بررسی تأثیر فشار باد تایر تراکتور MF399 بر روی ارتعاش وارد بر صندلی راننده

سوران عبدالله پور[1]*، محمدرضا زارع زاده[2]، محمدحسین رئوفت[3]

1و2- دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز
3- استاد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز

izademehr@gmail.com*

چکیده

ارتعاش کامل یا جزئی بدن باعث کاهش سلامتی مانند درد کمر ، آسیب ستون فقرات ، اختلال در سیستم های عصبی وگردش خون می‌شود که می تواند از مواجهه با ارتعاش صندلی وسائط نقلیه یا تراکتور ناشی گردد. در این پژوهش تأثیر فشار باد لاستیک های جلو و عقب بر مقدار ارتعاش وارد بر بدن راننده در تراکتور مسی فرگوسن 399 در سه حالت "حمل گاوآهن برگرداندار سه خیش وخرکت در مزرعه ، انجام عملیات شخم با گاوآهن برگرداندار و در حالت حرکت روی جاده آسفالت " بررسی گردید . آزمایشها در سه سطح فشار باد کم (60 کیلوپاسکال)، متداول (100 کیلوپاسکال) و زیاد (140 کیلو پاسکال) انجام شد. تمامی آزمایشات در دور مشخصه موتور 1800 rpm ودر دنده چهار انجام گرفت . تعداد تکرارها ۴ تکرار برای هر آزمایش در نظر گرفته شد . همچنین مقادیر شتاب RMS (جذر میانگین مربعات) و VDV (اندازه دوز ارتعاش) و A(8) (قرارگیری در معرض ارتعاش روزانه) برای هر یک از حالات اندازه گیری و محاسبه شد . دستگاه مورد استفاده در این آزمایش Vibration meter TV300 بود که به واسطه یک صفحه فولادی و صیقلی با ضخامت 0/5 میلیمتر و جرم ناچیز ارتعاش در راستای عمود وارد بر صندلی تراکتور MF399 را اندازه می گرفت. نتایج برای سه فشار باد مورد آزمایش نشان داد که مقدار کمینه دوز ارتعاش (VDV) در فشار باد متداول رخ می دهد و برای مقادیر بیشتر و کمتر از این مقدار با افزایش ارتعاش بدنه و صندلی در نهایت افزایش VDV رو به رو بودیم . همچنین بیشینه مقدار VDV در سطح فشار کم مشاهده شد . در این آزمایشات بیشنه مقدار امکان قرارگیری روزانه در معرض ارتعاش ((A(8)) مربوط به فشار باد متداول بود، درحالی که در هر دو سطح فشار دیگر نسبت به سطح فشار متداول شاهد A(8) کمتری بودیم. از سوی دیگر در حالت جاده آسفالت کمترین و حالت حمل گاوآهن برگرداندار در زمین بیشترین مقادیر A(8) را شاهد بودیم .

کلمات کلیدی: ارتعاش، دوز، فشار باد، قرارگیری روزانه در معرض ارتعاش، مسی فرگوسن 399

مقدمه

استفاده فزاینده از تراکتورها در سراسر جهان خصوصاً در کشورهای در حال توسعه نشانه اهمیت روزا فزون منابع مولد توان در کشاورزی نوین و مکانیزه بوده و استفاده از آن در اجرای عملیات مختلف ضروری است . از طرف دیگر

ایمنی کشاورزان باید به طور روز افزون مورد توجه قرار گیرد . این موضوع برای رانندگان تراکتور که در معرض شرایط نا مناسب محیط کار و ارتعاش زیاد ترا کتور و به ویژه صندلی آن قرار دارند از اهمیت بیشتری برخوردار است. متأسفانه در کشورهای در حال توسعه و کم درآمد ایمنی و سلامت شغلی کشاورزان کمتر مورد توجه قرار می گیرد. در کشورهای توسعه یافته با طراحی مناسب کابین و سیستم تعلیق این مشکل را برطرف نموده اند. از آنجایی که این مهم اساس کار بسیاری از محققین بوده است پرداختن به این موضوع از اهمیت به سزایی برخوردار است. 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 منتج شود . همچنین مواجهه با ارتعاش می تواند مزاحم سیستم عصبی مرکزی شده و بر سیستمهای گردش خون و ادرار تاثیر بگذارد. حساسیت انسان نسبت به ارتعاش درواقع به خواص مختلف آن یعنی دامنه، سرعت، شتاب یا میزان تغییرات شتاب بستگی دارد . تأثیرات ارتعاش به شدت، فرکانس، جهت و طول مدت ارتعاش ها بستگی دار د [Rossegger et al., 1960]. گوگلیا و همکاران در تحقیق خود بر روی فرمان تراکتور چهار چرخ محرک مشاهده کردند که در 10 درصد کاربرهایی که در معرض ارتعاش بودند فرسود گی درانگشتان آنها روی داده است [Goglia et al., 2003]. راگنی و همکاران ارتعاش و سرو صدای تعدادی از کلتیواتورهای کوچک را بررسی کردند . براساس استانداردهای بین المللی، شتاب انتقال یافته از دسته و تراز صدا در گوش کاربر به هنگام خاک ورزی اندازه گیری شد . نتایج نشان داد که در 10 درصد افرادی که در معرض این شتاب قرار دارند ممکن است بعد از 3 سال استفاده مداوم از این ماشین تحت شرایط کاری معمولی اختلالات عروق دست می تواند ظاهر شود [Rangni et al., 1999]. متداول ترین کمیت مورد استفاده برای ار تعاشات ریشه میانگین مربعات است . محاسبه میانگین براساس توان دوم ایده ای بهتر از مقدار توان را به هنگام مقایسه ی ارتعاش ها خواه د داد و این تمام خواسته ها را براورده می کند [Barber, 1992]. ارتعاش انتقالی ار دست ممکن است باعث ایجاد سندروم در اثر ارتعاش دست- بازو (HAVS)[1] شود که مسبب بیماری های عروق، عصبی و اسکلتی می شود. در این میان بیماری های عروق پدیده ریوند [2] به دلیل انقباض عروق شریانی مشخص می شود. از سوی دیگر اثرارتعاش بر سیستم عصبی غالباً به صورت از دست دادن حس لامسه و حساسیت گرمایی، اختلال در کنترل کردن نمود پیدا می کن د. ارتعاش همچنین بر اسکلت بدن و استخوان ها تأثیر می گذارد که به صورت اختلالات استخوانی - مفصلی مانند پروسیس [3] مچ و برآمدگی استخوان الکرانون [4] بروز میکند [Rangni et al., 1999]. مواجهه با ارتعاش به اندازه ارتعاش (VDV) و نیز به طول زمان در معرض قرارگیری (A8) بستگی دارد. اندازه ارتعاش با مقدار کل ارتعاش، a_{hv} ، ارائه می شود [Anon, 2001]. شتاب هایی که بر انسان اثرگذار است به دو گروه شتاب های خطی در سه جهت عمودی، طولی و جانبی از وسیله به انسان قابل انتقال می باشد. ارتعاش های طولی و جانبی بنا به شرایط تراکتور ایجاد می شو ند اما غالب ارتعاش های تراکتور در صفحه عمودی واقع می شو ند که از طریق چرخ انتقال می یابند. رانندگان تراکتور نسبت به ارتعاش عمودی حساسیت بیشتری دارند [Tawari et al,. 1999]. ارتعاش های خطی است که روی بدن تأثیرگذار است و باعث ایجاد ناراحتی و درد در بدن راننده می گردد و شتاب های دورانی معمولن موجب ناراحتی نمی گردد [Griffin et al,. 1982]. صدمات مکانیکی اجزای بدن به دلیل کرنش ایجاد شده در بافت های آن ناشی از

1- Hand Arm Vibration Syndrome
2- Raynaud
3- Porosis
4- Olecranon

ارتعاش و عدم هماهنگی اثرات فیزیولوژیکی به وجود آمده با فرکانس و دیگر جنبه های ارتعاشی می باشد [Chaffin et al,. 1990]. مشکل تراکتورهای بدون کابین و سیستم تعلیق زمانی به نقطه اوج می رسد که فرکانس طبیعی آنها در محدوده ۱۱-۱ هرتز قرار گیرد که در واقع محدوده فرکانس طبیعی اجزای بدن انسان می باشد. به طور مثال فرکانس طبیعی تنه و ستون فقرات به ترتیب ۸-۴ و ۵-۴ هرتز می باشد .[Troup, 1978. And Tewari et al, 1999]

مطالعات زیادی روی رانندگان تراکتور و اندازه گیری ارتعاش و مقایسه آن با استانداردهای جهانی ISO و بررسی اثرات ارتعاش بر روی سلامتی رانندگان انجام گردیده است. تیواری و پراشاد [Tewari et al., 1999] یک مدل سه درجه آزادی از صندلی تراکتور ارائه دادند. آنها در مدل خود سرنشین را به صورت یک جرم واحد فرض کردند و چون فقط قسمتی از جرم بدن راننده توسط صندلی تحمل می شود، ارتباط بین جرم مؤثر راننده (m) و جرم کل او (M) برحسب کیلوگرم را به صورت زیر بیان نمودند.

$$m = -2.811 + 0.816\,M \qquad (45.4 < M < 76.0)$$

مهتا و همکاران [Mehta et al., 1996] پس از نصب صندلی روی تیلر با قدرت ۷/۵ کیلووات، اثرات انتقال ارتعاش صندلی به راننده را پس از انجام آزمایش های مختلف بررسی نمود ند. آزمایش ها در چهار مسیر پیشروی، دو وضعیت دستگاه (حمل و نقل دستگاه روتیواتو ر و عملیات روتیواتورزنی) و پنج دور موتور انجام شد . نتایج این پژوهش بیانگر تغییر سطوح ارتعاش با توجه به متغیرهایی چون سرعت پیشروی، مسیر و حالت های عملیاتی بود، به گونه ای که سطوح شتاب در کلیه شرایط کاری با سرعت پیشروی افزایش می یافت ولی با این وجود، سطوح ارتعاش در جهت جانبی اختلاف معنی داری را در تیمارهای آزمایشی نشان نداد . در وضعیت حمل ونقل، بیشترین سطوح شتاب در زمین های شخم خورده و کمترین سطح در جاده های مزرعه ای بود . آنها بیشینه زمان کار با این وسیله را ۵/۲ ساعت هنگام شخم و ۴ ساعت هنگام روتیواتورزنی در گل و لای پیشنهاد نمودند.
فیرلی و گریفن [Fairley et al., 1990] جرم ظاهری (نسبت نیرو به شتاب در فرکانس های خطی) هشت نفر نشسته روی صندلی را در جهت های جلو و عقب (Fore and Aft) وجانبی با ارتعاش های تصادفی اندازه گیری نمودند. همچنین هولملوند و همکاران [Holmlund et al,. 2000] جرم ظاهری ۱۵ مرد و ۱۵ زن را در معرض ارتعاش های سینوسی اندازه گیری نمودند. این محققین مد ارتعاشی اول را برابر ۰/۷ هرتز برای هر دو جهت و مد ارتعاشی دوم را برابر ۲ هرتز در جهت جانبی و ۲/۵ هرتز را در جهت جلو و عقب به دست آوردند. و همچنین فیرلی و گریفن [Fairley et al,. 1989] در آزمایش دیگری مقادیر ارتعاش ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ متر بر مجذور ثانیه را در محدوده فرکانسی ۲۰ - ۰/۲ هرتز روی هشت نفر بررسی نمودند . نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که فرکانس تشدید در جرم ظاهری هر شخص با افزایش اندازه ارتعاش، از ۶ به ۴ هرتز کاهش یافت هم چنین این روند برای فرکانس تشدید دوم نیز صادق بود . همچنین مسفیلد و گریفن [Mansfield et al,. 2000] تأثیر مقدار سطوح ارتعاش را در محدوده ای از فرکانس روی ۱۲ نفر بررسی نمودند . آنها مقادیر ۲/۵، ۲، ۱/۵، ۰/۵و ۰/۲۵ متر بر مجذور ثانیه را در محدوده فرکانسی ۲۰ - ۰/۲ هرتز بررسی نمودند . مقدار جرم ظاهری و انتقال پذیری ارتعاش از صندلی به قسمت های مختلف سطح بدن بررسی گردید . نتایج بیانگر کاهش معنی دار فرکانس تشدید با افزایش مقدار ارتعاش در قسمت پایین شکم بود . بدین گونه که با افزایش مقدار شتاب از ۰/۲۵ به ۲/۵ متر بر مجذور ثانیه، فرکانس تشدید از ۵/۴ به ۴/۲ هرتز کاهش یافت.

دراین تحقیق به بررسی تأثیر فشار باد تایر تراکتور MF399 بر روی ارتعاش وارد بر بدن راننده از طریق صندلی تراکتور می پردازیم.

مواد و روشها

با توجه به این که در ایران استفاده از تراکتور منوط به استفاده های مزرعه ای نبوده و برای حمل و نقل جاده ای نیز استفاده می گردد، لزوم توجه به ارتعاش آن در حال حرکت در جاده آسفالت نیز نیاز به بررسی دارد، لذا در تحقیق حاضر علاوه بر پرداختن به ارتعاش تراکتور در مزرعه در حالت با بار و بدون بار، ارتعاش در مسیر صاف نیز بررسی شده است. در این پژوهش تأثیر فشار باد لاستیک های جلو و عقب در ارتعاش وارد بر بدن راننده در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ هنگام رانندگی در سه حالت حمل گاوآهن برگرداندار سه خیش وخرکت در مزرعه ، انجام عملیات شخم با گاوآهن برگرداندار و در حالت حرکت روی جاده آسفالت بررسی گردید . آزمایشها در سه سطح فشار باد کم (۶۰ کیلوپاسکال)، متداول (۱۰۰ کیلوپاسکال) و زیاد (۱۴۰ کیلو پاسکال) انجام شد. تمامی آزمایشات در دور مشخصه موتور 1800 rpm ودر دنده چهار انجام گرفت. تعداد ۴ تکرار برای هر آزمایش در نظر گرفته شد. همچنین مقادیر شتاب RMS (جذر میانگین مربعات) و VDV (اندازه دوز ارتعاش) برای هر یک از حالات اندازه‌گیری و محاسبه شد. دستگاه مورد استفاده در این آزمایش Vibration meter TV300 بود که به واسطه یک صفحه فولادی و صیقلی با ضخامت ۰/۵ میلیمتر و جرم ناچیز ارتعاش در راستای عمود وارد بر صندلی تراکتور MF399 را اندازه می گرفت.

بررسی ارتعاش وارد بر بدن انسان به هنگام کار با ادوات و ماشین ها با دو معیار A(8) (قرارگیری روزانه در معرض ارتعاش) و VDV (مقدار دوز ارتعاش) صورت می گیرد. مقادیر A(8) و VDV در راستای عمودی (محور z) به ترتیب از روابط زیر بدست می آید ؛

$$A_z(8) = a_{wz}\sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$VDV = \left[\frac{T_S}{N}\sum a^4(i)\right]^{1/4}$$

که در آن ها؛

a_{wz} مقدار شتاب وزن دار در جه ت عمودی (محور z) ، T_{exp} مدت زمان قرارگیری روزانه در معرض ارتعاش، T_0 مدت زمان مرجع ۸ ساعت برای یک روز کار (ECDE, 2006)، T_S دوره زمانی اندازه گیری شده، N تعداد نقاط در یک دوره زمانی، $a(i)$ داده های ارتعاشی وزن دار فرکانسی می باشد [حسنیان و همکاران، 1390].

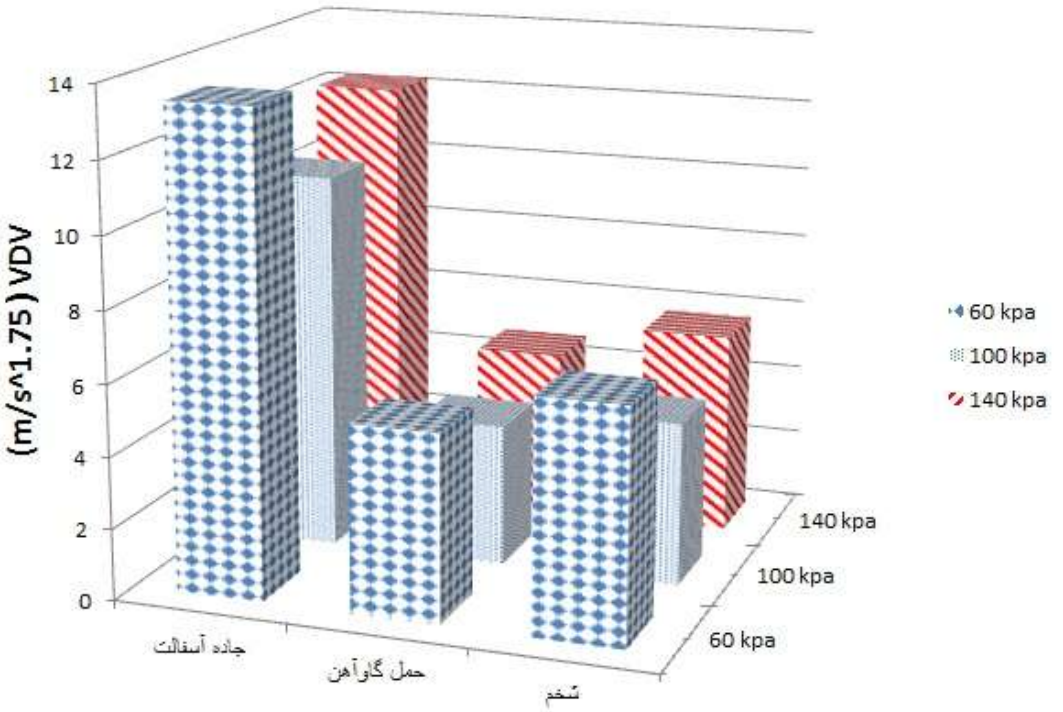
با توجه به استاندارد بریتانیا مقدار VDV در نواحی ۱۵ $m/s^{1/75}$ و بالاتر از آن معمولاً با عث ناراحتی شدیدی خواهد شد که مقادیر VDV در این آزمایشات همگی کمتر از این مقدار بودند.

در این آزمایشات مقادیر بدست آمده VDV و A(8) برای هر کدام از حالات در جدول 1 آمده است؛

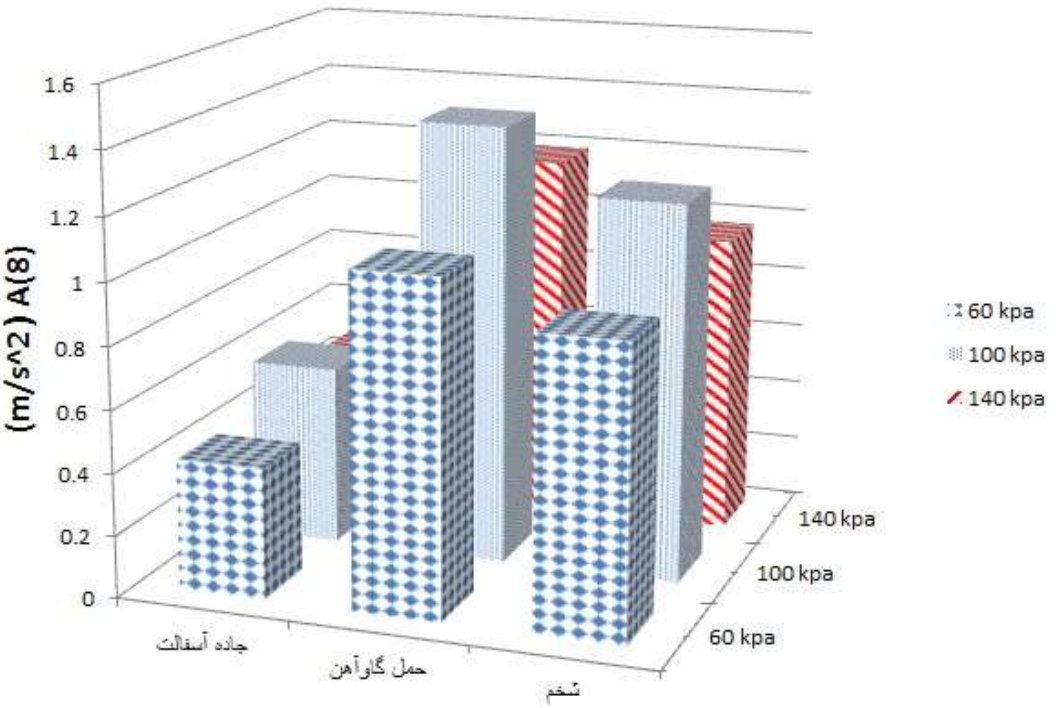
فشار باد تایرها	حالت آزمایش	RMSمیانگین	VDV	A(8)
کم (۶۰ کیلوپاسکال)	جاده آسفالت	۳/۰۲	۱۳/۴۲	۰/۴۲
	حمل گاوآهن در زمین	۱/۱۹	۵/۲۵	۱/۰۷
	شخم با گاوآهنبرگرداندار	۱/۴۲	۶/۵۱	۰/۹۳
متداول (۱۰۰کیلوپاسکال)	جاده آسفالت	۲/۳۸	۱۰/۵۹	۰/۵۸
	حمل گاوآهن در زمین	۰/۸۹	۳/۹۷	۱/۴۱
	شخم با گاوآهن برگرداندار	۱/۰۳	۴/۵۷	۱/۲۱
زیاد (۱۴۰کیلوپاسکال)	جاده آسفالت	۲/۷۳	۱۲/۲۳	۰/۴۸
	حمل گاوآهن در زمین	۱/۰۴	۴/۶۸	۱/۱۹
	شخم با گاوآهن برگرداندار	۱/۲۷	۵/۷۱	۰/۹۷

جدول 1- مقادیر شتاب RMS ، دوز ارتعاش (VDV) و A(8) برای حالات مختلف آزمایش

نمودار ۱- مقادیر شتاب RMS برای حالات مختلف آزمایش



نمودار ۲- مقادیر دوز ارتعاش برای حالات مختلف آزمایش



نمودار ۳- مقادیر قرارگیری در معرض ارتعاش روزانه برای حالات مختلف آزمایش

نتایج و بحث

مقایسه میانگین مقادیر VDV در نمودار 2 نشان می دهد که در تمامی حالات آزمایش، مقادیر بدست آمده کمتر از مقدار مرجع ۱۵ $m/s^{1/75}$ (موسسه استاندارد بریتانیا ۱۹۸۷ BS 6841) بوده است. به علاوه مقایسه مقادیر VDV نشان می دهد که در فشار باد لاستیک ۱۰۰ کیلوپاسکال (متداول) کمترین مقدار VDV مشاهده شده است، در صورتی که برای کمتر و بیشتر از این مقدار (فشارهای ۶۰ و ۱۴۰ کیلوپاسکال) مقادیر VDV بیشتر مشاهده شده است. از طرفی دیگر در حرکت بر روی جاده آسفالت بیشترین و برای حالت حمل گاوآ هن برگرداندار در زمین کمترین مقدار VDV بدست آمده است.

مقایسه میانگین مقادیر A(8) در نمودار 3 نشان می دهد که در هر سه فشار ب اد لاستیک و در حالت جاده آسفالت کمترین مقادیر امکان قرارگیری در معرض ارتعاش روزانه بدست آمده است و بیشترین مقدار مربوط به حالت حمل گاوآهن برگرداندار در زمین بوده است . به طور کلی در فشار باد لاستیک ۱۰۰ کیلوپاسکال (متداول) در هر سه حالت بیشترین امکان قرارگیری در معرض ارتعاش روزانه بدست آمده است و در فشار بادهای دیگر در تمامی حالات این مقدار کمتر بوده است.

منابع

1 - حسنیان، شاداب. و رئوفت، محمد حسین. 1390. بررسی عملکرد ارتعاشی دو تراکتور متداول در ایران و ارائه برخی راهکارها جهت کاهش بروز صدمه به راننده. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

2- Anon. 2001. Mechanical vibration-measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration-Part 1: general requiremants, ISO, Geneva.

3- Anon. 2001. Mechanical vibration-measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration-Part 2: practical guidance for measurement at the workplace.

4- Barber, A. 1992. Handbook of Noise and Vibration Control. Elsevier Sci. Pub. LTD. 6th Edition.

5- Chaffin D. B. and B. G. Andersson. 1990. Occupational Biomechanics. 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., New York.

6- Fairley, T. E. and M. J. Griffin. 1989. The apparent mass of the seated human body: vertical vibration. Journal of Biomech: 22:81-94.

7- Fairley,T. E. and M. J. Griffin. 1990. The apparent mass of the seated human body in the fore-and-aft and lateral directions. J. Sound and Vib. 139:299-306.

8- Goglia,V.,Gospodari, Z.,Kosutic,S. and Filipovi, D. 2003. Hand-transmitted vibration from the steering wheel to drivers of a small four-wheel drive tractor. Applied Ergonomics. 34, 45-49

9- Griffin, M. J., E. M. Whitham and K. C. Parsons. 1982. Vibration and Comfort: translational seat vibration. J.Ergon. 5(7):603-630.

10- Holmlund, P., R. Lundstrom and L. Lindberg. 2000. Mechanical impedance of the human body in vertical direction. Appl. Ergon. 31:415–422.

11- Mansfield, N. J. and M. J. Griffin. 2000. Non-linearties in apparent mass and transmissibility during exposure to whole body vertical vibration. J. Biomech. 33:933-941.

12- Mehta, C. R., P. S. Tiwari and A. C. Varshney.1996. Ride vibration on a 7.5kW rotary power tiller. J. Agric. Eng. Res. 66:169-176.

13- Pope, M. H. and T. H. Hansson. 1992. Vibration of the spine and low back pain. Clin. Orthopedics 279: 49-59.
14- Rangni, L., Assalini, G. V., Xu, F. and Zhang, L. B. 1999. Vibration and noise oaf small implements for soil tillage. J. Agric. Eng. Res. 74, 403-409
15- Rossegger,R. and rossegger, S 1960. Helth effects of tractor driving. J. Agric. Eng. RES. 5, 241-275.
16- Tawari, V.K. and N. Prasad. 1999 Three-DOF modeling of tractor seat-operator system. J. Terramech. 36: 207-219
17- Tewari, V.K. and N. Prasad. 1999. Three-DOF modeling of tractor seat-operator system. J. Terramech. 36: 207-21
18- Troup, J. D. G. 1978. Driver's back pain and its prevention – a review of postural, vibratory and muscular factors together with problem of transmitted road-shock. Appl. Ergon. 9:207-214.