



## تأثیر صندلی خودرو بر خستگی و ناراحتی عضلات ارکتور اسپاین کمری

تیمور اللهیاری<sup>۱\*</sup>، بهراد سمسار<sup>۲</sup>، حمیدرضا خلخالی<sup>۳</sup>، محمود رضاآذغانی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۱۱

تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** صندلی خودرو تأثیر بسزایی در راحتی راننده و کاهش فشار وضعیتی وارد بر کمر راننده دارد. هدف این مطالعه بررسی مقایسه‌ای سه نوع صندلی خودروهای سواری رایج داخل بر خستگی و ناراحتی عضلات راننده است.

**روش بررسی:** ۱۰ شرکت کننده مرد طی مدت ۲ ساعت رانندگی شبیه‌سازی شده روی سه صندلی راننده در روزهای مختلف به فاصله یک هفته مورد آزمون قرار گرفتند. در حین رانندگی فعالیت الکتریکی عضلات ارکتور اسپاین ناحیه لومبار و میزان ناراحتی کمر توسط شاخص بصری VAS ثبت شد. پارامترهای MDF، MNF و NRMS برای بررسی فعالیت و خستگی عضلات مورد استفاده قرار گرفت. آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسه صندلی‌ها از نظر ناراحتی، خستگی و فعالیت عضلات بکار گرفته شد.

**یافته‌ها:** صندلی‌ها از نظر ایجاد ناراحتی در ناحیه کمر با هم اختلاف معناداری نشان دادند ( $p < 0/05$ ). پارامتر MNF عضله ارکتور اسپاین سمت چپ در بین صندلی‌ها تقریباً اختلاف معناداری داشتند ( $p = 0/07$ ). باین حال با توجه به پارامترهای MDF و NRMS، اختلاف معناداری بین صندلی‌ها در طول ۲ ساعت رانندگی مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** هرچند میزان فعالیت و خستگی عضلات ارکتور اسپاین در طول مدت دو ساعت رانندگی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، اما میزان ناراحتی اظهار شده فرد در ناحیه کمر اختلاف معنی‌داری داشت. با توجه به یافته‌ها به نظر می‌رسد برخی از صندلی‌های خودرو ممکن است بیشتر موجب ناراحتی عضلات کمر راننده شوند؛ اما در مورد خستگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعات بیشتر به‌منظور طراحی ارگونومیک صندلی خودروها پیشنهاد می‌گردد.

**کلیدواژه‌ها:** عضلات ارکتور اسپاین، صندلی خودرو، خستگی، الکترومیوگرافی سطحی.

### مقدمه

ریسک فاکتوری در ایجاد ناراحتی‌های کمر نقش دارد [۵، ۶]. افزایش ناراحتی ناشی از نشستن طولانی‌مدت به پوسچر ثابت نسبت داده شده است. در این وضعیت حرکت ناچیز بدن باعث کاهش جریان خون در عضلات و در نتیجه خستگی و احساس ناراحتی فرد می‌گردد. در نتیجه این خستگی به دلیل تغییر پوسچر فرد انحنای طبیعی ستون فقرات کمتر شده و فشار روی ستون فقرات در ناحیه لومبار اعمال می‌گردد [۱، ۷].

در خودرو محدودیت‌هایی از قبیل استفاده از پدال‌ها، فرمان، دنده و همچنین نیازهای دیداری راننده در حین رانندگی، حرکت و تغییر پوسچر را حتی نسبت به دیگر سرنشینان خودرو، در وضعیتی محدودتر قرار می‌دهد. اعمال و وظایفی که توسط تجهیزات نظیر پدال‌ها که سبب می‌شوند پاهای راننده در حین رانندگی دیگر

یکی از عوامل بروز آسیب‌های اسکلتی عضلانی پوسچرهای ثابت می‌باشند؛ پوسچر ثابت به حالتی گفته می‌شود که فرد در یک وضعیت برای مدت زمان زیاد حرکتی نداشته باشد و در اصل به انقباض طولانی‌مدت عضلات بدون حرکت قابل‌ملاحظه در بدن اطلاق می‌شود که به‌واسطه محیط کار و نوع وظیفه به فرد تحمیل می‌شود، پوسچرهای ثابت سبب آسیب به عضلات و مفاصل می‌گردند [۱، ۲]. علاوه بر این پوسچرهای نشسته پتانسیل آسیب‌رسانی را به‌طور بالقوه دارند و به‌عنوان یکی از ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی محسوب می‌گردند [۳، ۴]. نشستن طولانی‌مدت در فضای محدود و یا پوسچر ثابت فرد را در معرض بار استاتیکی قرار می‌دهد که عموماً به‌عنوان

۱- (نویسنده مسئول) دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای و ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران. allahyari@umsu.ac.ir

۲- کارشناس ارشد ارگونومی، گروه بهداشت حرفه‌ای و ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشیار، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

۴- استادیار، گروه بیومکانیک، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران.

به منظور تشخیص و جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی عضلانی ضروری می‌باشد [۱]. از آنجایی که خستگی عضله و در نتیجه آن ناراحتی وارده به فرد از دلایل اختلالات اسکلتی عضلانی به ناحیه کمر می‌باشد، لذا تشخیص خستگی عضلات می‌تواند برای پیشگیری از اختلالات مرتبط مفید واقع گردد. خستگی عضلانی با تغییراتی در فعالیت الکتریکی عضله همراه است، که پایش پیوسته این خستگی در حین انجام فعالیت با اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی عضله به روش الکترومیوگرافی سطحی<sup>۱</sup> قابل انجام می‌باشد.

نظر به اهمیت مبحث ارگونومیک بودن صندلی‌ها و تأثیر آن در کاهش عوارض ناشی از خستگی و همچنین نبود مطالعه‌ای برای ارزیابی ناراحتی و خستگی صندلی خودروهای تولید داخل کشور، این مطالعه در تلاش است تا در محیط آزمایشگاهی و شبیه‌سازی شده میزان خستگی و ناراحتی در عضلات کمر، هنگام استفاده از صندلی خودروهای پراید، سمند و پژو ۴۰۵ را به دو روش ذهنی (VAS<sup>۲</sup>) و عینی (الکترومیوگرافی) بررسی نماید. برای آنالیز دامنه فعالیت الکتریکی از RMS و آنالیز طیفی از فرکانس میانه (MDF) و فرکانس متوسط (MNF) استفاده شد.

### روش بررسی

تعداد ۱۰ داوطلب مرد با میانگین و انحراف معیار سن ۲/۱۶ ± ۲۳ سال، قد ۰/۰۳ ± ۱/۷۸ متر و وزن ۵/۹۲ ± ۶۴ کیلوگرم در این مطالعه شرکت کردند. به منظور شبیه‌سازی رانندگی، صندلی راننده ۳ خودرو رایج داخل کشور که عبارت بودند از پراید، سمند و پژو در محیط آزمایشگاه روی سکویی با ارتفاع مناسب ثابت گردیدند. دلیل انتخاب این صندلی‌ها صرفاً بر اساس استفاده روزافزون از این خودروها در بخش حمل و نقل بود. لازم به ذکر است برای حذف اثر تورش<sup>۳</sup> روی صندلی‌ها با پارچه پوشانده شد.

پشتیبان کاملی برای بدن نباشند و کنترل و تعادل بدن را به صندلی محول کنند و یا فرمان خودرو یا کمر بند ایمنی صندلی که خود سبب محدودیت‌های حرکتی راننده می‌گردند، پوسچر فرد را در حالت نشسته ثابت نگه می‌دارد [۴-۵، ۸-۹].

خودرو نمایانگر یک ایستگاه کاری می‌باشد که باید کلیه معیارهای ارگونومیک لازم برای جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی عضلانی را دارا باشد و فرد را در بهینه‌ترین حالت خود در انجام اعمال مربوط به رانندگی و ضروریات گوناگون ایمنی قرار داده و راحتی راننده را نیز تأمین کند [۱۰]. صندلی راننده یکی از مهم‌ترین قسمت‌های خودرو است که راننده بیشترین زمان و تعامل را با آن دارد، این تعامل سبب می‌شود که صندلی نقش بسزایی در راحتی و محیط کار راننده داشته باشد [۱۱] سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که چگونه تولیدکنندگان خودرو می‌توانند راحتی رانندگان را افزایش دهند. برای پاسخ به این سؤال، لازم است نگاه دقیق‌تری به مفهوم راحتی داشته باشیم. به عقیده VINK ناراحتی بیشتر مربوط به ویژگی‌های فیزیکی است، در حالی که راحتی بیشتر مربوط به تجربه، احساسات، ویژگی‌های غیرقابل انتظار و لوکس است. متون موجود در باب ویژگی‌های فیزیکی صندلی بیشتر بر عرض بهینه پشتی و نشیمنگاه صندلی بر اساس شاخص‌های آنتروپومتری تأکید دارند. در مطالعات مختلف نشان داده شده که توزیع خوب فشار در صندلی نیز راحتی را افزایش می‌دهد. همچنین مطالعات در مورد اثر ویژگی‌های اضافی مانند سیستم‌های ماساژ، اثرات مثبتی بر اندازه‌گیری‌های EMG و تجربه راحتی نشان داده است. اما در متون موجود اطلاعات چندانی در رابطه با ویژگی‌های مؤثر صندلی بر راحتی راننده وجود ندارد [۱۲].

یکی از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده ناراحتی ناشی از پوسچر راننده طول مدت نشستن می‌باشد [۱۳]. لذا با توجه به اینکه ناراحتی ناشی از پوسچر ثابت و طولانی رخدادی است که با صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط می‌باشد، ارزیابی نشستن طولانی‌مدت حین رانندگی

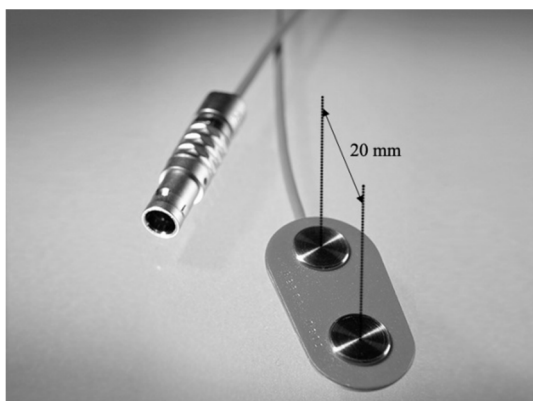
<sup>1</sup> (SEMG) Surface Electromyography

<sup>2</sup> Visual Analog Scale

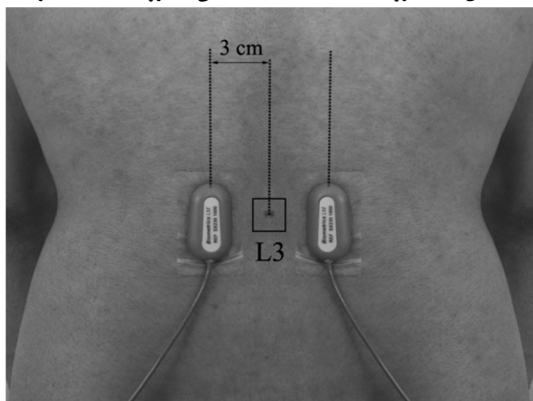
<sup>3</sup> Bias

قد و وزن در فرم مربوط به آن فرد ثبت گردید و فاصله زمانی یک هفته بین هر دو آزمون نیز تعیین شد. این معیار به این دلیل مورد توجه قرار گرفت که در رانندگان این احتمال وجود داشت که به دلیل سابقه طولانی نشستن بر روی صندلی نوعی مقاومت در عضلات پشت ایجاد شده باشد که در مدت ۲ ساعته آزمایش اثر قابل شناسایی نباشد و نیز ممکن است عادت به صندلی خاص که مدام از آن استفاده کرده بر نتایج ارزیابی تأثیر بگذارد.

ثبت سیگنال به صورت همزمان در دو عضله‌ی ارکتور اسپاین چپ و راست توسط دستگاه، Biometric/Data-link الکترومیوگرام سطحی مدل ۸ کاناله انجام گرفت. سیگنال‌های الکترومیوگرافی با فرکانس نمونه‌گیری معادل ۱۰۲۴ هرتز جمع‌آوری شدند. به این منظور از ۴ الکتروود سطحی مدل SX-230 با امپدانس بالا استفاده شد. جهت ثبت فعالیت الکتریکی



شکل ۳- الکتروود Ag/AgCl با فاصله بین الکتروودی ۲۰ میلی‌متر



شکل ۴- محل قرار دادن الکتروودها

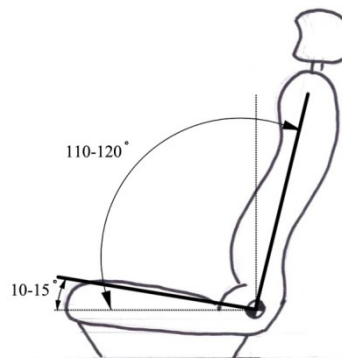


شکل ۱- شبیه ساز رانندگی مورد استفاده در این مطالعه

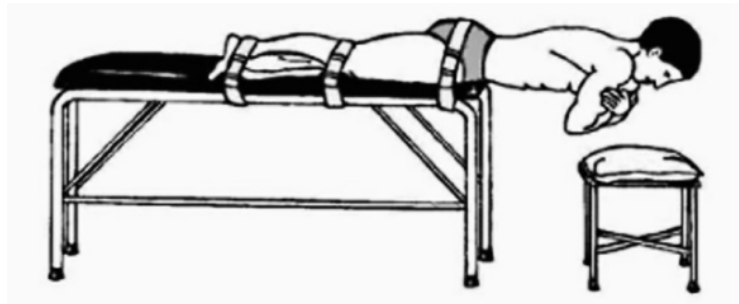
فرمان رالی و پدال‌های مخصوص بازی‌های رایانه‌ای نیز به منظور شبیه‌سازی محیط مجازی رانندگی به این مجموعه اضافه و در محل مناسب نصب گردیدند. از یک دستگاه رایانه به همراه مونی‌تور جهت اجرای بازی کامپیوتری و شبیه‌سازی وظایف دیداری راننده و اتصال این رایانه به فرمان و پدال‌ها استفاده شد (شکل ۱).

با توجه به اینکه طبق مطالعات انجام شده، پستی صندلی در زاویه ۱۱۰-۱۲۰ درجه نسبت به افق و همچنین کفی صندلی در زاویه ۱۵-۱۰ نسبت به افق کمترین فعالیت عضلانی را در عضلات کمر فرد ایجاد می‌کنند، صندلی‌ها همگی با این زوایا ثابت گردیدند [۱۴-۱۵] (شکل ۲).

شرایط ورود به مطالعه عبارت بودند از: مذکر بودن، نداشتن شغل رانندگی، نداشتن سابقه کمردرد طی ۶ ماه گذشته. پس از انتخاب افراد و اعلام رضایت آن‌ها مبنی بر ورود به مطالعه، اطلاعات اولیه هر فرد شامل: سن،



شکل ۲- زوایای تثبیت شده برای صندلی شبیه ساز



شکل ۵- تصویر شماتیک انجام تست سورنسن

کمر فرد نیز روی شاخص بصری ناراحتی (VAS) ثبت می‌گردد که خطی ۱۰۰ میلی‌متری با دو انتهای بدون ناراحتی و بیشترین ناراحتی در ناحیه کمر می‌باشد. در این زمان ۲ ساعت رانندگی شبیه‌سازی شده شروع می‌شود، هر ۳۰ دقیقه شاخص بصری VAS علامت زده می‌شود و هر ۱۵ دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه سیگنال‌های عضلات کمر در حالتی که فرد تحرکی ندارد ثبت می‌گردد.

### روش تحلیل داده‌ها

برای آنالیز سیگنال‌های الکترومیوگرافی برنامه‌ای به صورت دستی در نرم‌افزار Matlab R2009a version 7.8.0.374 (The Mathworks, Inc. Natick, USA) نوشته شد. از آنجایی که الکترودهای مورد استفاده به صورت سخت‌افزاری دارای فیلتر میان‌گذر ۵۰۰-۱۵ بودند، لذا هیچ‌گونه فیلتر نرم‌افزاری به صورت دستی بر داده‌ها اعمال نگردید. جهت کاهش میزان داده‌ها نرخ نمونه‌گیری<sup>۴</sup> برای الکترودهای دستگاه ۱۰۰۰ داده در ثانیه بود، بنابراین ۳۰۰۰۰ داده‌ای که برای هر عضله در هر ۳۰ ثانیه (۳۰۰۰۰ میلی‌ثانیه) در بلوک‌های ۱۵ دقیقه‌ای در طول ۲ ساعت نشستن گرفته شده بود، پنجره زمانی ۲۰۰ میلی‌ثانیه عبور داده شد، بدین گونه که اندازه هر پنجره برابر با  $[200 + t_i(\text{ms})]$  الی  $t_i(\text{ms})$  یعنی برای هر ۳۰ ثانیه ۲۰۰-۳۰۰۰۰ پنجره وجود داشت. در ادامه برای هر پنجره طبق فرمول ۱:

عضله ارکتور اسپاین<sup>۱</sup> در ناحیه لومبار بعد از آماده و تمیز کردن پوست با الکل یک جفت الکتروود Ag/AgCl با فاصله بین الکتروودی ۲۰ میلی‌متر (شکل ۳) بر روی عضلات ارکتور اسپاین دو طرف ستون فقرات در سطح مهره سوم کمری (L3) به فاصله ۳ سانتیمتر از ستون فقرات متصل شد [۷] (شکل ۴).

جهت نرمال‌سازی داده‌های الکترومیوگرافی حداکثر انقباض ارادی<sup>۲</sup> فرد مورد نیاز است که با توجه به مقالات و مطالعات مرتبط، به منظور ثبت حداکثر انقباض ارادی در عضلات ارکتور اسپاین تست سورنسن<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۵). در این حالت فرد بر روی شکم خوابیده و پس از اعمال نیروی دستی روی کتف دو بار با فاصله زمانی یک دقیقه به مدت ۵ ثانیه سیگنال‌های الکترومیوگرافی عضلات ارکتور اسپاین فرد برای حداکثر انقباض ارادی ثبت گردید.

پس از انجام حداکثر انقباض ارادی، فرد بر روی صندلی نشسته و آماده‌ی رانندگی شبیه‌سازی شده به مدت ۲ ساعت می‌گردد. علت انتخاب دو ساعت بر اساس مطالعات قبل و این یافته بود که حداقل زمان مورد نیاز برای مشاهده آثار خستگی را یک ساعت نشستن بیان می‌کرد [۱۶ و ۱۷]. در ابتدا و قبل از شروع رانندگی اولین فعالیت عضلانی فرد با حفظ پوسچر رانندگی توسط دستگاه الکترومیوگرافی در زمان صفر ثبت می‌گردد و همچنین میزان مبنای شاخص ناراحتی

<sup>۱</sup> Erector Spinae

<sup>۲</sup> Maximum Voluntary Contraction

<sup>۳</sup> Sorensen Test

<sup>۱</sup> Sampling Rate

آزمون کلموگروف-اسمیرنوف<sup>۴</sup> برای آزمون نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه سه صندلی نیز از روش آنالیز واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر<sup>۵</sup> استفاده گردید.

### یافته‌ها

#### میزان ذهنی خستگی

**روند تغییرات میانگین نمره VAS سه صندلی در طول ۱۲۰ دقیقه رانندگی:** در ابتدای جلسه فرم شاخص بصری VAS به افراد داده شد و VAS دقیقه صفر (شروع) توسط آن‌ها علامت‌گذاری و ثبت گردید و به همین منوال در طول ۲ ساعت رانندگی شبیه‌سازی‌شده، هر ۳۰ دقیقه VAS توسط افراد علامت‌گذاری و نهایتاً در هر جلسه مجموعاً پنج داده VAS برای هر صندلی ثبت شد.

با توجه نمودار ۱ مشخص است که میانگین نمره VAS در هر سه صندلی با گذشت زمان روندی افزایشی پیدا کرده است.

**نتایج ارزیابی ذهنی صندلی‌ها مقایسه به روش VAS:** در روش ارزیابی ذهنی سه صندلی از نظر میزان ناراحتی گزارش شده در طول زمان استفاده با مقیاس VAS ارزیابی شدند که نتایج در جدول ۱ قابل مشاهده است.

بعد از اطمینان از معناداری اثر صندلی مقایسات چندگانه<sup>۶</sup> انجام داریم که نتایج آن طبق جدول ۲ می‌باشد. بر اساس جدول ۲ اختلاف معناداری بین صندلی ۲ و ۳ مشاهده می‌شود.

**نتایج ارزیابی عینی مقایسه صندلی‌ها خستگی عضلات ارکتور اسپاین:** میزان فعالیت و خستگی ایجاد شده بر اساس تغییرات ایجاد شده روی ۳ پارامتر MDF، MNF، NRMS روی عضلات ارکتور اسپاین راننده بررسی گردید. متغیرهای مورد نظر برگرفته از داده‌های الکترومیوگرافی می‌باشند که در طول ۱۲۰ دقیقه هر ۱۵ دقیقه ثبت شده بودند.

فرمول ۱ -- محاسبه RMS<sup>۱</sup>

$$RMS(EMG(t)) = \left( \frac{\int_t^{t+T} (EMG^2(t) dt)}{T} \right)^{\frac{1}{2}}$$

RMS محاسبه گردید. برای نرمال‌سازی داده‌های به‌دست‌آمده RMS، از MVC های دوگانه قبل از رانندگی استفاده گردید، بدین‌صورت که در اینجا نیز با اعمال پنجره زمانی ۲۰۰ میلی‌ثانیه بنابر فرمول اشاره شده، RMSها محاسبه شدند و بیشترین میزان RMS در این پنجره‌ها به‌عنوان RMS<sub>max</sub> و کمترین مقدار آن به‌عنوان RMS<sub>min</sub> در نظر گرفته شد و در ادامه طبق فرمول ۲:

فرمول ۲- نرمال‌سازی RMS

$$NRMS = \frac{(RMS_i - RMS_{min})}{(RMS_{max} - RMS_{min})}$$

همچنین مقادیر MNF<sup>۲</sup> و MDF<sup>۳</sup> نیز از روابط ۳ و ۴:

فرمول ۳- محاسبه MNF

$$MNF = \sum_{j=1}^M f_j P_j / \sum_{j=1}^M P_j$$

فرمول ۴- محاسبه MDF

$$\sum_{j=1}^{MDF} P_j = \sum_{j=MDF}^M P_j = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M P_j$$

به دست آمدند. لازم به ذکر است که MDF و MNF از پارامترهای الکترومیوگرافی می‌باشند که به‌عنوان شاخصی برای خستگی عضله کاربرد دارند.

### آنالیز آماری

با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار و ... داده‌ها توصیف شدند. همچنین از

<sup>5</sup> Kolmogorov-Smirnov Test

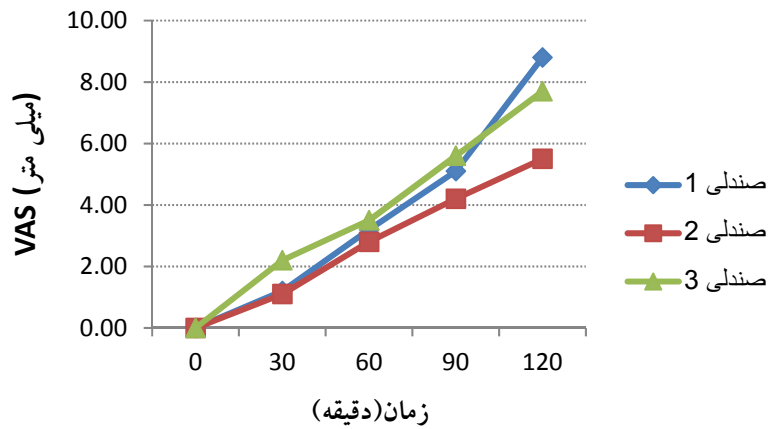
<sup>6</sup> Repeated Measure Analysis

<sup>1</sup> Multiple Comparison

<sup>2</sup> Root Mean Square

<sup>3</sup> Mean Power Frequency

<sup>4</sup> Median Frequency



نمودار ۱- روند تغییرات میانگین نمره VAS در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی  
جدول ۱- آنالیز واریانس VAS حاصل از روش اندازه گیری های مکرر

منابع تغییرات	مجموع مربعات خطا	df	میانگین مربعات خطا	F	مقدار معناداری
اثر اصلی صندلی	۳۴/۴۹	۲	۱۷/۲۴	۳/۴۶	۰/۰۵۳
مؤلفه خطا(صندلی)	۸۹/۶۴	۱۸	۴/۹۸		
اثر اصلی زمان	۹۹۴/۴۹	۴	۲۴۸/۶۲	۵۶/۱۱	.
مؤلفه خطا(زمان)	۱۵۹/۵۰	۳۶	۴/۴۳		
اثر متقابل صندلی-زمان	۴۱/۹۰	۸	۵/۲۳	۲/۳۹	۰/۰۲۴
مؤلفه خطا(صندلی-زمان)	۱۵۷/۲۹	۷۲	۲/۱۸		

جدول ۲- مقایسات چندگانه VAS بین صندلی ها

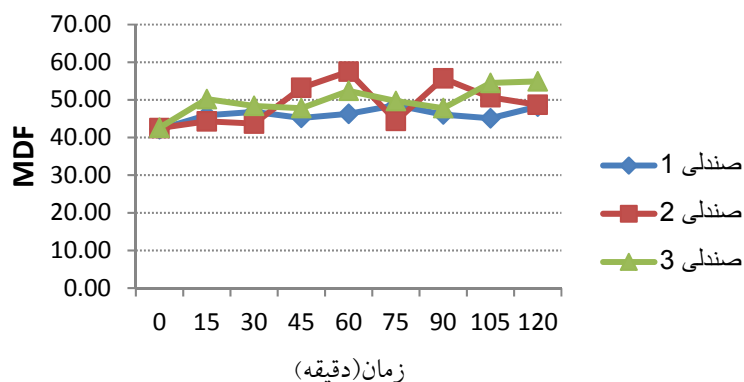
صندلی I	صندلی J	Mean Difference	خطای معیار	مقدار معناداری
۱	۲	۰/۹۴۰	۰/۴۷۳	۰/۰۷۸
	۳	-۰/۱۴۰	۰/۳۶۹	۰/۷۱۳
۲	۱	-۰/۹۴۰	۰/۴۷۳	۰/۰۷۸
	۳	-۱/۰۸۰	۰/۴۸۷	* ۰/۰۵۴
۳	۱	۰/۱۴۰	۰/۳۶۹	۰/۷۱۳
	۲	۱/۰۸۰	۰/۴۸۷	* ۰/۰۵۴

اسپاین ناحیه لومبار معنادار نبود. دومین متغیر MNF بود که در طول ۱۲۰ دقیقه رانندگی شبیه‌سازی شده روی عضلات ارکتور اسپاین چپ و راست بررسی شد. نمودارهای ۴ و ۵ نشان دهنده روند تغییرات میانگین نمره این شاخص در عضلات ارکتور اسپاین می‌باشد.

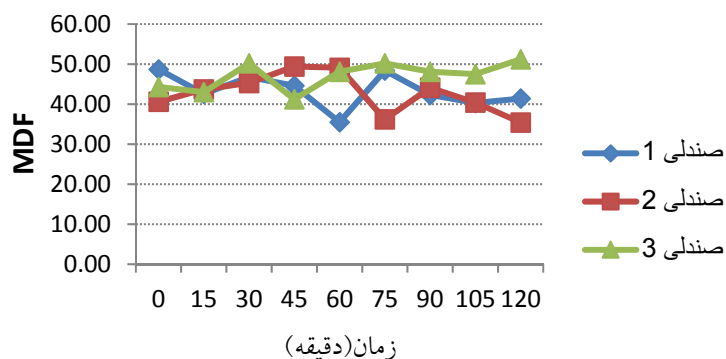
با توجه به نمودارها روند کاهشی MNF که یکی دیگر از شاخص‌های خستگی عضلانی می‌باشد، بعد از ۶۰ دقیقه رانندگی قابل مشاهده است. همچنین با توجه

اولین متغیر MDF بود که در طول ۱۲۰ دقیقه رانندگی شبیه‌سازی شده روی عضلات ارکتور اسپاین چپ و راست مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای ۲ و ۳ نشان دهنده روند تغییرات میانگین نمره این شاخص در عضلات ارکتور اسپاین می‌باشد.

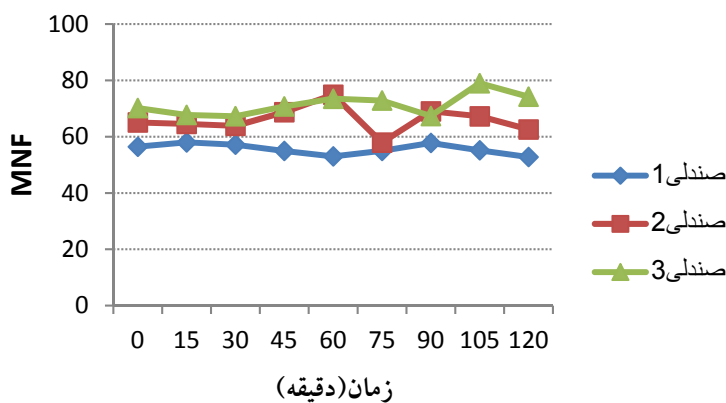
با توجه به نمودارها روند کاهشی MDF که یکی از شاخص‌های خستگی عضلانی می‌باشد، بعد از ۶۰ دقیقه رانندگی قابل مشاهده است. به علاوه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، اثر میانگین MDF بر عضلات ارکتور



نمودار ۲- روند تغییرات میانگین نمره MDF عضله ارکتور اسپاین چپ در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی

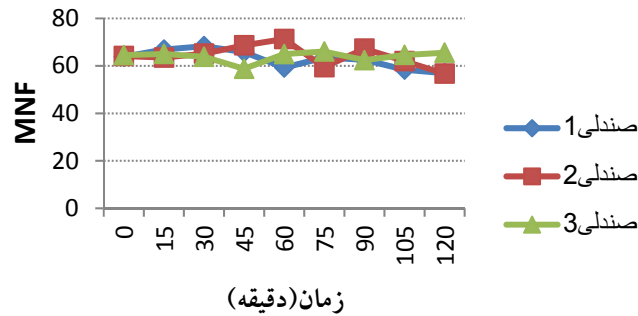


نمودار ۳- روند تغییرات میانگین نمره MDF عضله ارکتور اسپاین راست در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی



نمودار ۴- روند تغییرات میانگین نمره MNF عضله ارکتور اسپاین چپ در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی

به جدول ۳ اختلاف معناداری بین صندلی ۱ و ۳ از نظر MNF عضله ارکتور اسپاین سمت چپ مشاهده می‌شود (p=۰/۰۷). این در حالی بود که اختلاف معناداری بین صندلی‌ها از نظر MNF عضله ارکتور اسپاین سمت راست مشاهده نشد.



نمودار ۵- روند تغییرات میانگین نمره MNF عضله ارکتور اسپاین راست در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی

جدول ۳- آنالیز واریانس MNF عضله ارکتور اسپاین چپ به روش اندازه گیری های مکرر

منابع تغییرات	مجموع مربعات خطا	df	میانگین مربعات خطا	F	مقدار معناداری
اثر اصلی صندلی	۱۱۶۶۹/۰۳	۲	۵۸۳۴/۵۱	۳/۰۰	* ۰/۰۷
مؤلفه خطا(صندلی)	۳۴۹۴۹/۷۷	۱۸	۱۹۴۱/۶۵		
اثر اصلی زمان	۸۰۶/۶۳	۸	۱۰۰/۸۲	۰/۶۳	۰/۷۴
مؤلفه خطا(زمان)	۱۱۴۹۰/۲۰	۷۲	۱۵۹/۵۸		
اثر متقابل صندلی-زمان	۲۵۲۴/۱۳	۱۶	۱۵۷/۷۵	۱/۳۱	۰/۱۹
مؤلفه خطا(صندلی-زمان)	۱۷۲۱۴/۲۲	۱۴۴	۱۱۹/۵۴		

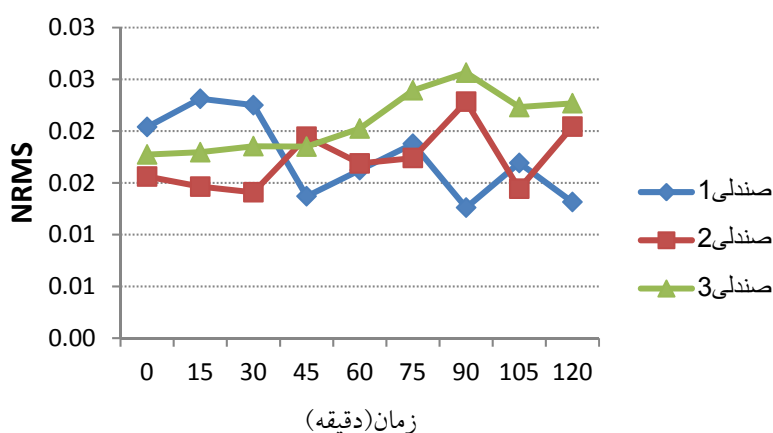
میزان ذهنی ناراحتی که با شاخص VAS ثبت شده بود، روند افزایشی داشت، لذا میزان ذهنی ناراحتی فرد در ناحیه کمر (عضلات ارکتور اسپاین ناحیه لومبار) با گذشت زمان بیشتر شده است. نتایج این بخش از مطالعه همسو با یافته‌های دیگر مطالعات می‌باشد [۱۷] همچنین در مطالعه‌ای از Durkin.J افزایش از حیث ناراحتی با گذشت زمان دیده شد هرچند که این افزایش تفاوت معناداری در بین صندلی‌ها با یکدیگر نداشت [۷]. یافته دیگری که از مطالعه حاضر به دست آمد اختلاف معنادار سه صندلی از لحاظ شاخص ذهنی ناراحتی با گذر زمان بود ( $p < 0.05$ )، این یافته نشان می‌دهد که سه صندلی با گذشت زمان از لحاظ میزان ناراحتی کمر درک شده توسط افراد باهم اختلاف معناداری دارند.

سومین و آخرین متغیر NRMS یا RMS نرمال‌سازی شده بود که در طول ۱۲۰ دقیقه رانندگی شبیه‌سازی شده روی عضلات ارکتور اسپاین چپ و راست بررسی شد. نمودارهای ۶ و ۷ نشان دهنده روند تغییرات میانگین نمره این شاخص در عضلات ارکتور اسپاین می‌باشد.

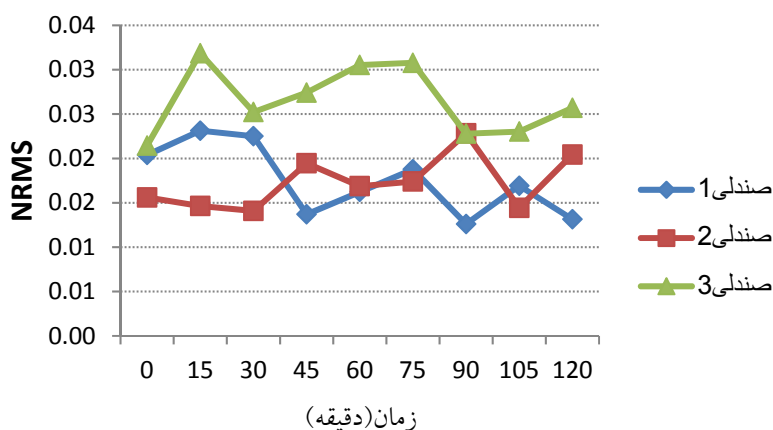
افزایش NRMS یکی دیگر از شاخص‌های نشان دهنده وقوع خستگی عضلانی می‌باشد که با توجه به نمودارها این روند به‌جز در صندلی ۱ در دو صندلی دیگر تقریباً روندی افزایشی داشته است. با این حال آنالیز آماری اختلاف معناداری بین صندلی‌ها از نظر NRMS عضلات ارکتور اسپاین نشان نداد.

### بحث و نتیجه‌گیری شاخص ذهنی VAS

یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است که در طول ۱۲۰ دقیقه رانندگی شبیه‌سازی شده، در هر سه صندلی



نمودار ۶- روند تغییرات میانگین نمره NRMS عضله ارکتور اسپاین چپ در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی



نمودار ۷- روند تغییرات میانگین نمره NRMS عضله ارکتور اسپاین راست در سه صندلی در مدت ۲ ساعت رانندگی

### شاخص‌های عینی خستگی

خستگی به صورت عینی در آن دیده شده است حال آنکه در عضله سمت چپ این روند تقریباً ثابت می‌باشد. در صندلی شماره ۲ روند MDF در ۶۰ دقیقه ابتدایی افزایشی بوده و در نهایت بعد از این زمان روند به صورت کاهش می‌باشد. این یافته به نوعی از این نظریه که زمان مورد نیاز برای دیده شدن آثار خستگی حداقل یک ساعت نشستن می‌باشد و اینکه مطالعات بعدی باید زمانی بیش از این مقدار را برای نمایان شدن خستگی عضلانی برگزینند، حمایت می‌کند [۱۶]. با توجه به نوساناتی که در روند

روند کاهش‌دهنده MDF و MNF نشانگر خستگی عضلانی در طول زمان می‌باشد، همچنین روند افزایشی RMS نیز به عنوان نشانه‌ای از خستگی عضلانی تلقی می‌گردد که در ادامه در رابطه با این تغییرات و روند افزایشی و کاهش‌دهنده آن‌ها در مطالعه حاضر به بحث می‌پردازیم.

با توجه به روند MDF در عضلات ارکتور اسپاین چپ و راست در هر صندلی می‌توان دید که در صندلی ۱ در طول ۱۲۰ دقیقه عضله سمت راست روند کاهش‌دهنده دارد و

گفت که با توجه به اینکه زوایایی که برای تثبیت صندلی در نظر گرفتیم برگرفته از مطالعات اخیر می‌باشد و کمترین میزان فعالیت در عضلات ارکتور اسپاین در این زوایا دیده شده است لذا دور از انتظار نبوده است که خستگی به نسبت در این عضلات دیرتر به وقوع بپیوندد. همین امر لزوم اجرای مطالعات با زمان بیشتر در این زوایا برای دیده شدن خستگی عضلانی به صورت نمایان تر را توجیه می‌کند.

به‌طور خلاصه از محدودیت‌های این مطالعه که در فضای آزمایشگاهی و شبیه‌سازی شده صورت گرفته و متفاوت از محیط واقعی داخل کابین خودرو می‌باشد اشاره کرد که در این خصوص وضعیت قرارگیری فرمان به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر وضعیت نشستن می‌تواند بر نحوه نشستن تأثیر بگذارد (امکان تنظیم فرمان در این مطالعه وجود نداشت). نکته دوم با توجه به اینکه آزمودنی‌های افراد غیر راننده بودند لذا در تعمیم نتایج به رانندگان باید احتیاط نمود و در این راستا مطالعات بیشتر بر روی رانندگان به‌ویژه مطالعات آینده‌نگر بر روی رانندگانی که سال‌ها از یک نوع خودرو و صندلی استفاده نمودند از نظر بروز ناراحتی‌های کم‌ری توصیه می‌گردد.

### منابع

1. Kolich M, Taboun SM. Combining psychophysical measures of discomfort and electromyography for the evaluation of a new automotive seating concept. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2002;8(4):483-96.
2. Attwood DA, Joseph M. Deeb PDCPEMES, Danz-Reece ME. *Ergonomic Solutions for the Process Industries*: Elsevier Science; 2004.
3. Liebenson C. Are prolonged sitting postures bad for the back? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2002;6(3):151-3.
4. Kyung G, Nussbaum MA, Babski-Reeves K. Driver sitting comfort and discomfort (part I): Use of subjective ratings in discriminating car seats and correspondence among ratings. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2008;38(5):516-25.
5. Cascioli V, Heusch AI, McCarthy PW. Does

MDF صندلی سوم دیده می‌شود نمی‌توان نظر قاطعی نسبت به خستگی عضلانی در آن داد.

لازم به ذکر است که تفاوت معناداری بین صندلی‌ها از نظر MDF وجود نداشت ( $p > 0.05$ ) که البته این امر نظر به اینکه هر سه صندلی برای خودروهایی تقریباً در یک رده تولیدی و دارای تنظیماتی تقریباً یکسان هستند، دور از انتظار نبود. البته این یافته همسو با مطالعه [۱۷] می‌باشد که البته در آن تفاوت معناداری بین صندلی‌ها در MDF عضلات گردن و پهلو دیده نشد.

روند کاهشی MNF که شاخص دیگری برای ارزیابی خستگی عضله می‌باشد در صندلی اول طی ۱۲۰ دقیقه مشاهده می‌گردد که در هر دو عضله روندی کاهشی دارد که نشانگر خستگی عضلانی می‌باشد که یافته‌های شاخص ذهنی نیز از آن حمایت می‌کند، لذا یافته دیگر این مطالعه همسو با سایر مطالعات در نقش کاهش MNF در ایجاد خستگی عضلانی می‌باشد [۱، ۱۸]. در صندلی دوم نیز همانند MDF باز هم روند کاهشی در ۶۰ دقیقه دوم نمایان می‌گردد که نقش زمان را در مطالعه [۱۹] در ایجاد خستگی حمایت می‌کند.

یافته دیگر این مطالعه تفاوت معنادار صندلی‌ها از نظر MNF در عضله ارکتور اسپاین سمت چپ می‌باشد ( $p < 0.07$ ). به عبارت دیگر فعالیت عضلات سمت چپ و خستگی آن بیشتر بوده و این امر سبب تمایز این دو عضله راست و چپ نسبت به هم شده است.

شاخص NRMS به‌جز در صندلی اول که بر خلاف انتظار روندی کاهشی داشت در دو صندلی دیگر به‌طور نسبی روندی افزایشی را نشان می‌دهد که نشانگر وقوع خستگی عضلانی می‌باشد. البته نوساناتی در این روندها دیده می‌شود که با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار در بین سه صندلی لذا از آن نمی‌توان برای خستگی عضله اظهار نظر نمود [۱۴].

البته با توجه به برخی از مطالعات [۲۰، ۲۱، ۱۴] که در آن‌ها زاویه نشستن بیشترین تأثیر را در کاهش سیگنال الکترومیوگرافی دارد و با بیشتر شدن زاویه فعالیت عضلات ارکتور اسپاین کمتر می‌گردد می‌توان

- SAE Technical Paper Series 2002-01-0773. 2002.
17. El Falou W, Duchêne J, Grabisch M, Hewson D, Langeron Y, Lino F. Evaluation of driver discomfort during long-duration car driving. *Applied Ergonomics*. 2003;34(3):249-55.
  18. Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *Spine Journal*. 2009;9(2):115.
  19. Schneider LW, Ricci LL. Survey of driver seating discomfort and related factors 1989.
  20. Kippers V, Parker AW. Electromyographic studies of erectors spinae: symmetrical postures and sagittal trunk motion. *Aust J Physiother*. 1985;31(3):95-105.
  21. Andersson B, Ortengren R. Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. II. Studies on an office chair. *Scandinavian Journal of rehabilitation medicine*. 1973;6(3):115-21.
  - prolonged sitting with limited legroom affect the flexibility of a healthy subject and their perception of discomfort? *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2011;41(5):471-80.
  6. Gkikas N. *Automotive Ergonomics: Driver-Vehicle Interaction*: Taylor & Francis; 2012.
  7. Durkin J, Harvey A, Hughson R, Callaghan JP. The effects of lumbar massage on muscle fatigue, muscle oxygenation, low back discomfort, and driver performance during prolonged driving. *Ergonomics*. 2006;49(1):28-44.
  8. Andreoni G, Santambrogio GC, Rabuffetti M, Pedotti A. Method for the analysis of posture and interface pressure of car drivers. *Applied Ergonomics*. 2002;33(6):511-22.
  9. Porter J, Gyi D. The prevalence of musculoskeletal troubles among car drivers. *Occupational Medicine*. 2002;52(1):4-12.
  10. Smith DR, Andrews DM, Wawrow PT. Development and evaluation of the automotive seating discomfort questionnaire (ASDQ). *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2006;36(2):141-9.
  11. Tan C, Chen W, Delbressine F, Rauterberg M. Objectifying discomfort seat measurement for next generation truck driver's seat. *International Federation of Automotive Engineering Societies Student paper*. 2008(F2008-SC):028.
  12. Kamp I. The influence of car seat design on its character experience. *Applied Ergonomics*. 2012; 43:329-335.
  13. Helander MG, Zhang L. Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics*. 1997;40(9):895-915.
  14. Hostens I, Ramon H. Assessment of muscle fatigue in low level monotonous task performance during car driving. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15(3):266-74.
  15. Hosea TM, Simon SR, Delatizky J, Wong MA, Hsieh CC. Myoelectric analysis of the paraspinal musculature in relation to automobile driving. *Spine*. 1986;11(9):928-36.
  16. Uenishi K, Tanaka M, Yoshida H, Tsutsumi S, Miyamoto N. Driver's fatigue evaluation during long term driving for automotive seat development.

## Impact of car seat on erector spine muscles activity, fatigue and discomfort

Teimour Allahyari<sup>1\*</sup>, Behrad Semsar<sup>2</sup>, Hamid Reza Khalkhali<sup>3</sup>, Mahmood Reza Azghani<sup>4</sup>

Received: 2016/01/01

Revised: 2017/04/02

Accepted: 2017/08/02

### Abstract

**Background and aims:** Car seats have a significant impact on driver comfort and reduction of postural load on the low back of the driver. The purpose of this study was to compare three common types of car seat in Iran on the driver's fatigue and muscle discomfort.

**Methods:** Ten participants completed 2 hours of simulated driving for each of the three type of car seat in different days within a week. During driving task, the electrical activity of the lumbar erector spinae muscles were recorded every 15 minutes and discomfort rate measured every 30 minutes by a visual indicator. The RMS, mean frequency (MNF) and median frequency (MDF) were calculated and used to assess muscle load and fatigue. Repeated measure ANOVA was performed to assess the effect of car Seat on muscular activity and fatigue.

**Results:** A significant difference found between various types of car seat with regards to subjective measure of discomfort data ( $p < 0.05$ ), MNF parameter of left erector spinae muscle showed approximately significant difference between car seats ( $p = 0.07$ ), however with regards to NRMS and MDF parameters, the difference between car seats is not significant during 2 hours driving in simulation context.

**Conclusion:** Although the level of activity and fatigue of erector spinae muscles showed no significant difference during two hours of driving, but self reported discomfort in low back muscles suggested a significant difference. Based on the findings of this study, it seems some type of car seats may cause discomfort however there was no significant difference between three types of car seat with regard to fatigue. In order to design of ergonomic car seat further studies recommended.

**Keywords:** Erector spinae muscles, Car seat, Fatigue, SEMG.

1. (**Corresponding author**) Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran. allahyari@umsu.ac.ir

2. MSc of Ergonomics, Department of Occupational Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

3. Associate Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Biomechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Sahand University of Technology, Tabriz, Iran.