



## ارزیابی ارگونومیک پدال کلاچ در چند مدل از خودروهای رایج در خطوط تاکسی‌رانی شهر تهران

عادل مظلومی<sup>\*</sup>، زینب کاظمی<sup>۲</sup>، سید رضا آقازاده<sup>۳</sup>، مهدی میری<sup>۴</sup>، حسین شیرمحمدی<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** پدال کلاچ یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کنترلی خودرو می‌باشد و بعنوان یک کنترلگر پایی به علت موقعیت قرارگیری و نوع مکانسیم عملکرد، در صورت طراحی نامناسب منجر به کاهش راحتی و ایجاد خستگی راننده و همچنین کاهش اینمی خودرو می‌شود. در پژوهش حاضر، راحتی پدال کلاچ از دیدگاه ارگونومی در چند نوع خودروی رایج در خطوط تاکسی‌رانی شهر تهران بررسی شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه مقطعی و کاربردی، ۱۲۰ نفر از رانندگان خطوط تاکسی‌رانی شهر تهران به روش نمونه‌گیری طبقه‌های تصادفی برای مطالعه انتخاب شدند و به منظور بررسی میزان خستگی و درجه ناراحتی ناشی از کلاچ گیری از دو روش عینی (نیروی فشار و رهایش، فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری) و روش ذهنی (پرسشنامه تخصصی) استفاده گردید. در روش عینی، نیروی فشار و رهایش با استفاده از دستگاه نیروسنجه فشاری پیزوالکتریک و طول و مدت کلاچ‌گیری با کمک یک میکروسوئیچ به نام دیتالاگر ثبت گردید.

**یافته‌ها:** طبق نتایج، در تمامی بخش‌های بدنه درگیر در کلاچ‌گیری بعد از شیفت کاری تفاوت معنی داری در ناراحتی درک شده وجود دارد. ضمناً بیشترین ناراحتی به ترتیب در کمر (۹۷/۳) و زانو (۸۶/۳) و کمترین میزان ناراحتی در عضله روی ران (۴۵/۱) و جلوی ساق (۹۸/۱) گزارش شده است. همچنین بیشترین ناراحتی بیان شده مربوط به رانندگان خودروی پیکان و روا می‌باشد. درخصوص نیرو و فرکانس کلاچ‌گیری مشاهده گردید که بیشترین میزان مربوط به خودروی پیکان است.

**نتیجه گیری:** نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده طولانی مدت از پدال کلاچ در همه خودروهای مورد آزمایش موجب ناراحتی معنی داری بعد از شیفت کاری می‌گردد. بنابر این پیشنهاد می‌شود که خودروهای خطوط تاکسی‌رانی در دراز مدت با نوع دنده اتوماتیک تعویض گردد و در کوتاه مدت خودروی پیکان و روا که دارای بیشترین میزان ناراحتی می‌باشد با مدل‌های دیگر تعویض گردد.

**کلیدواژه‌ها:** ارزیابی ارگونومیکی، رانندگی، خستگی، کلاچ‌گیری.

مکانسیم عملکرد، در صورت طراحی نامناسب منجر به کاهش راحتی و ایجاد خستگی راننده‌ها از یک طرف و کاهش اینمی خودرو از سوی دیگر می‌شود [۲]. طبق آمارهای موجود در کشور، بیش از ۸۰/۰۰۰ تاکسی اعم از گردشی و خطی در شهر تهران در حال ارائه خدمات می‌باشند و از این تعداد نزدیک به ۶۰/۰۰۰ تاکسی از ۴ مدل خودرو (پژو ۴۰۵-پژو روا-سمند-پیکان) تشکیل شده‌اند [۳]. از آنجا که تقریباً همه تاکسی‌های موجود در کشور از نوع دنده‌ای بوده و رانندگان این خودروها چندین برابر سایر مصرف-کنندگان در حال استفاده از خودرو و تجهیزات آن از جمله کلاچ می‌باشند، پرداختن

### مقدمه

توجه به راحتی راننده در ابتدا با انگیزه اینمی و سلامت راننده مطرح شد، بعلاوه این رویکرد در دهه‌های اخیر، با افزایش انتظارات مشتریان از راحتی، تبدیل به یک مقوله‌ی مهم از منظر فروش و جذب بازار شده است. به همین دلیل تیم‌های طراحی خودرو در سال‌های اخیر با چالش‌های بزرگ مربوط به راحتی و رضایت مشتریان روپرتو بوده‌اند و در این راستا اقدامات جدی صورت گرفته است [۱]. پدال کلاچ یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کنترلی خودرو می‌باشد و بعنوان یک کنترلگر پایی به علت موقعیت قرارگیری و نوع

۱- (نویسنده مسئول) دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفا‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. amazlomi@tums.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری ارگونومی، گروه مهندسی بهداشت حرفا‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳- کارشناسی ارشد بهداشت حرفا‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفا‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۴- کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو، تهران، ایران.

۵- کارشناسی ارشد بهداشت حرفا‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفا‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.



درک ما را از فاکتورهای دخیل در راحتی پدال‌ها بالا ببرند [۶].

در مطالعه‌ی دیگری که لی و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی تأثیر پدال کلاچ بر راحتی خودرو پرداختند. طبق نتایج این مطالعه، جابجایی نقطه‌ی در گیری پدال بین ۸۵-۱۲۵ میلی‌متر و نیروی پدال بین ۱۰۰-۱۰۰۰ نیوتون باعث میزان راحتی موردنقبول تری می‌شود [۷].

در تحقیقی که وانگ و همکاران در سال ۲۰۰۲ به منظور ارزیابی بیومکانیکی راحتی عملکرد پدال کلاچ اتومبیل انجام دادند، نتایج نشان داد که بالا آمدن کمتر پا هنگام پدال گیری می‌تواند کار مفصلی زانو و ران را در حین فشردن کاهش داده و راحتی بیشتری را ایجاد نماید. در این بررسی برای راحتی کلی از مقیاس‌های ادراکی ذهنی استفاده شد [۸].

در یک مطالعه‌ی دیگر توسط گیاکومین و همکاران با هدف اندازه‌گیری راحتی کار با پدال کلاچ اتومبیل، به سه پارتمتری که بشدت با پاسخ‌های ذهنی همبستگی داشتند شناسایی گردیدند: تغییر زاویه بین تنہ و ران از آغاز کلاچ گیری تا پایان، بیشترین نیروی بدست آمده در طول مسافت طی شده پدال و میانگین شیب نمودار جابجایی-نیرو در طول فاز رهایش اولیه. این سه پارامتر از طریق بررسی همبستگی‌های معیارهای ذهنی و عینی بدست آمد [۹].

در مطالعه‌ای که متا در سال ۲۰۰۶ بر روی قدرت پای اپراتور تراکتور برای کار با پدال‌های (ترمز و کلاچ) تراکتور انجام داد، مشخص شد که بیشترین نیروی لازم برای استفاده از پدال در مقایسه با قدرت پای اپراتورهای هندی بالاتر است. این اندازه‌گیری‌ها در مدل ماک آپ تراکتور انجام و از ابزارهای عینی و ذهنی برای ارزیابی استفاده شد. در این مطالعه بیشترین نیروی لازم برای کار با پدال ترمز و کلاچ را بین ۳۲۰-۳۲۰ نیوتون پیشنهاد کردند [۱۰].

مشخص نمودن ادراک ذهنی راننده از میزان راحتی سیستم پدال کلاچ و بررسی همبستگی آن با پارامترهای عینی مثل ابعاد آنتروپومتری، نیروهای مجموعه‌ی کلاچ و فعالیت عضلات در گیر و غیره یکی

به راحتی، ایمنی و سلامت رانندگان تاکسی از اهمیت بالاتری نسبت به سایر رانندگان برخوردار می‌باشد و اثرات ناراحتی و نارضایتی این قشر عظیم رانندگان نه تنها بر خود این افراد بلکه به سایر افراد جامعه و شاخص‌های مهمی مانند ترافیک، تصادفات و غیره نیز تأثیرگذار است [۴].

مرور منابع نشان می‌دهد که علی‌رغم اهمیت بالای ایمنی و راحتی راننده، مطالعات کاربردی اندکی در این زمینه‌در سطح جهان انجام شده است و در داخل کشور نیز اکثر مطالعات انجام شده مربوط به بررسی شیوع ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی در رانندگان می‌باشد و به طور خاص به مبحث ناراحتی سیستم کلاچ خودرو نپرداخته‌اند.

در سال ۱۳۹۰ در مطالعه‌ای که ایزدپناه و همکاران درباره‌ی شیوع و ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی در رانندگان تاکسی درون شهری و بیرون شهری اندیشه انجام دادند مشخص گردید که ریسک اختلالات اسکلتی - عضلانی در رانندگان تاکسی بالا است، چرا که در حین رانندگی، مواجهه طولانی مدت با ارتعاش، کار ثابت و بدون تحرک، نشستن طولانی مدت و وضعیت بدنی نامناسب وجود دارد. بعلاوه، در این مطالعه ملاحظه گردید که بیشترین میزان شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی به ترتیب مربوط به نواحی کمر (۵۱/۲ درصد) و زانو (۴۱/۸ درصد) بوده است و کار در محیط شغلی بیشترین سهم در ایجاد درد در ناحیه کمر (۹۱/۱ درصد)، شانه (۸۹ درصد)، گردن (۹۲/۷ درصد) و مچ و دست (۹۶/۸ درصد) را ایفا کرده است [۵].

بروک و همکاران در دانشگاه برادفورد انگلستان در مطالعه‌ای به بررسی سیستم اندازه‌گیری داده‌های ارگونومیک برای تعامل راننده-پدال پرداختند. او و همکاران با ترکیبی از داده‌ها شامل اندازه‌گیری‌های گونیامتری، وضعیت قرارگیری راننده، داده‌های حاصل از روش الکترومايوگرافی، سیستم پدهای فشاری و سیستم GPS به بررسی وضعیت تعامل راننده-پدال پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این ابزارها می‌توانند

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{d^2} = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5(0.5)}{(0.1)^2} = 96$$

در ادامه، برای تحت پوشش قرار دادن جامعه آماری مورد نظر از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای از طریق تقسیم کل حجم نمونه به نسبت جمعیت در میان طبقات (نوع وسیله نقلیه: از چهار خودروی پیکان، سمند، پژو ۴۰۵، روا) و سپس انتخاب نمونه به شکل تصادفی ساده از هر دسته استفاده شد.

داده‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته پس از کسب رضایت نامه کتبی، در دو مرحله قبل و بعد از شیفت کاری جمع‌آوری گردید. پرسشنامه مورد استفاده شامل بخش مرتبط با مشخصه‌های دموگرافیک (سن، تحصیلات، وزن، قد، سابقه وغیره) و یک بخش شامل نقشه بدنی (شکل شماره ۱) جهت تعیین میزان ناراحتی درک شده نسبت به پدال کلاچ در ۱۱ عضو مرتبط با امر کلاچ گیری (متاکراس انگشتان، پاشنه، مج پا، جلوی ساق، پشت ساق، زانو، جلوی ران، پشت ران، نشیمنگاه، بخش کمری و بخش سینه‌ای) بود که باستی در دو مرحله، قبل و بعد از شیفت کاری تکمیل می‌گردید. از شرکت‌کنندگان درخواست شد که میزان ناراحتی درک شده خود را با استفاده از شش گویه که بصورت مقیاس لیکرت نشان داده شده بود مشخص کنند ( $=0$  بدون درد و ناراحتی نمره و  $=5$  درد و ناراحتی بسیار زیاد). نقشه بدنی با استناد به مطالعات قبلی (۹) تهیه و روایی محتوایی آن با استفاده از نظر متخصصان و پایابی آن نیز پس از انجام مطالعه پایلوت بر روی ۱۰ راننده با ضریب آلفای کرونباخ  $.784 / .0784$  مورد تأیید قرار گرفت.

(ب) ارزیابی تخصصی میزان خستگی و درجه‌ی ناراحتی کلاچ گیری به دو روش ذهنی و عینی در این مرحله از مطالعه ۱۵ نفر از راننده‌ان بگونه‌ای که بیانگر جامعه‌ی هدف باشند و صدک‌های آنتروپومتری (ابعاد بدنی) مدنظر (سه صدک آنتروپومتریکی  $5\text{, }50\text{, }95$  را پوشش دهند، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند (۹). در ارزیابی ذهنی راننده‌ان از ناراحتی پدال کلاچ، پرسشنامه‌ای که در بخش قبل

از موارد مهم در بررسی عوامل مؤثر بر خستگی و درک راحتی کلاچ گیری و به تبع آن بر راحتی کلی راننده‌گی است. ما در این پژوهش بر آنیم تا به بررسی راحتی راننده‌گان و کاربردپذیری و راحتی پدال کلاچ در چند نوع خودرو و در گروه راننده‌گان تاکسی بپردازیم.

### روش بررسی

پژوهش حاضر، مطالعه‌ای مقطعی و کاربردی می‌باشد که به بررسی راحتی راننده‌گان تاکسی حین کار با پدال کلاچ و مقایسه‌ی راحتی پدال کلاچ چهار نوع خودرو از محصولات شرکت ایران خودرو (پژو ۴۰۵، سمند، روا، پیکان) در میان راننده‌گان خطوط تاکسیرانی شهر تهران می‌پردازد.

مطالعه حاضر در دو بخش مجزا بصورت زیر انجام پذیرفته است:

(الف) ارزیابی ناراحتی ذهنی راننده‌گان نسبت به پدال کلاچ خودرو

در این مرحله از مطالعه، ۱۲۰ نفر از میان راننده‌گان خطوط تاکسیرانی شهر تهران که تمایل به مشارکت در مطالعه داشتند و همچنین سابقه ناتوانی و بیماری اسکلتی-عضلانی نداشتند بطور طبقه‌ای انتخاب گردیدند. در این مرحله با مراجعه به تاکسیرانی شهر تهران مشخص گردید که درمجموع خطوط تاکسیرانی شهر تهران از ۷۲۲ خط تشکیل گردیده است. خودروهای موجود در این خطوط تاکسیرانی (محصولات شرکت ایران خودرو) متشکل از  $6000$  خودرو بود و با توجه به نبود مطالعات و مقالات مشابه علمی در این زمینه با استفاده از فرمول زیر و با در نظر گرفتن سطح اطمینان  $95\%$  حجم نمونه مورد نظر  $120$  مورد تعیین شد:

$$P=5/0$$

$$\alpha=1=95/0$$

$$Z 1 - \alpha/2 = Z 975/0 = 96/1$$

$$d=1/0$$



یکبار ارزیابی فردی از وضعیت راحتی بدن با استفاده از پرسشنامه طراحی شده انجام گرفت و در ادامه، ارزیابی در انتهای شیفت کاری مجدد با استفاده از همان پرسشنامه عمل آمد. در ضمن متغیرهای کمی شامل فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری در طی مدت شیفت کاری با استفاده از میکروسوئیچ و سنسورهای طراحی شده و نرمافزار ثبت اطلاعات حسگرها (تولید شده توسط آزمایشگاه شرکت ایپکو) جمع‌آوری گردید.

**تحلیل داده‌ها:** بمنظور بررسی معنی‌داری تفاوت در میزان ناراحتی در کشیده توسط رانندگان بین صدک‌های ۵ و ۵۰ و ۹۵ از آزمون آماری کروسکال والیس استفاده شد. همچنین، میزان ناراحتی در کشیده در رانندگان در ۱۱ ناحیه مشخص شده به تفکیک خودرو با استفاده از آزمون کروسکال والیس مورد مقایسه قرار گرفت.

### یافته‌ها

طبق نتایج مطالعه حاضر، میانگین و انحراف معیار سن رانندگان مورد مطالعه  $47 \pm 9$  بود. ۲۸٪ دارای تحصیلات دانشگاهی، میانگین و انحراف معیار سابقه کار رانندگی  $10 \pm 7$  به دست آمد. از بین ۱۲۰ نمونه  $70\%$  سیگاری بودند، میانگین و انحراف معیار ساعت رانندگی  $9 \pm 2$  بود. میانگین و انحراف معیار عمر خودرو  $10 \pm 4$  بود. ضمناً  $64$  نفر یعنی  $53\%$  دارای اختلال خواب بودند. اطلاعات آنتروپوومتریکی مرتبط با شرکت‌کنندگان در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

در خصوص فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود بیشترین فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری در تمامی مسیرهای طولانی، متوسط، کم ترافیک و پر ترافیک مربوط به خودروی پیکان می‌باشد. نتایج حاصل از نیروسنجی نیز نشان داد که نیروی لازم برای کلاچ‌گیری در خودروهای پیکان، پژو روآ،  $40.5$  و سمند به ترتیب  $18$ ،  $17$ ،  $13/5$  و  $12/5$  کیلوگرم می‌باشد.

توضیح داده شد مورد استفاده قرار گرفت. در ارزیابی عینی متغیرهای بیومکانیکی شامل ابعاد آنتروپومتریک مرتبط (طول کفل-زانو، پهناهی کف پا، طول کف پا، ارتفاع زانو، ارتفاع رکبی) و زوایای مفاصل تنہ-ران، ران-زانو و مج پا در وضعیت‌های استاتیک و دینامیک اندازه‌گیری شد. بدین صورت که، بعد از مستقر شدن رانندگان در خودرو، از او خواسته شد تنظیمات مربوط به پکیج خودرو (فاصله‌ی صندلی، زاویه‌ی صندلی و غیره) را انجام داده و وضعیت بدنی ترجیحی را انتخاب کند. در این حالت ابعاد آنتروپومتری دینامیک مورد نیاز شامل زاویه‌ی مج پا، زاویه‌ی زانو و ران، زاویه‌ی ران و تنہ برای دو حالت شامل (۱) حالتی که پدال میزان صفر درصد از پیمایش را گذراند (پدال کلاچ در بالاترین نقطه) و (۲) حالتی که پدال  $100$  درصد از پیمایش را گذراند (پایین‌ترین نقطه) اندازه‌گیری گردید. علاوه، ارزیابی مکانیکی خودروهای انتخابی شامل نیروی لازم جهت کلاچ‌گیری، فرکانس کلاچ‌گیری و طول مدت کلاچ‌گیری نیز انجام شد.

اگر حالت بالا بودن پدال  $X0$  فرض کنیم و حالت پایین بودن پدال (پدال فشار داده شده) را  $X1$  بنامیم حین طی شدن از  $X0$  به  $X1$  و در مسیر بازگشت نیروهایی به پدال وارد می‌شود؛ این اطلاعات از طریق تعییه دستگاه نیروسنج فشاری پیزوالکترونیک LAU220,500 lb شکل Futek شماره (۲) در خودرو به منظور اندازه‌گیری نیروهای رفت و برگشت به دست آمد. به منظور ارزیابی فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری نیز یک میکروسوئیچ به نام دیتالاگر طراحی شد.

ارزیابی‌های مکانیکی در دو مرحله‌ی کلی صورت گرفت:

آزمون ایستا: که در آن به بررسی و اندازه‌گیری‌ها در حالتی که خودرو خاموش است و رانندگان در زمان مشخص و فرکانس معین به امر پدال‌گیری اقدام می‌کنند و در حین اینکار، اطلاعات لازم بدست می‌آید. آزمون پویا: در این مرحله قبل از شروع رانندگی در مسیرهای روتین هر یک از شرکت‌کنندگان در مطالعه،

جدول ۱- مشخصات آنتروپومتریکی رانندگان خطوط تاکسیرانی شهر تهران (بر حسب سانتی‌متر)

پژو ۴۰۵					پژو روآ					پیکان					سمند					نام خودرو			
صدک					صدک					صدک					صدک					بعد آنتروپومتری			
میانگین	۵	۵۰	۹۵	میانگین	۵	۵۰	۹۵	میانگین	۵	۵۰	۹۵	میانگین	۵	۵۰	۹۵	میانگین	۵	۵۰	۹۵	طول قدر			
۱۷۳	۱۶۲	۱۷۱	۱۹۰	۱۷۴	۱۵۹	۱۷۲	۱۹۰	۱۷۱	۱۵۶	۱۷۵	۱۸۴	۱۷۵	۱۶۳	۱۷۵	۱۹۵	۱۷۵	۱۷۵	۱۹۵	طول قدر				
۵۳	۴۴	۵۶	۵۷	۵۱	۴۶	۵۱	۶۰	۵۵	۴۸	۵۱	۶۰	۵۱	۴۸	۵۶	۶۰	۵۱	۴۸	۵۶	۶۰	ارتفاع زانو			
۴۲	۲۸	۴۳	۴۵	۳۹	۳۷	۴۲	۵۰	۳۹	۳۴	۴۳	۴۸	۴۳	۳۷	۳۹	۴۹	۳۷	۳۹	۴۹	ارتفاع رکبی				
۲۵	۲۰	۲۶	۲۹	۲۴	۲۰	۲۳	۳۱	۲۵	۲۲	۲۳	۲۹	۲۴	۲۱	۲۶	۲۹	۲۲	۲۳	۲۹	طول کف پا				
۱۱	۹	۹	۱۲	۹	۷	۱۱	۱۲	۱۱	۹	۹	۱۱	۹	۸	۱۱	۱۲	۹	۸	۱۱	۱۲	پهنای کف پا			
۵۵	۵۲	۶۰	۶۶	۶۰	۵۵	۵۸	۶۳	۶۰	۵۴	۵۵	۶۳	۵۵	۵۷	۶۶	۶۶	۵۵	۵۷	۶۶	طول کفل زانو				
۸۷	۹۶	۸۰	۸۵	۸۷	۸۰	۸۵	۹۶	۷۳	۷۰	۸۱	۷۸	۸۷	۸۷	۸۵	۹۶	۷۰	۸۹	۱۱۴	از کلاچ				
۹۱	۹۱	۱۰۲	۱۰۶	۹۲	۹۷	۱۰۱	۱۱۶	۹۶	۹۱	۹۲	۸۹	۱۱۷	۱۱۷	۹۹	۹۹	۱۱۴	۱۱۷	۹۹	زاویه قبل				
۱۰۷	۱۰۶	۹۷	۹۵	۹۷	۹۴	۹۵	۹۷	۸۴	۸۷	۸۹	۸۰	۱۰۳	۱۰۳	۹۶	۹۳	۱۰۳	۱۰۳	۹۶	گیری				
۱۰۲	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۲	۹۵	۹۶	۹۵	۸۴	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲	زاویه بعد				
۱۱۷	۱۲۹	۱۳۳	۱۲۲	۱۲۶	۱۳۵	۱۲۵	۱۳۴	۱۳۲	۱۴۵	۱۲۸	۱۲۱	۱۱۸	۱۱۸	۱۳۲	۱۳۰	۱۲۸	۱۱۸	۱۳۲	از کلاچ				
۱۱۱	۱۱۱	۱۰۴	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۴	۱۱۸	۱۰۰	۱۰۸	۱۰۹	۱۱۰	۱۲۰	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۶	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	گیری				
																			دان و تنہ				

شیفت کاری تفاوت معنی‌داری در ناراحتی در ک شده وجود دارد ( $p < 0.001$ ). علاوه، میانگین بیشترین ناراحتی بترتیب در نواحی کمر (۳/۹۸) و زانو (۳/۷۳) و کمرترین میزان ناراحتی در عضله رُوی ران (۱/۴۶) و جلوی ساق (۱/۹۸) گزارش شده است (جدول شماره ۳). طبق آنالیزهای انجام شده، مشخص گردید که تفاوت معنی‌داری در میزان ناراحتی در ک شده توسط رانندگان بین صدک‌های ۵ و ۵۰ و ۹۵ وجود ندارد (جدول شماره ۴). همچنین بررسی میزان ناراحتی در ک شده در رانندگان در ۱۱ ناحیه مشخص شده به تفکیک خودروی موردن استفاده نشان‌دهنده این موضوع بود که در سه ناحیه زانو، کمر و پشت تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بین خودروها وجود دارد که در بررسی دقیق‌تر مشخص گردید میزان ناراحتی در سه ناحیه ذکر شده در خودروی پیکان تفاوت معنی‌داری با سه خودروی دیگر دارد (جدول ۴). همچنین مشاهده گردید که بیشترین ناراحتی اعلام شده توسط رانندگان خودروی پیکان بود و سایر خودروهای پژو روآ، سمند و پژو ۴۰۵ به ترتیب در ردیفهای بعدی قرار دارند. همچنین بیشترین ناراحتی

مقایسه میزان ناراحتی قبل و بعد از شیفت کاری بوسیله آزمون آماری ویلکاکسون مؤید تفاوت آماری معنی‌داری می‌باشد. میزان ناراحتی در ک شده توسط رانندگان در ۱۱ عضو در گیر در امر کلاچ گیری نشان‌دهنده این موضوع است که در همه اعضاء بعد از

جدول ۲- فرکانس و طول مدت کلاچ گیری در طول یک شیفت کاری به تفکیک نوع خودرو

نام خودرو	فرکانس(تعداد)	مدت زمان(دقیقه)	نوع مسیر	پیکان
۴۲/۵	۹۲۸	۶۰	طولاقي	
۴۰/۴	۸۷۴	۶۰	متوسط	
۴۰/۴	۸۲۷	۶۰	کم ترافيك	
۴۳/۳	۹۴۶	۶۰	پر ترافيك	
۳۲/۶	۷۱۷	۶۰	طولاقي	۴۰۵
۳۳/۰	۷۳۰	۶۰	متوسط	
۳۲/۰	۶۹۸	۶۰	کم ترافيك	
۳۴/۹	۷۴۹	۶۰	پر ترافيك	
۲۸/۶	۶۲۴	۶۰	طولاقي	سمند
۲۰/۵	۶۵۶	۶۰	متوسط	
۲۶/۷	۵۸۲	۶۰	کم ترافيك	
۳۵/۰	۷۶۴	۶۰	پر ترافيك	
.	۷۸۲	۶۰	طولاقي	روآ
۳۷/۴	۸۱۴	۶۰	متوسط	
۳۲/۰	۶۹۸	۶۰	کم ترافيك	
۳۸/۵	۸۳۶	۶۰	پر ترافيك	



جدول ۴- مقایسه ناراحتی در بخش‌های مختلف بدن قبل و بعد از استفاده از کلاچ بر حسب صدک و خودروهای انتخابی با استفاده از آزمون کروسکال والیس

ردیف	مقایسه ناراحتی درک شده و برحسب خودرو	نوع خودرو	ردیف	مقایسه ناراحتی درک شده و برحسب صدک	نوع خودرو
۰/۹۳۲	۰/۷۳۹	ناحیه پشت-قبل از کار	۱	۰/۹۳۲	ناحیه پشت-قبل از کار
۰/۷۴۹	۰/۰۱۲*	ناحیه پشت-بعد از کار	۲	۰/۷۴۹	ناحیه پشت-بعد از کار
۰/۶۳۶	۰/۱۰۹	ناحیه کمر-قبل از کار	۳	۰/۶۳۶	ناحیه کمر-قبل از کار
۰/۵۹۹	۰/۰۰۶*	ناحیه کمر-بعد از کار	۴	۰/۵۹۹	ناحیه کمر-بعد از کار
۰/۹۰۶	۰/۶۰۷	روی ران-قبل از کار	۵	۰/۹۰۶	روی ران-قبل از کار
۰/۵۸۱	۰/۴۰۹	روی ران-بعد از کار	۶	۰/۵۸۱	روی ران-بعد از کار
۰/۱۴۷	۰/۰۵۷	زانو-قبل از کار	۷	۰/۱۴۷	زانو-قبل از کار
۰/۱۳۶	۰/۰۰۴*	زانو-بعد از کار	۸	۰/۱۳۶	زانو-بعد از کار
۰/۳۸۲	۰/۳۸۴	جلوی ساق-قبل از کار	۹	۰/۳۸۲	جلوی ساق-قبل از کار
۰/۷۷۱	۰/۲۲۶	جلوی ساق-بعد از کار	۱۰	۰/۷۷۱	جلوی ساق-بعد از کار
۰/۵۸۱	۰/۳۸۰	پنجه پا-قبل از کار	۱۱	۰/۵۸۱	پنجه پا-قبل از کار
۰/۴۵۹	۰/۲۲۸	پنجه پا-بعد از کار	۱۲	۰/۴۵۹	پنجه پا-بعد از کار
۰/۱۵۹	۰/۲۵۲	پاشنه-قبل از کار	۱۳	۰/۱۵۹	پاشنه-قبل از کار
۰/۷۷۶	۰/۳۰۱	پاشنه-بعد از کار	۱۴	۰/۷۷۶	پاشنه-بعد از کار
۰/۵۱۵	۰/۲۰۹	پشت ساق-قبل از کار	۱۵	۰/۵۱۵	پشت ساق-قبل از کار
۰/۷۶۲	۰/۷۶۵	پشت ساق-بعد از کار	۱۶	۰/۷۶۲	پشت ساق-بعد از کار
۰/۹۲۱	۰/۶۸۷	زیر ران-قبل از کار	۱۷	۰/۹۲۱	زیر ران-قبل از کار
۰/۷۱۲	۰/۳۷۷	زیر ران-بعد از کار	۱۸	۰/۷۱۲	زیر ران-بعد از کار
۰/۱۵	۰/۵۵۵	قوزک-قبل از کار	۱۹	۰/۱۵	قوزک-قبل از کار
۰/۴۴	۰/۹۹۴	قوزک-بعد از کار	۲۰	۰/۴۴	قوزک-بعد از کار
۰/۱۸۴	۰/۴۹۸	باسن-قبل از کار	۲۱	۰/۱۸۴	باسن-قبل از کار
۰/۱۹۴	۰/۵۰۶	باسن-بعد از کار	۲۲	۰/۱۹۴	باسن-بعد از کار

### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی راحتی کلاچ در میان چند مدل از خودروهای رایج در خطوط تاکسیرانی صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده طولانی مدت از پدال کلاچ در شهر پر ترافیک تهران در همه خودروهای مورد آزمایش موجب ناراحتی معنی‌داری بعد از شیفت کاری می‌گردد. علاوه، بیشترین ناراحتی بترتیب در نواحی کمر و زانوگزارش شده است. نتایج بدست آمده مشابه نتایجی است که ضیائی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود بدست آوردند. در مطالعه ضیائی و همکاران، از پرسشنامه اختلالات اسکلتی-عضلانی نوردیک و چارت ناراحتی بدن استفاده شد و مشخص گردید که ریسک اختلالات اسکلتی-عضلانی در رانندگان تاکسی بالا است، چراکه در حین رانندگی مواجهه طولانی مدت با ارتعاش، کار ثابت و بدون

جدول ۳- مقایسه میانگین ارزیابی راحتی عملکرد پدال کلاچ قبل و بعد از شیفت کاری با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون

ناحیه بدن	مرحله	میانگین	انحراف معیار	p	پشت
پشت	قبل شیفت	۰/۴۹	۰/۳۸	*/۰۰۰	
	بعد شیفت	۱/۰۱	۲/۳۴		بعد شیفت
کمر	قبل شیفت	۰/۷۸	۱/۲۱	*/۰۰۰	کمر
	بعد شیفت	۱/۰۵	۲/۹۸		بعد شیفت
روی ران	قبل شیفت	۰/۱۴	۰/۹۵	*/۰۰۰	روی ران
	بعد شیفت	۱/۴۶	۱/۴۶		بعد شیفت
زانو	قبل شیفت	۰/۷۷	۱/۰۱	*/۰۰۰	زانو
	بعد شیفت	۰/۸۷	۲/۷۳		بعد شیفت
جلوی ساق	قبل شیفت	۰/۴۸	۰/۳۴	*/۰۰۰	جلوی ساق
	بعد شیفت	۱/۱۵	۱/۹۸		بعد شیفت
پنجه پا	قبل شیفت	۰/۷۵	۰/۸۹	*/۰۰۰	پنجه پا
	بعد شیفت	۱/۳۸	۳/۱۹		بعد شیفت
قوزک	قبل شیفت	۰/۴۸	۰/۴۸	*/۰۰۰	قوزک
	بعد شیفت	۷	۲/۷۸		بعد شیفت
پاشنه	قبل شیفت	۰/۳۱	۰/۳۱	*/۰۰۰	پاشنه
	بعد شیفت	۱/۳۱	۲/۳۰		بعد شیفت
پشت ساق	قبل شیفت	۰/۴۲	۰/۲۳	*/۰۰۰	پشت ساق
	بعد شیفت	۱/۰۸	۲/۹۷		بعد شیفت
زیر ران	قبل شیفت	۰/۴۷	۰/۳۳	*/۰۰۰	زیر ران
	بعد شیفت	۱/۰۲	۲/۷۷		بعد شیفت
باسن	قبل شیفت	۰/۳۸	۱/۳۹	*/۰۰۰	باسن
	بعد شیفت	۲/۱۸	۳/۱۸		بعد شیفت

توسط صدک ۹۵ اعلام گردیده است.

به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای دینامیکی (نیرو، فرکانس و طول مدت کلاچ‌گیری) با میزان ناراحتی در بخش‌های مختلف بدن از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد که میان ناراحتی بین شده توسط رانندگان خطوط تاکسیرانی در بعضی نواحی و متغیرهای دینامیکی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵).

به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای آنتروپومتریکی (ارتفاع زانو، ارتفاع رکبی، طول کفل-زانو، پهنهای کف پا، طول کف پا، زاویه مفصل مج پا، زانو و تنہ) از آزمون پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد که میان ناراحتی بیان شده توسط رانندگان خطوط تاکسیرانی در بعضی متغیرهای آنتروپومتریکی اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر ارتباط معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد.

جدول ۵- رابطه بین متغیرهای دینامیکی با میزان ناراحتی در ک شده در اعضای بدن

طول مدت کلاچگیری	فرکانس کلاچگیری	متوسط نیروی کلاچگیری	همبستگی	P-value	پشت(قبل از کار)
.۰/۵۰۸	.۰/۵۰۴	.۰/۳۴۵	همبستگی	P-value	پشت(بعد از کار)
.۰/۰۴۴°	.۰/۰۴۰°	.۰/۹۰	همبستگی	P-value	پشت(قبل از کار)
.۰/۷۰۱	.۰/۶۶۳	.۰/۶۰۶	همبستگی	P-value	کمر(قبل از کار)
.۰/۰۰۲°	.۰/۰۰۵°	.۰/۰۱۳°	همبستگی	P-value	کمر(بعد از کار)
.۰/۵۲۳	.۰/۵۱۶	.۰/۵۹۶	همبستگی	P-value	روی ران(قبل از کار)
.۰/۰۲۸°	.۰/۰۴۱°	.۰/۰۱۵°	همبستگی	P-value	روی ران(بعد از کار)
.۰/۶۱۷	.۰/۵۸۸	.۰/۵۱۹	همبستگی	P-value	زوایه(قبل از کار)
.۰/۰۱۱°	.۰/۰۱۷°	.۰/۰۴۰°	همبستگی	P-value	زوایه(بعد از کار)
.۰/۳۵۰	.۰/۴۱۱	.۰/۳۷۵	همبستگی	P-value	روی ران(بعد از کار)
.۰/۱۸۴	.۰/۱۱۴	.۰/۱۵۳	همبستگی	P-value	روی ران(قبل از کار)
.۰/۰۱۰°	.۰/۰۹۱	.۰/۲۵۶	همبستگی	P-value	زوایه(بعد از کار)
.۰/۹۷۰	.۰/۷۳۸	.۰/۳۳۹	همبستگی	P-value	زاویه(قبل از کار)
.۰/۳۸۴	.۰/۳۱۶	.۰/۵۶۳	همبستگی	P-value	زاویه(بعد از کار)
.۰/۱۴۲	.۰/۲۳۳	.۰/۰۲۳°	همبستگی	P-value	جلوی ساق(قبل از کار)
.۰/۶۱۱	.۰/۵۴۸	.۰/۵۸۹	همبستگی	P-value	جلوی ساق(بعد از کار)
.۰/۰۱۲°	.۰/۰۲۸°	.۰/۰۱۶°	همبستگی	P-value	پنجه پا(قبل از کار)
.۰/۲۱۱	.۰/۱۸۰	.۰/۰۴۶	همبستگی	P-value	پنجه پا(بعد از کار)
.۰/۴۳۲	.۰/۵۰۵	.۰/۰۷۳	همبستگی	P-value	پنجه پا(قبل از کار)
.۰/۶۰۵	.۰/۶۱۸	.۰/۶۷۹	همبستگی	P-value	پنجه پا(بعد از کار)
.۰/۰۱۳°	.۰/۰۱۱°	.۰/۰۰۴°	همبستگی	P-value	پنجه پا(قبل از کار)
.۰/۲۵۶	.۰/۲۳۸	.۰/۰۹۲	همبستگی	P-value	پنجه پا(بعد از کار)
.۰/۳۱۹	.۰/۳۷۵	.۰/۰۵۳	همبستگی	P-value	پنجه پا(قبل از کار)
.۰/۴۲۷	.۰/۳۷۴	.۰/۵۸۵	همبستگی	P-value	پنجه پا(بعد از کار)
.۰/۰۹۹	.۰/۱۵۳	.۰/۰۱۷°	همبستگی	P-value	قوزک(قبل از کار)
.۰/۱۴۰	.۰/۱۱۷	.۰/۰۴۲	همبستگی	P-value	قوزک(بعد از کار)
.۰/۳۷۱	.۰/۶۳۹	.۰/۱۰۳	همبستگی	P-value	قوزک(قبل از کار)
.۰/۵۸۰	.۰/۵۷۹	.۰/۴۷۲	همبستگی	P-value	قوزک(بعد از کار)
.۰/۰۱۸°	.۰/۰۱۹°	.۰/۰۶۵	همبستگی	P-value	پاشنه(قبل از کار)
.۰/۵۶۶	.۰/۵۷۵	.۰/۷۱۳	همبستگی	P-value	پاشنه(بعد از کار)
.۰/۰۲۲°	.۰/۰۲۰°	.۰/۰۰۲°	همبستگی	P-value	پاشنه(قبل از کار)
.۰/۵۵۵	.۰/۶۰۸	.۰/۵۵۹	همبستگی	P-value	پاشنه(بعد از کار)
.۰/۰۲۶°	.۰/۰۱۳°	.۰/۰۲۳°	همبستگی	P-value	پشت ساق(قبل از کار)
.۰/۰۷۴	.۰/۱۱۰	.۰/۰۴۷	همبستگی	P-value	پشت ساق(بعد از کار)
.۰/۷۸۴	.۰/۶۸۴	.۰/۸۶۳	همبستگی	P-value	پشت ساق(قبل از کار)
.۰/۶۰۸	.۰/۵۱۶	.۰/۰۱۱	همبستگی	P-value	پشت ساق(بعد از کار)
.۰/۰۱۲°	.۰/۰۴۱°	.۰/۰۰۲°	همبستگی	P-value	زیر ران(قبل از کار)
.۰/۴۹۳	.۰/۵۵۰	.۰/۴۰۹	همبستگی	P-value	زیر ران(بعد از کار)
.۰/۰۵۲	.۰/۰۲۷°	.۰/۱۱۵	همبستگی	P-value	زیر دان(قبل از کار)
.۰/۵۹۱	.۰/۵۵۶	.۰/۶۸۴	همبستگی	P-value	زیر دان(بعد از کار)
.۰/۰۱۶°	.۰/۰۲۱°	.۰/۰۰۲°	همبستگی	P-value	باسن(قبل از کار)
.۰/۴۵۹	.۰/۴۸۵	.۰/۳۹۷	همبستگی	P-value	باسن(بعد از کار)
.۰/۰۷۴	.۰/۰۵۷	.۰/۱۲۷	همبستگی	P-value	باسن(قبل از کار)
.۰/۵۵۴	.۰/۵۲۶	.۰/۵۵۰	همبستگی	P-value	باسن(بعد از کار)
.۰/۰۲۶°	.۰/۰۳۶°	.۰/۰۲۷°	همبستگی	P-value	

تحرک، نشستن طولانی مدت و وضعیت بدنی نامناسب وجود دارد. در این مطالعه نیز بیشترین میزان شیوع ناراحتی اسکلتی-عضلانی مشابه با مطالعه حاضر به ترتیب مربوط به نواحی کمر (۵۱/۲۲٪) و زانو (۴۱/۸٪) درخصوص ابعاد آنتروپومتری، ارتباط معنی داری بین ناراحتی در اندامهای مختلف و هیچ یک از ابعاد آنتروپومتری رانندگان ملاحظه نگردید. در مطالعه صادقی



بررسی ارتباط تعداد دنده گرفتن و فعالیت عضلات تراپیزیوس و دلتوئید با استفاده از روش الکترومایوگرافی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که بعد از یک ساعت رانندگی گرفتنی عضلانی در بیش از نیمی از رانندگان مورد بررسی در عضلات مذکور رخ می‌داد [۱۲]. مظفری و همکاران در سال ۲۰۱۴ رابطه معنی‌داری بین سابقه کاری در شغل رانندگی و اختلالات اسکلتی-عضلانی علی‌الخصوص در ناحیه کمری در میان رانندگان کامیون در شهر قم گزارش کرد [۱۳]. مطالعه انجام شده توسط ابلدو و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان می‌دهد که در این زمینه بین رانندگی به مدت طولانی (بیش از ۱۲ ساعت در روز یا بیش از ۵ روز در هفته) و افزایش WMSDs رابطه مستقیمی وجود دارد. به این ترتیب که هرچه مدت زمان رانندگی با خودروهای گیربکس معمولی بیشتر باشد، به مرور زمان موجب افزایش عوارض گرفتنی عضلات و ماهیچه‌های پا و ستون فقرات می‌شود زیرا استفاده زیاد از پدال گاز و کلاچ نیازمند حرکت زیاد ماهیچه‌های پا و نیز کف پاها است به طوری که با حرکت دادن پدال‌ها تمام عضلات پا وارد عمل شده و ایفای نقش می‌کنند و مفصل مچ پا نیز به همین صورت درگیر می‌شود. در نتیجه فشاری که به عضلات پا وارد می‌شود بر بقیه قسمت‌های بدن هم تأثیرگذار بوده و حتی به ماهیچه‌های ناحیه کمر و ستون فقرات نیز فشار وارد می‌شود که به مرور زمان علاوه بر خستگی زیاد در رانندگی به ابتلا به بیماری‌های عضلانی نیز کمک می‌کند. به ویژه اینکه فشار زیادی هم به زانو وارد شده و به مرور بیماری‌های مفصلی هم برای راننده ایجاد می‌شود [۱۴]. در حال حاضر با افزایش شدت ترافیک در شهرهای بزرگ، استفاده از خودروهای گیربکس اتوماتیک ضروری شده است به طوری که در بسیاری از کشورها همچون استرالیا فقط خودروهای گیربکس اتوماتیک مجوز تردد در شهر را دارند. خودروهای مجهز به گیربکس اتوماتیک در کاهش تصادفات هم نقش داشته‌اند و این در حالی است که از نظر هزینه ساخت، اندازه و حجم گیربکس تفاوت چندانی بین گیربکس‌های معمولی و اتوماتیک نیست و استفاده از

و جبیی (۱۳۸۸) نتایج مؤبد وجود رابطه معنی‌دار بین طول رکبی با ناراحتی قسمت فوقانی و تحتانی کمر، زانو و ساق پا و رابطه معکوس قد و طول اندام فوقانی نیز با ناراحتی بازو و آرنج می‌باشد [۱۱]؛ که این تفاوت در نتایج می‌تواند به دلیل تعداد نمونه کمتر در مطالعه حاضر باشد.

با توجه به نتایج پژوهش، به نظر می‌رسد بدون درنظر گرفتن نوع خودرو، در همه‌ی خودروهای مورد مطالعه با توجه به سیستم دنده دستی مبحث ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی امری حتمی است. در حال حاضر صنعت خودروسازی در جهان با سرعت زیاد به سمت استفاده از اتومبیل‌های دنده اتوماتیک (گیربکس اتوماتیک) می‌رود، این در حالی است که سیستم‌های گیربکس اتوماتیک نسبت به نوع معمولی دارای مزايا و فواید فوق العاده زیادی است. یکی از مهم‌ترین مزیت‌های گیربکس اتوماتیک این است که دنده‌ها را به طور خودکار تعویض کرده و وظایف راننده را به خصوص افرادی که عادت به تعویض زیاد دنده‌ها دارند، کاهش می‌دهد. بعلاوه، نیاز به مهارت خاص راننده در این زمینه هم نمی‌باشد. در سیستم‌های اتوماتیک در موقع لزوم تعویض دنده‌ها به صورت خودکار انجام می‌شود. در خودروهایی که دارای گیربکس معمولی هستند، سرعت بیش از حد یا عدم هماهنگی بین سرعت چرخ‌ها به خصوص در صورتی که راننده هم مهارت کافی نداشته باشد، موجب استهلاک سریع خودرو شده در حالی که در خودروهای گیربکس اتوماتیک، راننده فقط به سیستم تغییر وضعیت دنده‌ها و پدال گاز برای راندن خودرو نیاز دارد. از دیگر مزیت مهم استفاده از سیستم گیربکس اتوماتیک می‌توان به عملکرد بسیار خوب رانندگی در شیوه‌های سرپالایی و سرپایینی، داخل شهر و جاده‌ها اشاره کرد.

از سوی دیگر استفاده از گیربکس‌های معمولی هنگام رانندگی نیازمند تعویض دنده‌ها به صورت دستی و بوسیله راننده است که این عمل به خصوص هنگامی که به دفعات زیاد انجام می‌شود موجب ایجاد حرکات بیشتری در بدن شده و انرژی و به خصوص تمرکز بیشتری را از راننده می‌گیرد. هوستنز و همکاران به

- 8.
3. Management and supervision Tehran taxi. [cited 2015]; Available from: <http://taxi.tehran.ir/> [Persian].
4. Dalziel JR, Job RFS. Taxi drivers and road safety. Report to the Federal Office of Road Safety, report to Department of Transport and Regional Development from Dalziel and Job, Department of Psychology, University of Sydney. 1997.
5. Ziae M, Izadpanah S, Sharifi K, Barzegar Shangol A. Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders in inside and outside-city taxi drivers; Andisheh city 2011 .Razi J Med Sci. 2014;21(118):41-50. [Persian]
6. Brook S, Freeman R, Rosala G, Campean F, Dixon N. Ergonomic Data measuring system for driver-pedals interaction. SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems. 2009;2(2009):1184-91.
7. Li J, Deng F, Liu S, Hu H, editors. Analysis of the Influence of Clutch Pedal to Vehicle Comfort. Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress; 2012. Springer.
8. Wang X, Le Breton-Gadegbeku B, Bouzon L. Biomechanical evaluation of the comfort of automobile clutch pedal operation. Int J Indust Ergonom. 2004;34(3):209-21.
9. Giacomin J, Bretin S, editors. Measurement of the Comfort of Automobile Clutch Pedal Actuation. Proceedings of the 4th International Conference on Comfort in the Automotive Industry Bologna, Italy: [sn]; 1997.
10. Mehta C, Tiwari P, Rokade S, Pandey M, Pharade S, Gite L, et al. Leg strength of Indian operators in the operation of tractor pedals. Int J Indust Ergonom. 2007;37(4):283-9.
11. Sadeghi N, Habibi E. The survey of relation between Musculoskeletal Disorders and Anthropometric Indices in the bus drivers in Isfahan. Iran Occup Health. 2009;6(1):6-14. [Persian]
12. Hostens I, Ramon H. Assessment of musclefatigue in low level monotonous task performance during car driving. J Electromyography Kinesio. 2005;15(3):266-74.
13. Mozafari A, Najafi M, Vahedian M, Mohebi S. Assessment of Musculoskeletal Disorders Between lorry Drivers in Qom, Iran. Galen Med J. 2014;3(3):182-88. [Persian]
14. Abledu JK, Offei EB, Abledu GK. Predictors of Work-Related Musculoskeletal Disorders among Commercial Minibus Drivers in Accra Metropolis, Ghana. Advances Epidemiol. 2014;2014.

گیربکس‌های اتوماتیک از استهلاک خودرو نیز جلوگیری به عمل می‌آورد. با توجه به موارد مطرح شده، در صورتی که مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق و درستی در کشور وجود داشته باشد، استفاده از خودروهای دنده اتوماتیک به خصوص در خودروهایی که رانندگان آن به طور طولانی مدت رانندگی می‌کنند مانند خطوط تاکسیرانی امری حیاتی است زیرا هم به سود شهر است و هم به سود شهر وندان.

با بررسی نتایج مطالعه حاضر به نظر انجام تحقیقات مشابهی در کشور خودمان ضروری می‌باشد؛ یعنی در پژوهش‌های آتی محققین اقدام به مقایسه و تحلیل بین خودروهای گیربکس معمولی و اتوماتیک کنند. البته با بررسی خودروهای موجود در بازار ذکر این نکته ضروری است که محدودیت‌های زیادی در زمینه خودروهای گیربکس اتوماتیک در کشور احساس می‌شود. با مراجعه به بازار خودرویی کشور مشخص می‌گردد که دو خودروساز بزرگ کشور محصولات اتوماتیک بسیار اندکی تولید می‌کنند و همان محصولات نیز دارای ثبات تولید و قیمت مناسب جهت جایگزینی در خطوط تاکسیرانی را ندارند.

## تقدیر و تشکر

مقاله حاضر بخشی از طرح تحقیقاتی مشترک دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو (ایپکو) به شماره ۲۱۸۷۳ می‌باشد. بدینوسیله از همکاری پرسنل شرکت مهندسی ایپکو و کلیه رانندگان محترم تاکسی در خطوط انتخابی تاکسیرانی تهران به- خاطر همکاری در انجام مراحل پژوهش قدردانی و تشکر می‌گردد.

## منابع

1. Dolcini PJ. Contribution to the clutch comfort. Institut National Polytechnique de Grenoble. 2007.
2. Mircheski I, Kandikjan T, Sidorenko S. Comfort analysis of vehicle drivers seat through simulation of the sitting process. Tehnički vjesnik. 2014;21(2):291-

## Ergonomic assessment of clutch pedal in some common models of vehicles in taxi routes in Tehran

Adel Mazloumi<sup>1\*</sup>, Zeinab Kazemi<sup>2</sup>, Seyed Reza Aghazade<sup>3</sup>, Mehdi Miri<sup>4</sup>, Hossein Shirmohammadi<sup>5</sup>

Received: 2016/04/14

Revised: 2016/12/17

Accepted: 2016/12/24

### Abstract

**Background and aims:** Clutch pedal is one of the most important control systems of the automobile. As a foot controller due to the location and mechanisms of action, in case of improper design pedal clutch can reduce driver fatigue, as well as the comfort and safety of the vehicle. In the present research, clutch comfort of some common models of vehicles in taxi routes in Tehran were investigated from the viewpoint of ergonomics.

**Methods:** In this cross-sectional and practical study, 120 drivers of taxi routes in Tehran were selected by stratified random sampling. Both objective (pressure-release force, frequency and duration of clutching) and subjective (specialized questionnaires) were used in order to assess fatigue and clutch comfort. Regarding objective assessments, the pressure-release force was measured using piezoelectric pressure dynamometer and frequency and duration of clutching was estimated by means of a micro-switch named Data Logger.

**Results:** Significant differences were observed in perceived discomfort in all body parts involved in clutching, after the working shift. The highest discomfort belonged to back (3.97) and Knee (3.86) while the lowest value was for upper thigh (1.45) and upper leg (1.98). Furthermore, drivers of Paykan and Roa automobiles reported the highest discomfort. Regarding the force and frequency of clutching, the highest value was belonged to Paykan.

**Conclusion:** According to the results, long-term use of the clutch pedal in all studied models of automobiles causes significant discomfort after the working shift. It is suggested that automobiles in Tehran taxi routes replace with the automatic gear ones and the Paykan and Roa, which showed the greatest discomfort with other models.

**Keywords:** Ergonomic assessment, Driving, Fatigue, Clutching.

1. (Corresponding author) Associate Professor. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. amazlomi@tums.ac.ir
2. PhD student. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. MSc, IranKhodro Powertrain Company (IPCO), Tehran, Iran.
5. MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.