کشاورزی به دلیل قرار گرفتن در معرض لرزش کلی بدن و وضعیت پرفشار، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آن نشان داد میزان شیوع کمردرد در بین رانندگان بیشتر از گروه دیگری که این فعالیت را انجام نمی‌دادند، بود و اعلام شد که بیماری‌های کمر درد ارتباط قابل توجهی با لرزش‌های تراکتور و فشارکاری دارد(۸).

در مطالعه‌ایی دیگر، Falahi و همکاران، سه عضله گاستروکینیموس(Gastrocnemius)، تراپزیوس(Trapezius) و کوادراتوس لومباروم(Quadratuslumborum) راننده تراکتورهای MF285 و MF399 را هنگام کلاچ‌گیری مورد بررسی قرار دادند. کاهش آستانه درد بعد از ۳۰ و ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری و ۶۰ ثانیه استراحت پس از کلاچ‌گیری، در هر سه عضله در تراکتور MF285 بیشتر از تراکتور MF399 بود. تاثیر کلاچ‌گیری بر میانگین کاهش آستانه درد رانندگان در همه فواصل زمانی در حین و پس از کلاچ‌گیری در عضله کوادراتوس لومباروم در هر دو تراکتور از دو عضله دیگر بیشتر بود. با توجه به این‌که این مطالعه تنها به بررسی سه عضله گاستروکینیموس، تراپزیوس و کوادراتوس لومباروم راننده پرداخت و با در نظر گرفتن این موضوع که روش الگومتر بر پایه اطلاعاتی است که فرد از آستانه درد خود اعلام می‌کند و با توجه به این که درک هر فرد از آستانه درد متفاوت می‌باشد، احتمال بروز خطا در این روش افزایش می‌یابد. مضاف بر این که در این روش قابلیت اندازه‌گیری آستانه درد هر سه عضله به‌طور همزمان وجود ندارد، لذا جهت کسب اطلاعاتی دقیق در زمینه



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

رفتار عضله در هنگام عملیات، به روش مناسبی نیاز است همچنین تمام عضلات را به صورت همزمان و در یک مرتبه انجام آزمایش، مورد بررسی قرار دهد. در نهایت از بین روش‌های مختلف(۱۱-۹)، الکترومیوگرافی عضلات به‌عنوان روش مناسبی برای دستیابی به اهداف این پژوهش شناخته شد.

مطالعاتی در بخش‌های دیگر با استفاده از این روش انجام شده است، برای نمونه Attarzadeh-Hosseini و همکاران، تاثیر خستگی را بر فعالیت الکتریکی عضلات پهن داخلی (Vastus medialis) و پهن خارجی(Vastus lateralis) (گروه عضلات چهار سر ران) در زنجیره حرکتی بسته زانو مورد بررسی قرار دادند. نتایج مقایسه میانگین‌های نسبت فعالیت الکتریکی عضلات پهن داخلی مایل و پهن خارجی پیش و پس از خستگی اختلاف معنی‌داری نداشت و مشخص شد که خستگی، اثری بر تغییر الگوی فعالیت عضله چهار سر رانی ندارد(۱۲). در رابطه با استفاده از روش الکترومیوگرافی عضلات به‌منظور مقایسه ارگونومیک ابزارها، بررسی برای مقایسه ماوس(Mouse) ارگونومیک با سه نوع موس رایج بکار گرفته شد. نتایج حاصل شده مشخص نمود که فعالیت الکتریکی در اکثر عضلات مورد بررسی در کاربرد ماوس ارگونومیک طراحی شده نسبت به دو نوع موس دیگر، کمتر بود(۱۳).

با توجه به این که تاکنون مطالعه‌ای با استفاده از ثبت فعالیت الکتریکی عضلات به مقایسه ارگونومیک ماشین‌های کشاورزی نپرداخته است، هدف از این پژوهش مقایسه فعالیت عضلانی عضلات درگیر در حین کلاچ‌گیری تراکتورهای MF285 و MF399 با استفاده از روش الکترومیوگرافی عضلات می‌باشد.

**روش بررسی**

این مطالعه در بهار سال ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به روش تحلیلی توصیفی انجام گرفت. افراد مورد مطالعه نیز از مشهد و حومه بودند که از بین آنها ۲۵ نفر نمونه آماری به صورت نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. این افراد از بین کسانی که از شاخص جرم توده بدن (Body Mass Index)BMI بین ۱۸/۵ تا ۲۴/۹ کیلوگرم بر مترمربع(شاخص جرم توده بدن طبیعی) برخوردار بودند، انتخاب شدند(۱۴). افراد مورد مطالعه نسبت به گرفتن کلاچ هیچ‌گونه حساسیتی در عضلات خود نداشتند.

در این مطالعه، برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی ۱۶ کاناله مدل بیوویژن (Biovision) ساخت کشور سوئیس استفاده شد. این دستگاه دارای یک واحد انتقال‌دهنده اطلاعات و یک واحد دریافت‌کننده و همچنین مجهز به سیستم آمپلی فایر می‌باشد که در این مطالعه در شش کانال با نرخ بهره X1000 (Gain) استفاده گردید. عضلات مورد مطالعه شامل شش عضله دوقلو داخلی(Medial gastrocnemius) و دوقلو خارجی(Lateral gastrocnemius) (در ناحیه ساق پا)، پهن داخلی و پهن خارجی(گروه عضلات چهار سر ران)، کوادراتوس لومباروم (کمر) و تراپزیوس فوقانی(شانه) بودند. عضله دوقلو عضله سطحی ساق بوده که دو سر آن به آسانی در خلف ساق قابل لمس است. کوادراتوس لومباروم، عضله‌ای مهم در ثبات مفاصل کمری است و در خلال بسیاری از فعالیت‌های فلکشن (خم شدن به جلو)، اکستنشن(خم شدن به عقب) و خم شدن جانبی کمر تاثیر دارد. تراپزیوس عضله‌ای در ناحیه بالای پشت مرکب از سه قسمت است که مطالعه بر روی قسمت فوقانی صورت گرفته است(۱۷-۱۵). برای انجام آزمایش‌ها ابتدا محل‌های الکترودگذاری عضلات کاربران به‌وسیله نرم‌افزار سنیم(Seniam) شناخته شدند(۱۸). برای جلوگیری از ایجاد نویز و کاهش مقاومت، پوست موهای نقاط مشخص شده تراشیده و آن قسمت به‌وسیله الکل تمیز شد. برای ثبت فعالیت الکتریکی، الکترودهای چسبنده یک بار مصرف با فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلی‌متر بر روی عضلات تعیین شده و در قسمت چپ بدن متصل شدند(شکل ۱). سپس کابل‌ها به دستگاه انتقال‌دهنده و الکترودها متصل شدند. فواصل زمانی تعیین شده بین تمامی آزمایش‌ها رعایت و برای ثبت و مشاهده داده‌ها از نرم‌افزار Dasylab 10 استفاده گردید. داده‌ها به وسیله یک فیلتر پایین‌گذر به‌وسیله نرم‌افزار فیلتر شدند.

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]







شکل ۱: محل الکترودگذاری عضلات منتخب پای کاربران تراکتور

تراکتورهای MF285 و MF399 که تراکتورهای ساخت ایران می‌باشند، برای اجرای این تحقیق انتخاب شدند. دلیل انتخاب این تراکتورها مربوط به این موضوع است که این دو مدل، پرکاربردترین تراکتورهای ایران می‌باشند، به‌نحوی‌که این دو نوع تراکتور روی هم ۷۶٪ از تراکتورهای ایران را تشکیل می‌دهند(۱۹). برخی از مشخصات فنی این تراکتورها در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱: برخی از مشخصات فنی تراکتورهای MF285 و MF399 (۲۰)

| | MF285 | MF399 |
|---|---|---|
| توان(اسب بخار) | ۷۵ | ۱۱۰ |
| تعداد سیلندر | ۴ | ۶ |
| سیستم کلاچ | مکانیکی | مکانیکی |

تنظیمات عمومی تراکتور طبق دفترچه راهنمای آن انجام شد. برای انجام آزمایش‌ها از کاربر خواسته شد در وضعیت طبیعی روی صندلی تراکتور بنشیند. تنظیمات مربوط به صندلی مطابق راهنمای تراکتور انجام گرفت. به‌دلیل اینکه کلاچ‌گیری با پای چپ انجام می‌گیرد، تمامی عضلات در سمت چپ کاربر مورد بررسی قرار گرفتند. در حالت طبیعی قرارگیری کاربر روی صندلی تراکتور، به مدت ۳۰ ثانیه فعالیت الکتریکی عضلات ثبت شدند. سپس از کاربر خواسته شد که کلاچ را تا انتها فشار دهد (با توجه به این که مکانیزم کلاچ تراکتور MF285 دو مرحله‌ای است، با گذاشتن مانعی فلزی از ورود این مکانیزم به مرحله دوم جلوگیری شد) و این وضعیت به مدت ۶۰ ثانیه حفظ شد. همزمان با کلاچ‌گیری در این ۶۰ ثانیه، فعالیت الکتریکی عضلات کاربران به‌طور مداوم ثبت شد. سپس از کاربر خواسته شد که پای خود را از روی کلاچ برداشته و به مدت ۶۰ ثانیه به حالت طبیعی روی صندلی تراکتور بنشیند. در این وضعیت نیز فعالیت الکتریکی عضلات به مدت ۶۰ ثانیه ثبت شد(شکل ۱).

خروجی نرم‌افزار به‌صورت فایل ASC و با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 قابل مشاهده بود. با توجه به اینکه داده‌ها مقادیری مثبت و منفی داشتند. مطابق رابطه(۲) از فعالیت الکتریکی عضلات در ۳۰ ثانیه ابتدایی، در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری و پس از ۶۰ ثانیه استراحت(Root mean square) RMS گرفته شد.

نسبت RMS همزمان با ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری و پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری، محاسبه شد. تفاوت نسبت RMS فعالیت الکتریکی عضلات کاربران در حین کلاچ‌گیری تراکتورهای MF285 و MF399 با استفاده از آزمون t مقایسه میانگین‌ها به روش مشاهدات جفت شده(Paired observations) مورد بررسی قرار گرفت.

$$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n}\left(x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2\right)} \quad (۲)$$



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

در این رابطه، $X_{rms}$: میانگین ریشه دوم، n: تعداد افراد نمونه و $x_i$: فعالیت الکتریکی عضله است.

## نتایج

فعالیت الکتریکی عضلات منتخب کاربران تراکتورهای MF285 و MF399 در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: مقایسه نسبت RMS در حین و پس از استراحت بعد از کلاچ‌گیری در تراکتورهای MF285 و MF399

| عضله | نسبت RMS عضله بعد از | نسبت RMS تراکتور MF285 | نسبت RMS تراکتور MF399 | آماره t | P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| دوقلو داخلی | ۶۰ ثانیه | ۲/۸۲ | ۱/۲۲ | -۵/۹۴ | ۰/۰۰۱ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۴۶ | ۱/۰۶ | -۳/۰۷ | /۰۰۵۲ |
| دوقلو خارجی | ۶۰ ثانیه | ۱/۱۳ | ۱/۶۳ | ۳/۸۹ | ۰/۰۰۰۷ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۱۲ | ۱/۰۴ | -/۹۰ | ۰/۳۸ |
| پهن داخلی | ۶۰ ثانیه | ۶/۱۶ | ۲/۴۴ | -۳/۶۵ | ۰/۰۰۱ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۳/۱۰ | ۱/۰۸ | -۳/۱۶ | ۰/۰۰۴ |
| پهن خارجی | ۶۰ ثانیه | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | -۰/۹۴ | ۰/۳۶ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | -۰/۸۶ | ۰/۴۸ |
| کوادراتوس لومباروم | ۶۰ ثانیه | ۱/۰۶ | ۱/۰۰ | -۲/۷۵ | ۰/۰۱۱ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۱ | ۱/۰۰ | -۲/۴۵ | ۰/۰۲۲ |
| تراپزیوس | ۶۰ ثانیه | ۱/۱۴ | ۱/۱۰ | -۰/۲۶ | ۰/۷۹ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۱۲ | ۱/۰۰ | -۱/۹۳ | ۰/۰۶۵ |

عضله پهن داخلی کاربران تراکتور بیشترین فعالیت الکتریکی را در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF285 داشت. به نحوی‌که نسبت RMS فعالیت الکتریکی همزمان با ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به قبل از آن ۶/۱۶ به‌دست آمد. این بدان معناست که این عضله در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF285 تحت تنش بیشتری قرار دارد. بیشترین فعالیت الکتریکی پس از عضله پهن داخلی به عضله دو قلو داخلی اختصاص داشت(۲/۸۲). با توجه به نسبت پایین RMS فعالیت الکتریکی بعد از ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به قبل از آن در ناحیه عضلات دوقلوی داخلی، پهن خارجی، کوادراتوس لومباروم و تراپزیوس، به‌نظر می‌رسد که این عضلات در جریان کلاچ‌گیری تراکتور MF285 تحت تنش کمتری قرار دارند.

نسبت RMS پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری نسبت به قبل از آن در عضله پهن داخلی بیشترین مقدار بود(۳/۱۰). به‌عبارتی دیگر این عضله نسبت به سایر عضلات مورد بررسی در این مطالعه، در طی مدت زمان طولانی‌تری به حالت ریکاوری می‌رسد. دومین عضله‌ای که پس از کلاچ‌گیری در تراکتور MF285 همچنان فعالیت الکتریکی قابل توجهی داشت، دو قلو داخلی بود. نسبت فعالیت الکتریکی این عضله پس از ۶۰ ثانیه استراحت، بعد از کلاچ‌گیری نسبت به حالت قبل از کلاچ‌گیری ۱/۴۶ محاسبه شد.

عضله پهن داخلی بیشترین نسبت فعالیت الکتریکی را در بین سایر عضلات در هنگام کلاچ‌گیری تراکتور MF399 داشت. عضله دوقلو خارجی، دومین عضله با نسبت فعالیت الکتریکی بالا در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF399 بود. نسبت فعالیت الکتریکی بعد از ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به قبل از آن در این عضله ۱/۶۳ محاسبه شد.

نسبت فعالیت الکتریکی عضلات پهن داخلی و دوقلو داخلی پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری به‌ترتیب ۱/۰۸ و ۱/۰۶ به‌دست آمد. به این معنا که پس از کلاچ‌گیری در تراکتور MF399 این عضلات در مدت زمان بیشتری به حالت اولیه خود برمی‌گردند. این موارد با نتایج به‌دست آمده بر روی تراکتور MF285 مطابقت داشت.

در تمامی عضلات به جز دوقلو خارجی، نسبت فعالیت الکتریکی در حین کلاچ‌گیری تراکتورهای MF285 بیشتر از

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

تراکتور MF399 بود، به نحوی‌که تفاوت فعالیت الکتریکی عضلات دوقلو داخلی، دوقلو خارجی، پهن داخلی و کوادراتوس لومباروم در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. به‌عبارت دیگر عضلات کاربران تراکتورهای MF285 در هنگام کلاچ‌گیری تحت تنش بیشتری قرار دارند.

نسبت RMS فعالیت الکتریکی عضلات پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری در تراکتور MF285 بیشتر از تراکتور MF399 به‌دست آمد. تفاوت این نسبت در عضلات پهن داخلی و کوادراتوس لومباروم در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بدان معنا که عضلات کاربران تراکتور MF399 پس از یک دقیقه استراحت بعد از کلاچ‌گیری زودتر به حالت ریکاوری باز می‌گردند.

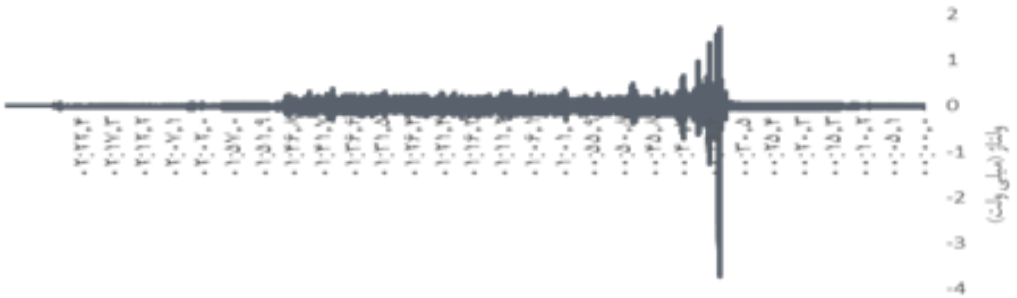
میانگین نسبت RMS فعالیت الکتریکی عضلات در حین و پس از استراحت بعد از کلاچ‌گیری در دو تراکتور در جدول ۳ آورده شده است. در بین شش عضله مورد بررسی در این مطالعه، عضله پهن داخلی بیشترین نسبت فعالیت الکتریکی را به خود اختصاص داد. نسبت فعالیت الکتریکی در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به ۳۰ ثانیه ابتدایی قبل از کلاچ‌گیری ۴/۳ بود.

عضله دوقلو داخلی با نسبت فعالیت الکتریکی ۲/۰۲ بیشترین نسبت فعالیت الکتریکی عضلات را پس از عضله پهن داخلی داشت. عضله دوقلو خارجی نیز سومین عضله با نسبت فعالیت الکتریکی زیاد در حین کلاچ‌گیری این دو تراکتور بود.

جدول ۳: نسبت RMS فعالیت الکتریکی در حین و پس از استراحت بعد از کلاچ‌گیری

| عضله | نسبت RMS عضله بعد از | میانگین نسبت RMS |
|---|---|---|
| گاستروکینیموس دوقلو داخلی | ۶۰ ثانیه | ۲/۰۲ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۲۶ |
| دوقلو خارجی | ۶۰ ثانیه | ۱/۳۸ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۸ |
| پهن داخلی | ۶۰ ثانیه | ۴/۳ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۲/۰۹ |
| پهن خارجی | ۶۰ ثانیه | ۱/۰۰ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۰ |
| کوادراتوس لومباروم | ۶۰ ثانیه | ۱/۰۳ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۰ |
| تراپزیوس | ۶۰ ثانیه | ۱/۱۲ |
| | ۶۰ ثانیه استراحت | ۱/۰۶ |

عضله پهن داخلی پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری همچنان فعالیت الکتریکی قابل‌توجهی داشت. نسبت فعالیت الکتریکی پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری نسبت به حالت قبل از آن در این عضله ۲/۰۹ بود. دوقلو داخلی دومین عضله‌ای بود که در مدت زمان طولانی‌تری پس از کلاچ‌گیری به حالت ریکاوری می‌رسید و این عضله نیز همچنان پس از یک دقیقه رها نمودن پدال کلاچ، فعالیت الکتریکی قابل‌توجهی داشت(شکل ۲). نسبت RMS فعالیت الکتریکی این عضله پس از ۶۰ ثانیه استراحت بعد از کلاچ‌گیری ۱/۲۶ به‌دست آمد.



شکل ۲: فعالیت الکتریکی عضله پهن داخلی کاربران در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF285

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

## بحث

این مطالعه با ثبت فعالیت الکتریکی عضلات دوقلو داخلی، دوقلو خارجی، پهن داخلی، پهن خارجی، کوادراتوس لومباروم و تراپزیوس کاربران به ارزیابی ارگونومیک کلاچ تراکتورهای MF285 و MF399 پرداخت. نتایج نشان داد که عضلات پهن داخلی و دوقلو داخلی کاربران به‌ترتیب بیشترین نسبت RMS فعالیت الکتریکی را در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به ۳۰ ثانیه ابتدایی قبل از کلاچ‌گیری داشتند. با توجه به این که عضله دوقلو داخلی در حین فرآیند کلاچ‌گیری این تراکتور درگیر می‌باشد(۱۷)، در مورد این عضله این نتیجه قابل انتظار بود.

در تراکتور MF399 عضلات پهن خارجی و دوقلو خارجی کاربران به‌ترتیب بیشترین نسبت RMS فعالیت الکتریکی را در طی ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به ۳۰ ثانیه ابتدایی در بین شش عضله مورد بررسی داشتند. این در حالی است که عضله دوقلو خارجی در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF399 چهارمین عضله با بیشترین نسبت فعالیت الکتریکی بود. علت این تفاوت را می‌توان در تفاوت محل قرارگیری کلاچ در دو نوع تراکتور اشاره کرد.

Falahi و همکاران نیز معتقد بودند که تفاوت زاویه قرارگیری زانو پای کاربران در دو تراکتور در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد(۷).

نسبت RMS فعالیت الکتریکی عضلات دوقلو داخلی، پهن داخلی و کوادراتوس لومباروم کاربران تراکتور MF285 در ۶۰ ثانیه کلاچ‌گیری نسبت به ۳۰ ثانیه ابتدایی به‌طور معنی‌داری($P<۰/۰۵$) بیشتر از تراز تراکتور MF399 بود. نتیجه آن‌که کاربران تراکتور MF285 در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF285 تحت تنش بیشتری قرار دارند. از دلایل این امر می‌توان به موقعیت مکانی پدال کلاچ در این تراکتورها اشاره کرد که نقش مهمی در وضعیت ارگونومیک آنها دارند(۲۱،۲۲).

عضله پهن داخلی بیشترین نسبت فعالیت الکتریکی را در حین و پس از کلاچ‌گیری در هر دو تراکتور داشت. شکل ۲ روند تغییرات فعالیت الکتریکی این عضله را در حین کلاچ‌گیری تراکتور MF285 نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل ۲ قابل مشاهده است، روش الکترومیوگرافی عضلات به خوبی تغییرات الکتریکی عضلات را در حین کلاچ‌گیری ثبت نموده و در قسمتی که پای کاربر روی کلاچ قرار دارد (ثانیه ۳۰ تا ۹۰)، فعالیت الکتریکی عضله مذکور به‌طور محسوسی افزایش می‌یابد.

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری به روش الکترومیوگرافی عضلات با هدف ارزیابی ارگونومیک اجزای تراکتورهای کشاورزی صورت گیرد. در پایان می‌توان یکی از محدودیت‌های این تحقیق را این‌گونه بیان کرد که در پژوهش حاضر به علت محدودیت‌هایی که در دسترسی به دستگاه بی‌سیم(Wireless) الکترومیوگرافی وجود داشت، ثبت فعالیت الکتریکی عضلات کاربران در حالت دینامیک و در حین عملیات کشاورزی صورت نگرفت. در صورت کنترل نویزها و آرتیفکت‌های موجود در روش بی‌سیم الکترومیوگرافی می‌توان به نتایج با ثبات‌تری در این زمینه دست یافت. بنابراین به محققین آینده پیشنهاد می‌گردد که در صورت دسترسی به این دستگاه، برای دستیابی به نتایج قطعی‌تر از این روش نیز استفاده نمایند.

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه از روش الکترومیوگرافی برای ارزیابی ارگونومیک ماشین‌های کشاورزی استفاده شد.

نتایج بیانگر این موضوع بود که الکترومیوگرافی عضلات، روش مناسبی برای ارزیابی ارگونومیک ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. اعم نتایج این تحقیق در ذیل اشاره شده است:

- عضلات پهن داخلی و دوقلو داخلی در هنگام کلاچ‌گیری تراکتورهای متداول در ایران تحت تنش بیشتری قرار دارند و این عضلات در مدت زمان طولانی‌تری نسبت به سایر عضلات به حالت ریکاوری باز می‌گردند.
- کاربران تراکتور MF285 در حین کلاچ‌گیری تحت تنش بیشتری قرار می‌گیرند.

## سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند مراتب قدردانی را از دانشگاه فردوسی مشهد، مسؤولین آزمایشگاه تربیت بدنی و کارکنان کارگاه ماشین‌های کشاورزی و همچنین تمامی عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، به عمل آورند.

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

***References:***


***1-*** International Labour Office (ILO). ***Ergonomic checkpoints in agriculture, Prepared by the International Labour Office in collaboration with the International Ergonomics Association. Geneva, 2012***. Available from http://www.ilo.org/

***2-*** Almassi M, Kiani S, Loiemi N. ***Principles of agricultural mechanization***. Forest publications 2008 [Persian].

***3-*** Fathallah FA. ***Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture***. Applied Ergonomics, 2010; 41(6): 738-43 [Persian].

***4-*** Dewangan KN, Gogoi G, Owary C, Gorate DU. ***Isometric muscle strength of male agricultural workers of India and the design of tractor controls***. Inter J Industrial Ergonomics 2010; 40(5): 484-91.

***5-*** Nikkhah A, Khojastehpour M, Emadi B, Taheri-Rad A, Khorramdel S. ***Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology***. J Clean Prod 2015; 92: 84-90.

***6-*** Nikkhah A, Kougir-Chegini Z, Kosari-Moghadam A, Payman SH. ***Musculoskeletal disorders, energy use and costs of human labor in Rice farming in Guilan Province***. The 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization, 29-31 January, Mashhad, Iran 2014 [Persian].

***7-*** Falahi H, Abbaspour FM Azhari A, Khojastehpour M, Nikkhah A. ***Comparison of applied forces on selective joints and muscles of drivers during clutching of MF285 and MF399 tractors***. J Agricultural Machinery 2015; 5(1): 163-71 [Persian].

***8-*** Bovenzi M, Betta A. ***Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress.*** Applied Ergonomics 1994; 25(4): 231-41.

***9-*** Rossi D, Bertoloni E, Fenaroli M, Marciano F, Alberti M. ***A multi-criteria ergonomic and performance methodology for evaluating alternatives in "manuable" material handling***. International Journal of Industrial Ergonomics 2013; 43(4): 314-27.

***10-*** Furniss D, Masci P, Curzon P, Mayer A, Blandford A. ***Themes for guiding situated ergonomic assessments of medical devices: A case study of an inpatient glucometer***. Appl Ergonomics 2014; 45(6); 1668–77.

***11-*** Weisner K, Deuse J. ***Assessment methodology to design an ergonomic and sustainable order picking system using motion capturing systems***. Procedia CIRP 2014; 17: 422-27.

***12-*** Attarzadeh-Hosseini SR, Ebrahimi A, Gharakhanloo R, Rajabi H. ***Angles of Knee; Closed Kinetic Chain; Fatigue-electrical activity ratio of VMO & VL; Patellofemoral Pain Syndrom. Harkat***. 2003; 17(17): 5-24 [Persian].

***13-*** Dehghan N, Choobineh A, Razeghi M, Hasanzadeh J, Irandoost M. ***Designing a New Computer Mouse and Evaluating Some of Its Functional Parameters.*** J Res Health Sci. 2013; 14(2): 132-35.

***14-*** Jaworowska A, Bazylak G. ***An outbreak of body weight dissatisfaction associated with self-perceived BMI and dieting among female pharmacy students***. Biomedicine Pharmaco 2009; 63(9): 679-92.


[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

*15*- Bull ML, Vitti M, De-Freitas V. ***Electromyographic study of the trapezius (pars superior) and serratus anterior (pars inferior) muscles in free movements of the shoulder***. Electromyogr Clin Neuro 1989; 29(2): 119-25.

*16*- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. **Muscles, testing and function: with posture and pain**. 4th ed. Williams & Wilkins. 1993.

*17*- Travell JG, Simons DG. **Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual**. 1th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 1992.

*18*- Seniam program. **Recommendations for sensor locations on individual muscles**. 2015. Available on http: //seniam.org/sensor_location.htm

*19*- Agriculture Jihad Mechanization Development Center (AJMDC). **The numbers of agricultural machineries used in Iran**. 2012. Available on http://www.ajmdc.ir [Persian]

*20*- Iran Tractor industrial group. ***Details of tractors***. 2012. Available from http://www.itm.co.ir [Persian]

*21*- Pheasant ST, Harris CM. ***Human strength in the operation of tractor pedals***. Ergonomics 1982; 25(1): 53-63.

*22*- Wang X, Pannetier R, Burra N, Numa J. ***A biomechanical approach for evaluating motion related discomfort: Illustration by an Application to Pedal Clutching Movement***. Digital Human Modeling 2011; 210-19

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]

# *Study on the Muscle Electrical Activity of Drivers during Clutching Using Electromyography Method in Iranian Common Tractors*

***Nikkhah A(MSc)[1], Emadi B(PhD)[2*], Khojastehpour M(PhD)[3], Attarzadeh Hosseini SR(PhD)[4], Mahjour M(MSc)[5]***

[1,2,3] *Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*

[4,5] *Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*

***Received:*** 12/08/2014 ***accepted:*** 13/01/2015

## *Abstract*

***Introduction*:** Due to the poor working conditions of agricultural equipment operators, it needs to perform studies to improve the ergonomic working conditions with these machines. Accordingly, the aim of this study was an ergonomic comparison of clutching of MF285 and MF399 tractors by muscle electromyography method.

***Methods*:** 25 persons were selected for this experiment. Investigations were performed on six muscles including: Medial gastrocnemius, Lateral gastrocnemius, Vastus medialis, Vastus lateralis, Quadratus Lumborum and Trapezius. Measurements were performed for each person on each muscle in 30 seconds before the clutching, during 60 seconds while clutching and 60 seconds of rest after clutching.

***Results*:** The results revealed that the highest RMS electrical activity after 60 seconds clutching compared to before clutching of MF285 tractors belonged to Vastus medialis(6.16) and Medial gastrocnemius (2.82), respectively. During clutching of MF399 tractor, vestus medialis and lateral gastrocnemius muscles had the highest tension. For all muscles except Lateral gastrocnemius, RMS electrical activity ratio during clutching of MF285 tractor were higher than MF399 tractor.

***Conclusions*:** As a consequence during clutching, MF285 tractor operators of had high stress in own muscles. Generally, two muscles of Vastus medialis and Medial gastrocnemius were under more stress during clutching. Also, these two muscles got back into recovery mode in longer period of time compared to the other muscles after clutching.

***Key words:*** Ergonomic; Muscle; Tractor; RMS ratio

***This paper should be cited as:*** Nikkhah A, Emadi B, Khojastehpour M, Attarzadeh Hosseini S R, Mahjour M. ***Study on the Muscle Electrical Activity of Drivers during Clutching Using Electromyography Method in Iranian Common Tractors.*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2016; 8(1): 10-19

***Corresponding author: Tel: 09365619596, Email: Emadi-b@um.ac.ir***

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-16 ]