بررسی ارتعاش صندلی تراکتور مسی‌فرگوسن ۳۹۹ در اتصال به گاوآهن برگرداندار

زهره سیفی[۱*]، رضا یگانه[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ایلام، seifi1388@hotmail.com
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ایلام

چکیده

ارتعاشات مکانیکی وارده بر راننده یکی از مهمترین مسائلی است که در هنگام کار با ادوات کشاورزی بایستی مورد توجه قرار گیرد. وقتی ادوات متصل به تراکتور در شرایط کاری قرار می‌گیرند ارتعاشات کامل و جزئی بدن باعث کاهش سلامتی مانند درد کمر و آسیب ستون فقرات می شود. در این تحقیق اثر اتصال گاوآهن برگرداندار سه خیش به تراکتور مسی‌فرگوسن ۳۹۹ بر ارتعاش صندلی مورد بررسی قرار گرفت. میزان شتاب ارتعاش منتقل شده در موقعیت صندلی تراکتور در جهت عمودی (راستای Z) در ۴ سطح سرعت موتور ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰و۱۷۵۰دور بر دقیقه در سه حالت "حمل گاواهن برگرداندار سه خیش و حرکت در مزرعه، انجام عملیات شخم با گاوآهن برگرداندارو حرکت روی جاده آسفالت" بررسی گردید. تمامی آزمایشها در دنده یک سبک انجام گرفت. برای هر آزمایش سه تکرار در نظر گرفته شد. دستگاه مورد استفاده در این آزمایش Vibrationmeter 8203 بود که شتاب RMS را با اتصال سنسور به صندلی تراکتور مسی‌فرگوسن۳۹۹ اندازه می‌گرفت. بیشترین میزان RMS شتاب ارتعاش در دورهای مورد آزمایش مربوط به موقعیت شخم با گاوآهن برگرداندار به ترتیب به میزان ۲.۲، ۳.۱، ۵.۱و ۷.۲ متر بر مجذور ثانیه و کمترین میزان RMS شتاب ارتعاش مربوط به موقعیت حرکت در جاده آسفالت به ترتیب به میزان ۰.۹، ۱.۳، ۱.۵و ۲.۱ متر بر مجذور ثانیه بدست آمد. نتایج نشان داد که شتاب RMS (ریشه‌ی میانگین مربعات) در جهت عمودی با افزایش سرعت دورانی موتور در هر سه حالت ذکر شده افزایش داشته است. حداکثر شتاب ارتعاشی در دور ۱۷۵۰دور بر دقیقه در شرایط شخم با گاوآهن به میزان۷/۲ متر بر مجذور ثانیه و حداقل آن در دور ۱۰۰۰دور بر دقیقه در جاده آسفالت به مقدار ۰/۹ متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. درگیری خیش با ناهمواریهای زمین و شرایط خاک باعث افزایش RMS شتاب ارتعاش در حالت شخم با گاوآهن برگرداندار گردید.

واژه های کلیدی: ارتعاش، تراکتور مسی‌فرگوسن، سرعت موتور، صندلی

مقدمه

ارتعاشات وارد بر راننده، یکی از مهمترین مسائل در هنگام کار با ادوات کشاورزی محسوب می شود زمانی که ادوات کشاورزی به تراکتور متصل می‌شوند ارتعاشات بر عملکرد آنها تاثیر می‌گذارد. ارتعاشات تهدیدی برای سلامت راننده و اپراتور سایر ادوات دنباله بند تراکتوری محسوب می‌گردد.حساسیت انسان نسبت به ارتعاش در واقع به خواص مختلف آن یعنی دامنه، سرعت،شتاب یا میزان تغییر شتاب و همچنین تاثیرات ارتعاش به شدت، فرکانس، جهت و طول مدت ارتعاش بستگی دارد (تقی‌زاده

علی‌سرایی‌و همکاران، ۱۳۸۶). شتاب هایی که برانسان اثر گذار است به دو گروه شتاب های خطی و دورانی تقسیم می گردد.ارتعاش های خطی در سه جهت عمودی، طولی و جانبی از وسیله به انسان قابل انتقال می باشد که ارتعاش های طولی و جانبی بنا به شرایط تراکتور ایجاد می شوند. اما غالب ارتعاش های تراکتور در صفحه عمودی واقع می شود که از طریق چرخ انتقال می یابند پس رانندگان تراکتور به ارتعاش های عمودی حساسیت بیشتری دارند(Tewari and Prasad, 1999).ارتعاشات خطی روی بدن تاثیرگذار است و باعث ایجاد ناراحتی و درد دربدن راننده می‌گردد در حالیکه شتاب های دورانی معمولا موجب ناراحتی نمی‌شوند(Griffin et al,1982).

ارتعاش کامل و جزئی بدن باعث کاهش سلامتی مانند درد کمر و آسیب ستون فقرات می شود که می تواند از مواجهه با ارتعاش صندلی ناشی گردد.اثر ارتعاش بر سیستم عصبی غالبا به صورت از دست دادن حس لامسه ، حساسیت گرمایی و اختلال در سیستم کنترل نمود پیدا می‌کند. ارتعاش همچنین بر اسکلت بدن و استخوان ها تاثیر می‌گذارد که بصورت اختلالات استخوانی–مفصلی مانند پروسیس مچ و برآمدگی استخوان الکرانون بروز می کند(Rangni et al ,1999).در اثر به نوسان در آمدن بافت های بدن اثرات فیزیولوژیکی و روانی ناهنجاری در انسان بوجود آمده و سبب بر هم زدن اعمال طبیعی و همچنین تحریک گیرنده‌های مکانیکی در انسان می شود علاوه بر آن باعث بیماریهایی چون اختلالات عروقی که بعنوان مهمترین،خطرناک ترین و شایع ترین اثرات ارتعاش شناخته شده،می‌گردد. ضایعات استخوانی،ضایعات بافت نرم و ضایعات مفصلی مانند آسیب نخاع و احتمال فلج شدن از دیگر عوامل اثرات ارتعاش بر بدن می باشد(Yue and Mester, 2001). در فرکانس‌های پایین جذب انرژی ارتعاشی توسط بدن انسان امکان پذیر است اما تحریک گیرنده‌های مکانیکی بدن توسط مدل‌های ارتعاشی مداوم یا نیروی ضربه‌ای بستگی به فاکتورهای بیو دینامیکی داخلی بدن مانند ساختمان فردی، میزان میرایی و خاصیت فنریت بافت، وضعیت نسبی اجزا و اندامهای بدن و درجه سختی و کشش عضلات دارد. از طرف دیگر فاکتورهای بیودینامیکی خارجی نیز در بررسی مسائل ارتعاش بدن اهمیت دارند. این عوامل شامل شدت نیروی ارتعاش، محل و سطح اعمال ارتعاش، وزن هر بار خارجی روی بدن و قدرت استهلاک سازه هایی که ارتعاش از طریق آنها وارد می شود، می‌باشد(کلانتری و همکاران، ۱۳۹۱).ارتعاشات تراکتور دو چرخ در وضعیت ایستگاهی در دورهای مختلف موتور در چهار موقعیت شاسی،دسته تراکتور دو چرخ،بازو و قفسه سینه راننده اندازه گیری شده و گزارش شده است که با افزایش دور موتور در چهار موقعیت مذکور مقادیر جذر میانگین مربعات در سه راستای عمودی، جانبی و طولی افزایش می یابد(تقی‌زاده علی‌سرایی‌و همکاران، ۱۳۸۶). آزمایشهای ارتعاش انجام گرفته در کابین و صندلی کمباین نشان داد که در کابین کمباین هنگام رانندگی با سرعت ۲۰ کیلومتر بر ساعت روی سطح آسفالت،فرکانس بالاتر ارتعاش در مقایسه با رانندگی کندتر روی جاده‌ی مزرعه‌ای به دست می‌آید. همچنین بدست آمد که یک صندلی با سیستم تعلیق هوایی فرکانس های بالای ۴ هرتز را بهتر تقلیل می‌دهد و مکان راحت تری را برای راننده نسبت به صندلی با سیستم تعلیق مکانیکی فراهم می سازد (Hostens and Ramon, 2003).در تحقیقی که ارتعاش و صدای تعدادی از کولتیواتورهای کوچک بررسی شده بود، شتاب انتقال یافته از دسته و تراز صدا در موقعیت گوش کاربر در طی خاک ورزی مطابق با استانداردهای بین المللی اندازه گیری شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در ۱۰ درصد جمعیت مواجه شده، اختلالات عروق دست می تواند بعد از سه سال استفاده مداوم از این ماشین‌ها تحت شرایط کاری معمولی ظاهر شود(Rangni et al ,1999). محققین خواص ارتعاشی تراکتور دو چرخ را در دورهای مختلف موتور در شرایط ایستگاهی و مزرعه ای مورد بررسی قرار دادندو اعلام کردند که اتصال صلب دسته تراکتور دوچرخ به شاسی باعث افزایش شتاب ارتعاشی به دست کاربر می‌شود(Salokhe et al, 1995). هدف از این پژوهش تحلیل و بررسی اثر حمل گاوآهن برگرداندار سه خیش بر ارتعاش صندلی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ می باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق از یک دستگاه تراکتور مسی‌فرگوسن۳۹۹ و گاوآهن برگرداندار سه خیش استفاده شد.آزمایش‌ها در ۴ سطح سرعت موتور(۱۵۰۰،۱۲۵۰،۱۰۰۰و۱۷۵۰دور بر دقیقه) ودر سه حالت "حمل گاوآهن برگرداندار سه خیش و حرکت در مزرعه، انجام عملیات شخم با گاوآهن برگرداندارو حرکت روی جاده آسفالت" با دنده یک سبک بررسی گردید. این تحقیق در مزرعه آموزشی– پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام انجام شد. بافت خاک لومی، رطوبت خاک۱۷ تا ۱۹ درصد و وزن مخصوص ظاهری خاک ۱.۴۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. شخم در عمق ۲۰سانتی‌متری صورت گرفت. تعداد سه نکرار برای هر آزمایش در نظر گرفته شد.برای اندازه‌گیری شتاب از یک دستگاه VIBRATIONMETERمدل VB-8203ساخت شرکت لوترون استفاده شد. شکل(۱) نرم افزار مربوطه را بر روی کامپیوتر نمایش می‌هد. اتصال شتاب سنج به گونه ای است که هیچگونه لقی ما بین شتاب سنج و صندلی وجود نداشته باشد و محل اتصال تمیز و عاری از هرگونه آلودگی باشد. همانطور که در شکل(۲) پیداست پایه فلزی به عنوان محل اتصال شتاب سنج برای صندلی انتخاب گردید.بعد از قرار دادن سنسور در نقطه مورد نظر و پس از رسیدن به حالت تعادل داده برداری برای هر تکرار به مدت ۲۰ ثانیه انجام گرفت. دستگاه دارای یک حافظه داخلی جهت ذخیره کردن داده‌ها است. برای انتقال داده‌ها از دستگاه به کامپیوتر از یک کابل RS232 مدل USB-01استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها و انجام عملیات‌های آماری از نرم‌افزارهای Excel2007 وSPSS استفاده شد.

شکل(۱): ارتعاش سنج ۸۲۰۳ و نرم افزار مربوطه

شکل(۲): محل و نحوه اتصال سنسور به صندلی تراکتور

متداول‌ترین کمیت مورد استفاده برای ارتعاشات، ریشه میانگین مربعات است .زیرا مهمترین خواص ریشه میانگین مربعات یک ارتعاش، محتوای انرژی آن است.انرژی با دامنه ۲ متناسب است، بطوریکه که میانگین بر اساس توان دوم ایده بهتری را از محتوای توانی، هنگام مقایسه ارتعاشات خواهد داد. شتاب ارتعاشی از رابطه (۱) محاسبه می گردد.

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T {a_t}^2 dt} \qquad (۱)$$

که در آن a_{rms} مقدار RMS شتاب برحسب $\frac{m}{s^2}$، T مدت زمان اندازه‌گیری برحسب s و a_t مقدار شتاب در مدت زمان t است. با مقایسه‌ی مقادیر شتاب ارتعاشی ناشی از نتایج آزمایش‌ها با استانداردهای جدول(۱) توصیف واکنش انسان در مقابل ارتعاش وارده به صورت محدوده‌ی راحتی و آسایش بیان می‌گردد.

جدول(۱): توصیف واکنش انسان در مقابل ارتعاش وارده بر او

توصیف واکنش انسان	مجموع ریشه میانگین مربع‌های شتاب (ms^{-2})
راحت	کوچک‌تر از ۰/۳۱۵
کمی ناراحت	۰/۳۱۵–۰/۶۳
تقریباً ناراحت	۰/۵–۱
ناراحت	۰/۸–۱/۶
خیلی ناراحت	۱/۵–۲/۲۵
فوق العاده ناراحت	بزرگ‌تر از ۲/۰

نتایج و بحث

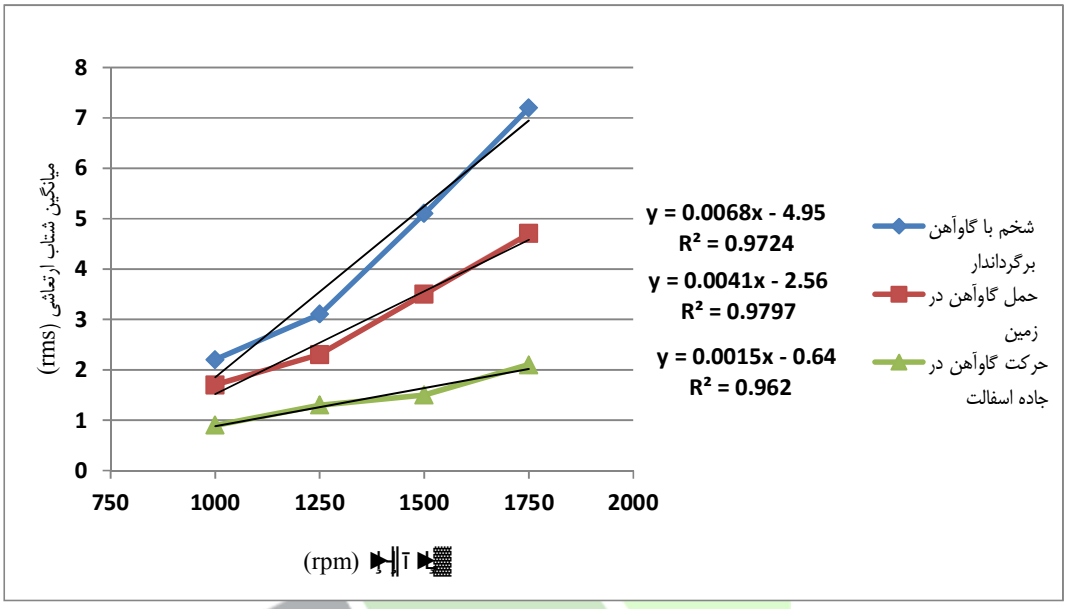
میانگین شتاب ارتعاشی در دورهای ۱۰۰۰،۱۲۵۰،۱۵۰۰، ۱۷۵۰ دور بر دقیقه در شرایط آزمایشی شخم با گاوآهن، حمل گاوآهن در زمین و حرکت در جاده آسفالت در راستای عمودی وارده بر صندلی تراکتور مسی‌فرگوسن۳۹۹ در دنده یک سبک در جدول(۲) نشان داده شده است.با نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها مطابق جدول(۲) مشاهده می‌شود که با افزایش سرعت موتور تراکتور میزان RMS ارتعاشی افزایش یافته است.از طرفی با تغیر شرایط از حرکت در جاده آسفالت به حالت شخم ارتعاش وارده بر صندلی راننده به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. با محاسبه میانگین داده های بدست آورده در دورهای مختلف، جدول توزیع شتاب ارتعاشی به صورت زیر بدست آمد.

جدول (۲): میانگین داده های شتاب ارتعاشی در دورها و موقعیت‌های مختلف بر حسب m/s^2

حرکت گاوآهن در جاده اسفالت	حمل گاوآهن در زمین	شخم با گاوآهن برگرداندار	(rpm) موقعیت/دور
۰.۹	۱.۷	۲.۲	**۱۰۰۰**
۱.۳	۲.۳	۳.۱	**۱۲۵۰**
۱.۵	۳.۵	۵.۱	**۱۵۰۰**
۲.۱	۴.۷	۷.۲	**۱۷۵۰**

شکل(۳) مقادیر شتاب ارتعاشی در راستای عمودی وارده بر صندلی تراکتور مسی‌فرگوسن۳۹۹ در دورها و شرایط آزمایشی مختلف همراه با ضرائب همبستگی را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل پیداست بیشترین و کمترین شتاب ارتعاشی در دورهای مذکور به ترتیب مربوط به شرایط شخم با گاوآهن برگرداندار و حرکت در جاده آسفالت می‌باشد. حداکثر شتاب ارتعاشی در دور ۱۷۵۰دور بر دقیقه در شرایط شخم با گاوآهن به میزان m/s^2 ۷/۲و حداقل آن در دور ۱۰۰۰دور بر دقیقه در جاده آسفالت به مقدار m/s^2 ۰/۹ می‌باشد. میزان ارتعاش وارده بر صندلی تراکتور در دور ۱۷۵۰در شرایط شخم با گاوآهن در زمین نسبت به حمل آن در مزرعه و حرکت در جاده آسفالت به ترتیب ۳۵درصد و ۷۰ درصد افزایش داشته است. بنابراین شتاب ارتعاشی وارده بر صندلی راننده در شرایط شخم با گاوآهن به طور معنی‌داری روند صعودی دارد.این نتیجه در شکل(۴) که مدل صفحه‌ای ارتعاش را نشان می‌دهد، مشخص است.در حالت شخم با گاوآهن به دلیل درگیری خیش با ناهمواریهای زمین و مقاومتی که خاک از خود

نشان می‌دهد شتاب ارتعاشی افزایش پیدا کرده است، چون منبع ارتعاش از طریق تراکتور و درگیری گاوآهن با زمین می‌باشد. ولی در شرایط آزمایشی حمل گاوآهن با تراکتور در جاده اسفالت ارتعاش‌ها نسبت به حالت شخم به طور قابل ملاحظه‌ای کم (میرا) می‌گردد. با توجه به اینکه در سرعت های دورانی بالاتر فرکانس دورانی موتور تراکتور افزایش می یابد در نتیجه باعث افزایش RMS ارتعاشی وارده بر صندلی تراکتور می‌گردد.



شکل(۳): تغیرات مقادیر شتاب ارتعاش به ازای سرعت‌های مختلف موتور در دنده یک سبک

شکل(۴): مدل صفحه ای ارتعاش وارده بر صندلی تراکتور

نتیجه‌گیری کلی

با مقایسه‌ی مقادیر میانگین شتاب ارتعاشی (RMS) به دست آمده با استانداردهای بیان شده در ایزو ۲۶۳۱ که در جدول(۱) نشان داده شده، سطح آسایش راننده هنگام رانندگی با تراکتور مسی‌فرگوسن ۳۹۹ در حالت فوق‌العاده ناراحت می‌باشد. ارتعاش کامل و جزئی بدن که از مواجهه با صندلی تراکتور ایجاد می‌گردد، باعث کاهش سلامتی مانند اختلال در سیستم عصبی، ایجاد درد مفاصل، آسیب ستون فقرات و سایر ضایعات در بدن می‌شود. بنابراین طراحی کابین راننده‌ی تراکتور و یا طراحی سیستم تعلیق صندلی راننده توصیه می‌گردد.

منابع

۱- تقی‌زاده علی‌سرایی، ا.، توکلی هشتجین، ت.، قبادیان، برات. (۱۳۸۶). تحلیل مواجهه روزانه کاربر با ارتعاش تراکتور دو چرخ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، شماره۴، نیمسال دوم ۱۳۸۶، ص ۶۴-۴۷.

۲- کلانتری، د.، دهنوی، س.، انتظاری، ا. (۱۳۹۱). مدل ریاضی سیستم های ارتعاشی مختلف در طراحی صندلی تراکتور. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.

۳- مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. مشخصات عمومی در ارزیابی مواجهه‌ی انسان با ارتعاشات کامل بدن، چاپ اول، (۱۳۷۶). شماره ۴۳۶۸.

۴- کریمی، ز. تاثیر آبیاری جویچه ای یک در میان بر عملکرد کمی و کیفی ذرت سیلیویی در کشت یونجه یکساله زیر کانوپی آن در شرایط آب و هوایی ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ایلام. ۱۳۸۹.

5-Tewari, V.K, and N. Prasad. 1999. Three-DOF modeling of tractor seat-operator system. Terramech. 36: 207-219.

6- Griffin, M.J, E.M. Whitham, and K.C. Parsons. 1982. Vibration and Comfort: ranslational seat vibratio . Ergonomics. 25: 603-630.

7- Anon. ISO 2631/1. Guide for the evaluation of human exposure to whole body vibration. Geneva: International Organization for Standardisation. 1985.

8- Rangni, L, G.V. Assalini., F. Xu, and L.B. Zhang. 1999. Vibration and Noise of Small Implements for Soil Tillage. Agriculture Engineer Research. 74: 403-409.

9- Salokhe, V.M, B. Majumder, and M.S. Islam. 1995. Vibration characteristics of a Power tiller. Terramechanics. 32:181-196.

10-Yue, Z, and J. Mester. 2001. A model analysis of internal loads, energetic, and effects of wobbling massduringthe whole-body vibration. Biomechanics. 35: 639–647.

11- Hostens, I, and H. Ramon. 2003. Descriptive Analysis of combine cabin vibrations and their effects on the human body. *Sound and Vibration*. 266: 453-464.

12- ISO 2631-1, 1997.Evaluation of human exposure to whole-body vibration.Int. Org. for Standardization.

Evaluation of Vibration Seat Massey Ferguson Tractor399 in Connection to Moldboard plow

Zohreh Seifi[1*] and Reza Yeganeh[2]

1- MSc student, department of mechanic agriculture machinery, ilam university
seifi1388@hotmail.com
2- Faculty, department of mechanic agriculture machinery, ilam university

Abstract

Mechanical vibrations impose on the driver of one of the most important issues that must be considered when working with agricultural implements. When implements are connected to the tractor for working condition, full and partial human body vibration make cause reduce health like lumbago and spinal injury. In this research the effects of the moldboard three bottom plow attachment Massey Ferguson Tractor399 to vibration on the seat were investigated. Vibration acceleration transfer in seating position tractor in the vertical direction (along z) in 4 levelengine speed in 1000,1250,1500 and 1750 rpm in 3 position " Shipping plow and move in field, plow operations and move on the road" was checked. All experiments were performed in 1 gear light. For each experiment, three replicates were considered.The device used in this experiment was Vibrationmeter 8203,that RMS(root mean square) acceleration sensor is connected to the seat of the Massey Ferguson tractor399 was measured.The most value RMS vibration acceleration in experimental cycles related on plow operations in value 2.2, 3.1, 5.1 and 7.2 $\frac{m}{s^2}$ and the least value related on move on the road in amount 0.9, 1.3, 1.5 and 2.1 $\frac{m}{s^2}$ were gained, respectively. The results showed that the acceleration RMS in the vertical direction by increasing the rotational speed of the engine is increased in all three cases mentioned. Maximum vibratory acceleration at around 1750 rpm in position plow in terms of 7.2 $\frac{m}{s^2}$ and a minimum value of around 1000 rpm on the road position in terms of 0.9 $\frac{m}{s^2}$. Conflict of bottom with ruggedness of field and soil conditions increases the RMS vibration acceleration in situation of plowing on seat Massey Ferguson tractor.

Keywords: chair, engine speed, Massey Ferguson tractors, vibration