



مدل‌سازی، ارزیابی و تحلیل ارتعاشی صندلی تراکتور مسی فرگوسن به روش اجزای محدود

شهره دائی جواد^{۱*}، حمیده رئیسی وانانی^۱، علی ملکی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد، sdaiejavad@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

چکیده:

استفاده از مدل‌های کامپیوتری به منظور صرفه‌جویی و تسریع در طراحی وسایل نقلیه در دهه‌های اخیر گسترش و بهبود یافته است. از طرفی بدلیل اهمیت راحتی راننده در نشستن در هنگام رانندگی وسایل نقلیه، صندلی به عنوان بخش مهمی در طراحی مطرح می‌شود. امروزه بدلیل وجود صندلی‌های نامناسب بدون لحاظ اصول ارگونومی در بیشتر تراکتورهای کشاورزی و عدم وجود مدل مناسب از صندلی تراکتور، عارضه درد کمر در بیشتر رانندگان کشاورز در حال افزایش است، از این‌رو پژوهشی جهت مدل‌سازی صندلی تراکتور مسی فرگوسن به روش اجزای محدود در نرم‌افزار Abaqus انجام گرفت و یک مدل بهینه بدون صرف هزینه و زمان ارائه و نتایج حاصل با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه گردید. در این مطالعه شتاب‌های خروجی قسمت‌های صندلی در ۴ شتاب تحریک ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ متر بر مجذور ثانیه و بازه فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز برای صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه نمودارهایی که از شتاب‌های خروجی صندلی در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه، فوم نشستگاه، تکیه‌گاه بدون فوم صندلی و نشستگاه بدون فوم صندلی در دو وضعیت صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده ارائه گردید، حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری میان دو وضعیت وجود ندارد. اعتبارسنجی مدل صندلی مسی فرگوسن مشخص کرد این مدل جهت طراحی اولیه و بهینه‌سازی صندلی تراکتور، مناسب است.

کلید واژه: ارتعاش، تراکتور، روش اجزای محدود، شبیه‌سازی، صندلی

مقدمه:

امروزه با توسعه روزافزون وسایل نقلیه و تلاش برای ایجاد ارگونومی مناسب در محیط کاری راننده، بینش‌های جدیدی در خصوص استفاده از مدل‌های کامپیوتری به وجود آمده است. با استفاده از این مدل‌های کامپیوتری علاوه بر تسریع فرایند شبیه‌سازی نیاز به صرف وقت و هزینه برای ساخت و ارزیابی نمونه اولیه صندلی وسایل نقلیه نیز کاهش می‌یابد.

یکی از مدل‌های کاربردی در طراحی وسایل نقلیه بخصوص طراحی صندلی راننده، مدل‌های اجزای محدود هستند که قادر به شبیه‌سازی قسمت‌های مختلف صندلی و تجزیه و تحلیل فاکتورهای تاثیرگذار در طراحی می‌باشند.

در یک بررسی اجزای محدود از راحتی صندلی برای سرنشین وسایل نقلیه با مدل‌سازی قسمت‌های سازنده صندلی و مواد بافت انعطاف پذیر بدن فشارهای تماسی در محل سطح تماس مشترک صندلی با انسان بررسی شد (Grujicic et al., 2009).

در مطالعه ای جنبه‌هایی از مدل کردن صندلی جهت آنالیز راحتی در نشستن با معرفی دو مدل‌سازی به روش اجزای محدود و multi-body مورد بررسی قرار گرفت و نمودارهای نیرو و تغییر مکان در قسمت‌های تماس نشستگاه و تکیه‌گاه صندلی با بدن انسان تحلیل شد (Verver et al., 2005).

جهت بررسی راحتی در صندلی وسایل نقلیه، ضخامت و چگالی فوم بکار رفته در قسمت‌های تکیه‌گاه و نشستگاه صندلی در مطالعه‌ای به روش المان محدود در نرم‌افزار abaqus مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تغییرات چگالی و ضخامت فوم به کار رفته در قسمت‌های صندلی (تکیه‌گاه و نشستگاه) بر حسب تغییرات فشار تماسی در سطح تماس مشترک صندلی و راننده نیز در این مطالعه محاسبه شد (Mircheski et al., 2010).

در مطالعه‌ای تاثیرات دینامیکی و استاتیکی از صندلی راننده شبیه‌سازی و در نهایت یک مدل بهینه از صندلی وسایل نقلیه ارائه گردید (Siefert et al., 2008). جهت بررسی رابطه بین توزیع فشار با راحتی در سطح تماس مشترک بدن راننده و صندلی وسایل نقلیه مطالعه‌ای به روش اجزای محدود انجام شد و رابطه بین این دو را توجیه کرد (Zenk et al., 2006).

پنج نوع مختلف از صندلی ماشین‌های کشاورزی برای مطالعه توزیع فشار بر قسمت‌های کمر و کفل بدن راننده در سطح تماس با صندلی ماشین‌های کشاورزی مقایسه شد. ارتعاش وارد شده بر بدن راننده و پوسچری که راننده در زمان رانندگی اتخاذ می‌کند به عنوان فاکتور ایجادکننده تمایز میان توزیع فشار سطح تماس صندلی و راننده بیان شد (Hostens et al., 2001).

کارگرهای ماشین‌آلات کشاورزی به دلیل زمان کاری بالا، صندلی‌های نامناسب تراکتور و سختی کار در معرض درد کمر هستند، به طوری که درد کمر یکی از شایع‌ترین عارضه‌ها در میان رانندگان ماشین‌های کشاورزی است. به همین منظور مطالعه‌ای



در این راستا برای بررسی شدت درد کمر در ۱۶۹ راننده تراکتور در پنجاب هند انجام شد که ۲۹ نفر از این رانندگان دچار عارضه درد کمر بودند. در این مطالعه برای ارزیابی و شناسایی شدت درد کمر در مواجهه ارتعاش از یک پرسش‌نامه استفاده شد، یافته‌ها نشان داد شدت درد کمر با افزایش سن و مواجهه ارتعاشی افزایش یافته است (Koley et al., 2010).

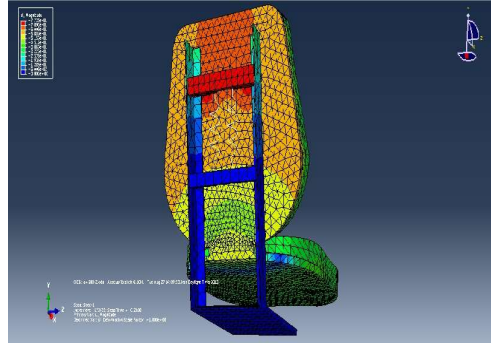
با توجه به مطالعات ذکر شده، طراحی صندلی تراکتورهای کشاورزی و بهبود راحتی در آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده به طوری که این عامل در نحوه کارکرد رانندگان ماشین‌های کشاورزی نیز تأثیرگذار است، لذا ضرورت انجام این مطالعه شبیه‌سازی صندلی تراکتور مسی فرگوسن و صحت‌سازی مدل‌سازی اجزای محدود در نرم‌افزار Abaqus با نتایج آزمایشگاهی و در نهایت دستیابی به یک مدل بهینه برای صندلی تراکتور است.

مواد و روش‌ها:

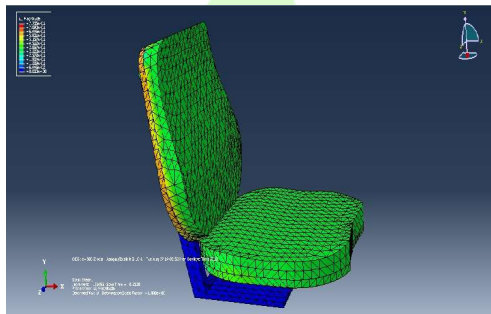
در این مطالعه برای شبیه‌سازی صندلی تراکتور مسی فرگوسن از مدل‌سازی اجزای محدود در نرم‌افزار Abaqus 6-10 استفاده شده است. به منظور اعتبار سنجی مدل اجزا محدود، نتایج حاصل از شتاب‌های خروجی از شتاب‌سنج‌های نصب شده در قسمت‌های مختلف صندلی در آزمایشگاه ارگونومی با نتایج شتاب‌های حاصل از تحریکات در مدل اجزا محدود مورد مقایسه قرار گرفت.

مدل اجزای محدود از صندلی تراکتور مسی فرگوسن:

به منظور مدل‌سازی صندلی تراکتور ۴ جزء اصلی صندلی در نرم‌افزار Abaqus طراحی شد. این اجزاء شامل فوم تکیه‌گاه صندلی، فوم نشستگاه صندلی، پایه و صفحه پشتی صندلی و ساختار صندلی شامل تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم می‌باشند که در شکل (۱) و شکل (۲) نشان داده شده‌اند. همگی این اجزاء از نوع Solid بوده و به صورت اجزای شکل‌پذیر سه بعدی (3D-Deformable) با تعداد ۱۵۸۲۹ المان ۴ گره‌ای مرتبه اول چهار ضلعی تعریف شده‌اند. در قسمت تعریف خواص Peroperty (Module) برای ساختار صندلی شامل تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم، خواص فولاد با مدول الاستیسیته ۲۰۰ گیگا پاسکال، ضریب پواسون ۰/۳ و چگالی ۷۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، برای پایه و صفحه پشتی صندلی، خواص برنج با مدول الاستیسیته ۷۰ گیگاپاسکال، ضریب پواسون ۰/۳ و چگالی ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تعریف شده است.



شکل ۱. ساختار پشتی صندلی تراکتور شامل تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم، فنرها و پایه و صفحه پشتی صندلی



شکل ۲. فوم تکیه‌گاه و نشستگاه صندلی

برای تعریف خواص فوم نشستگاه و تکیه‌گاه، از خواص مواد Poly-urethane استفاده شده است. این مواد خاصیت هایپرالاستیک دارند و بنابر تعریف، این مواد در اثر فشارهای کوچک اعمال شده تغییر مکان‌های زیادی را از خود نشان می‌دهند و رفتار تنش-کرنش این گونه مواد علی‌رغم الاستیک بودن بسیار غیر خطی است. این روابط غیر خطی بصورت تابع پتانسیل انرژی کرنش (w) در رابطه (۱) آمده است (Grujicic *et al.*, 2009):

$$w = \sum_{i=1}^N \frac{2\mu_i}{\alpha_i} [\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3 + \frac{1}{\beta_i} ((J^{el})^{-\alpha_i \beta_i} - 1)] \quad (1)$$

درجاییکه ($N=1, 2, 3$) باشد، این تابع بصورت مدل چندفرمولی (Polynomial) مطرح می‌شود که در این مطالعه تابع انرژی کرنش مرتبه دوم ($N=2$) استفاده شده است. پارامترهای مواد هستند که وابسته به دما می‌باشند. λ_i ها عامل اصلی کشش و ارتجاع هستند. J^{el} نسبت تغییر حجم تغییر شکل الاستیک و J^{th} نسبت تغییر حجم کرنش حرارتی هستند. ضریب β_i متناسب با درجه فشردگی مواد فومی است که وابسته به ضریب پواسون (ν_i) می‌باشد. برای بدست آوردن ضرایب ثابت معادله



انرژی کرنش، می‌توان از آزمایش‌های معادل برای مواد تراکم ناپذیر استفاده کرد و یا می‌توان از گزارش‌های مشابه در این مورد بهره گرفت. در مطالعه کنونی به ضرایب ثابت مطالعه (Mircheski et al., 2010) استناد می‌شود.

نرم‌افزار در مدل‌سازی این گونه مواد فرضیات زیر را در نظر می‌گیرد:

- رفتار ماده الاستیک است.
- ماده ایزوتروپیک است.
- تحلیل شامل اثرات غیرخطی هندسی است.

به منظور طراحی فنرها در نرم‌افزار از المان‌های فنری (Spring Element) استفاده شد و نقاط اتصال فنرها مابین صفحه پشتی صندلی و صندلی در نظر گرفته شد (شکل ۱)، همچنین سختی فنرها با توجه به خصوصیات ساختاری آن‌ها ۰/۳ نیوتون بر متر در نظر گرفته شد. روش حل به کار رفته در این مدل‌سازی روش حل دینامیکی صریح (Dynamic Explicit) بوده است. این روش حل، ابزاری کارا برای حل گسترده‌ای از مسایل مکانیکی سازه‌های غیر خطی می‌باشد.

در نرم‌افزار به منظور شبیه‌سازی رفتار دینامیکی صندلی تراکتور، تغییر مکان‌های معادل ۴ شتاب تحریک ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ در بازه فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز در شرایط مرزی سازه در محل تماس فنرها به سازه وارد شد. تغییر مکان‌ها به صورت جدول زمانی (Amplitude) به سازه وارد شدند و در آخر تغییر مکان‌ها و شتاب‌های خروجی از سازه استخراج گردید. لازم به ذکر است خصوصیات طراحی شامل شکل، ضخامت فوم‌ها، اندازه و زوایای اجزای سازنده صندلی در مدل‌سازی مطابق صندلی تراکتور مسی فرگوسن تعیین شد.

بررسی شرایط آزمون در صندلی آزمایشی:

برای انجام آزمون عملی بر صندلی تراکتور مسی فرگوسن، نیاز است این صندلی در محدوده فرکانسی مشخص با اعمال شتاب تحریک تراکتور به ارتعاش واداشته شود (ملکی و محتسبی ۱۳۸۹). که برای این منظور در این پژوهش صندلی تراکتور مسی فرگوسن توسط یک لرزاننده هیدروالکتریکی در فرکانس‌ها و شتاب‌های مختلف به ارتعاش واداشته شد. شتاب‌های خروجی حاصل از شتاب‌های تحریک صندلی توسط دستگاه اندازه‌گیری ارتعاش ثبت گردید. این دستگاه دارای قسمت‌هایی چون شتاب سنج‌های سه جهتی مدل (DJB Type A/130/V Serial No. 023 & 003) و یک جهتی مدل (DJB Type A/120/V Serial No.) 2787 & 2786, 2785, 2784)، دستگاه لرزاننده (مدل TIRA5220)، تقویت‌کننده، کمپرسور هوا و نرم افزار پردازش سیگنال PULSE Lab Shop Ver. 8 ساخت شرکت Brüel & Kjær می‌شد که قابلیت اندازه‌گیری و اعمال ارتعاش در محدوده فرکانسی ۴۰۰۰-۰- هرتز را دارا بود (شکل ۳).



شکل ۳. قسمت‌های مختلف دستگاه اندازه‌گیری ارتعاش و ثبت آن. به ترتیب از راست به چپ: شتاب سنج سه جهتی، شتاب سنج

یک جهتی، دستگاه لرزاننده، تقویت کننده و کمپرسور هوا

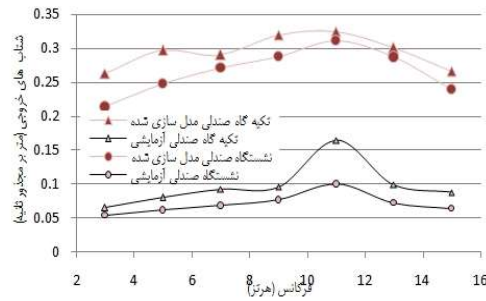
شتاب سنج‌های دستگاه اندازه‌گیری ارتعاش بر ساختار بدون فوم صندلی و بر فوم‌های تکیه‌گاه و نشستگاه صندلی نصب شدند.

نتایج و بحث:

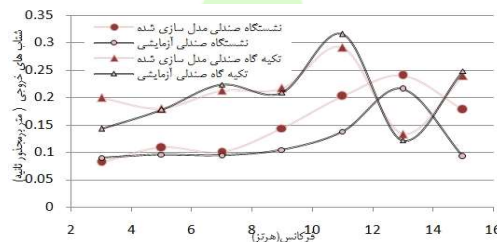
بررسی و مقایسه نتایج شتاب‌های خروجی در ۴ شتاب تحریک صندلی (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ متر بر مجذور ثانیه) در بازه فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز در دو وضعیت مدل‌سازی و آزمایشگاه در قالب نمودارهایی تجزیه و تحلیل شد که به اجمال به آنها اشاره می‌شود.

تحلیل و بررسی نتایج شتاب‌های خروجی در شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه:

نتایج شتاب‌های خروجی حاصل از شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه بر صندلی تراکتور در بازه فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز در دو صندلی آزمایشگاهی و مدل‌سازی شده در نرم‌افزار اجزا محدود در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه و فوم نشستگاه صندلی و تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم صندلی در شکل‌های (۴) و (۵) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در شکل (۴) روند افزایش و کاهش شتاب‌های خروجی در دو وضعیت صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده در محدوده فرکانسی تقریباً یکسان است ولی اختلاف اندکی میان داده‌های شتاب در دو وضعیت دیده شده است. در شکل (۵) روند نمودار شتاب‌های خروجی در دو وضعیت صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده در محدوده فرکانسی یکسان بوده است و داده‌های شتاب در دو وضعیت، همبستگی بسیار مناسبی داشته‌اند.



شکل ۵: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های فوم تکیه گاه و فوم نشستگاه

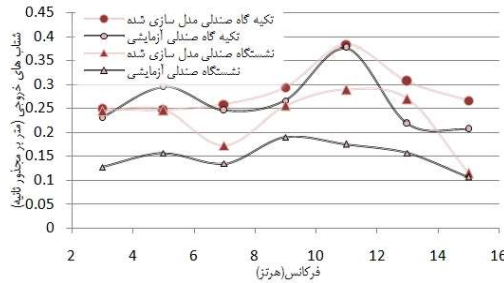


شکل ۶: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های تکیه گاه و نشستگاه بدون فوم

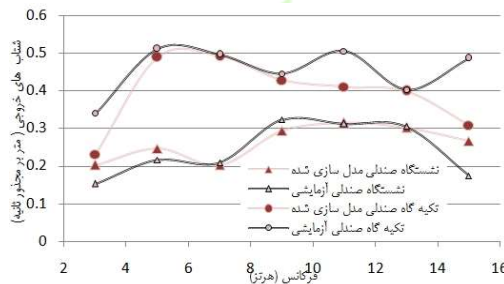
به طور کلی شتاب‌های خروجی در شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه در دو صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده در قسمت‌های تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم صندلی دارای اختلافی در حد ۱۰٪ بوده‌اند و در قسمت تکیه‌گاه این اختلاف از ۱۰٪ نیز کم‌تر بوده است.

تحلیل و بررسی نتایج شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱ متر بر مجذور ثانیه:

نتایج شتاب‌های خروجی حاصل از شتاب تحریک ۱ متر بر مجذور ثانیه بر صندلی تراکتور در بازه فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز در دو صندلی آزمایشگاهی و مدل‌سازی شده در نرم‌افزار اجزا محدود در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه و فوم نشستگاه صندلی و تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم صندلی در شکل‌های (۶) و (۷) نشان داده شده است. مشخص است که در شکل (۶) شتاب‌های خروجی در دو وضعیت صندلی آزمایشگاهی و صندلی مدل‌سازی شده دارای روند تقریباً یکسانی هستند و از نظر عددی همبستگی بهتری نسبت به داده‌های شتاب‌های خروجی حاصل از شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه در فوم تکیه‌گاه و نشستگاه صندلی (شکل ۴) در محدوده فرکانسی یکسان داشته‌اند.



شکل ۶: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های فوم تکیه گاه و فوم نشستگاه صندلی

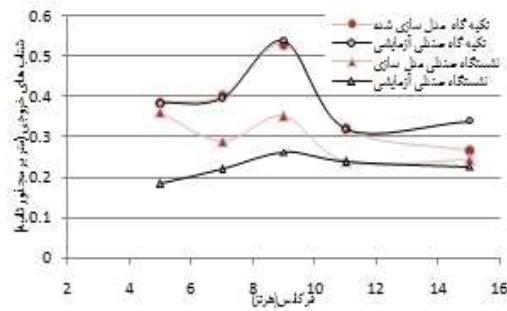


شکل ۷: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های تکیه گاه و نشستگاه بدون فوم

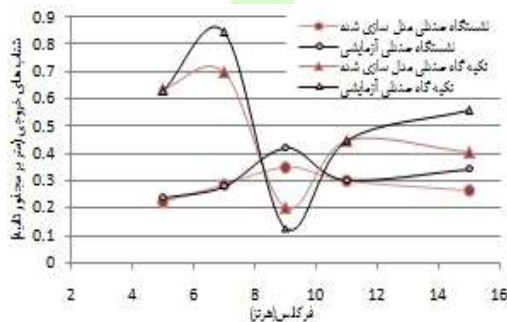
همان طور که مشاهده می شود در شکل (۷) نیز نمودار شتاب های خروجی در دو وضعیت (صندلی آزمایش و صندلی مدل سازی شده) در قسمت تکیه گاه بدون فوم صندلی به جز در فرکانس های ۱۱ و ۱۵ هرتز دارای روند یکسانی هستند و داده های شتاب های خروجی در قسمت نشستگاه بدون فوم صندلی در دو وضعیت دارای همبستگی مناسبی هستند به طوری که به جز در فرکانس های ۳ و ۱۵ هرتز اختلاف میان داده ها از ۱۰٪ تجاوز نمی کند.

تحلیل و بررسی نتایج شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه:

نتایج شتاب های خروجی حاصل از شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه بر صندلی تراکتور در بازه فرکانسی ۵ تا ۱۵ هرتز در دو صندلی آزمایشگاهی و مدل سازی شده در نرم افزار اجزا محدود در قسمت های فوم تکیه گاه و فوم نشستگاه صندلی و تکیه گاه و نشستگاه بدون فوم صندلی در شکل های (۸) و (۹) نشان داده شده است. در این شتاب تحریک بر خلاف شتاب های تحریک ۰/۵ و ۱ متر بر مجذور ثانیه، شتاب خروجی در فرکانس ۳ هرتز در نظر گرفته نشده است. دلیل این امر عدم توانایی اندازه گیری دستگاه شتاب سنج در این فرکانس بوده است. همان طور که در شکل (۸) مشخص شده نمودارهای شتاب های خروجی در دو وضعیت (صندلی آزمایشی و صندلی مدل سازی شده) دارای روند یکسانی بوده اند به طوری که برای قسمت فوم تکیه گاه صندلی تطابق بسیار مناسبی بین نمودارها در دو وضعیت دیده شده و تنها تفاوت اندکی در فرکانس ۱۵ هرتز وجود داشته است. در شکل (۹) نیز تطابق مناسبی بین داده های شتاب های خروجی در دو وضعیت وجود داشته و روند نمودارها تقریباً یکسان بوده است.



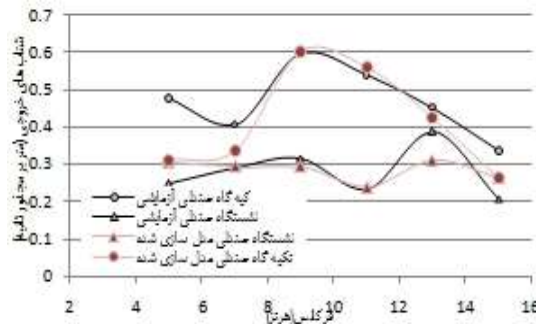
شکل ۸: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های فوم تکیه گاه و فوم نشستگاه



شکل ۹: نمودار شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه در قسمت های تکیه گاه و نشستگاه بدون فوم

تحلیل و بررسی نتایج شتاب های خروجی در شتاب تحریک ۲ متر بر مجذور ثانیه:

نتایج شتاب‌های خروجی حاصل از شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه بر صندلی تراکتور در بازه فرکانسی ۵ تا ۱۵ هرتز در دو صندلی آزمایشگاهی و مدل‌سازی شده در نرم‌افزار اجزا محدود در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه و فوم نشستگاه صندلی و تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم صندلی در شکل‌های (۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است. صرف نظر کردن از شتاب خروجی در فرکانس ۳ هرتز در این شتاب تحریک همانند شتاب تحریک ۱/۵ متر بر مجذور ثانیه بدلیل عدم توانایی دستگاه شتاب‌سنج در اندازه‌گیری شتاب خروجی بوده، به طوری‌که در این شتاب تحریک و در این فرکانس دستگاه لرزاننده هیدروالکتریک قادر به ایجاد ارتعاش در صندلی نبوده است.



شکل ۱۰: نمودار شتاب‌های خروجی در شتاب تحریک ۲ متر بر مجذور ثانیه در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه و فوم نشستگاه



شکل ۱۱: نمودار شتاب‌های خروجی در شتاب تحریک ۲ متر بر مجذور ثانیه در قسمت‌های تکیه‌گاه و نشستگاه بدون فوم

در شکل‌های (۱۰) و (۱۱) مشخص است نمودارهای شتاب‌های خروجی در دو وضعیت (صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده) دارای روند یکسان و تطابق مناسب بوده‌اند.

به‌طور کلی تحلیل و بررسی نتایج حاصل از شتاب‌های تحریک ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ متر بر مجذور ثانیه در محدوده فرکانسی، نشان می‌دهد اختلاف میان شتاب‌های خروجی اجزای دو صندلی آزمایشی و مدل‌سازی، اختلاف معنی‌داری نبوده است.

در این نمودارها تنها نمودارهای شتاب‌های خروجی در دو وضعیت (صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده) در قسمت‌های فوم تکیه‌گاه و نشستگاه صندلی در شتاب تحریک ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه (شکل ۴) اختلاف بیشتری نسبت به سایر نمودارها داشته‌اند. دلیل اول این اختلاف را می‌توان خطاهای آزمایشی در نحوه کالیبره کردن دستگاه شتاب‌سنج در شتاب اولیه ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه دانست. دلیل دوم می‌تواند در تعریف مواد هاپرلاستیک برای فوم نشستگاه و فوم تکیه‌گاه صندلی تراکتور در نرم‌افزار اجزای محدود Abaqus باشد زیرا این مواد دارای ضرایب تراکم‌پذیری مشخصی نیستند به طوری که در مطالعه (Mircheski et al., 2010) این ضرایب صفر در نظر گرفته شده‌اند، در صورتیکه در تحلیل‌های صریح (Explicit) ضرایب تراکم‌پذیری غیر صفر برای این مواد در نظر گرفته می‌شود و این عامل در تعریف نوع مواد سازه در تحلیل‌های اجزای محدود مربوط به تغییر مکان و شتاب‌های خروجی از آن تاثیر گذار است (درویشی و همکاران، ۱۳۹۱).



اختلاف‌های اندک مشاهده شده میان نمودارهای شتاب‌های خروجی دو صندلی آزمایشی و صندلی مدل‌سازی شده در چند فرکانس در محدوده فرکانسی ۳ تا ۱۵ هرتز می‌تواند ناشی از خطاهای آزمایشی در حین اندازه‌گیری و قرائت کردن داده شتاب خروجی از دستگاه شتاب‌سنج باشد.

نتیجه‌گیری:

اعتبارسنجی مدل اجزای محدود ارائه شده برای صندلی تراکتور در این مطالعه توسط نتایج آزمایشگاهی انجام گرفت و نتایج بدست آمده صحت مدل مورد نظر را تأیید کرد، در نتیجه این صندلی می‌تواند مبنای مناسبی برای طراحی صندلی‌های جدید تراکتور با قابلیت راحتی بیشتر برای راننده کشاورز باشد. ایجاد محیط ارگونومی مناسب و طراحی صندلی‌های بهینه موجب بهبود سلامتی راننده در محیط کار و افزایش بازده کاری او می‌گردد، امید است در آینده نه چندان دور جامعه کشاورزی به این هدف نائل آید.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد انجام شد؛ بدین وسیله مراتب تشکر و سپاس خود را اعلام می‌داریم.

منابع:

۱. ملکی، ع.، محتسبی، س. (۱۳۸۹)، شبیه‌سازی و ارزیابی مدل ارتعاشی بدن انسان و صندلی تراکتور، هفتمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران، ۱۳ و ۱۲ آبان.
۲. درویشی، م.، طرازجمشیدی، ی.، صلحی، م. و رزمجویی، ر. (۱۳۹۱) مجموعه کتاب‌های مثلث نارنجی، راهنمای جامع تحلیل مکانیکی به کمک نرم‌افزار (Abaqus) ویرایش اول. نشر آفرنگ، صفحه ۵۵۲.
3. Grujicic, M., B. Pandurangan, G. Arakere, W.C. Bell, T. He, and X. Xie. 2009. Seat-cushion and soft-tissue material modeling and a finite element investigation of the seating comfort for passenger-vehicle occupants. *Materials and Design* 30 : 4273–4285
4. Hostens, I., G. Papaioannoub, A. Spaepenb, and R. Herman. 2001. Buttock and back pressure distribution tests on seats of mobile agricultural machinery. *Applied Ergonomics* 32 :347–355.
5. -Koley, Sh., L. Sharma, and S. Kaur. 2010. Effects of Occupational Exposure to Whole-Body Vibration in Tractor Drivers with Low Back Pain in Punjab. *Anthropologist* 12(3): 183-187.
6. Mircheski, I., T. Kandikjan, and P. Simonovski. 2010. Virtual testing and experimental verification of seat comfort in driver's seat for passenger automobile. Ss Cyrill & Methodius University, Faculty of Mechanical Engineering, Karpos II - bb, 1000 Skopje, Republic of Macedonia.
7. Siefert, A., S. Pankoke, and H. Wolfel. 2008. Virtual optimisation of car passenger seats: Simulation of static and dynamic effects on drivers' seating comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics* 38 :410–424.
8. Verver, M., R. Lange, J. Hoof and J. Wismans. 2005. Aspects of seat modelling for seating comfort analysis. *Applied Ergonomics* 36:33–42.



9. -Zenk, R., Ch. Mergl, J. Hartung, O. Sabbah, and Bubb H. 2006. Objectifying the Comfort of Car Seats. Sae Technical Paper Series, 2006 World Congress Detroit, Michigan April 3-6, 2006.





Modeling, evaluating and vibrational analysis of Massey Ferguson tractor seat using finite element method

Shohre Daeijavad¹, Hamideh Reisi Vanani¹, Ali Maleki²

1-Master student, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Shahrekord University.
Email : sdaejavad@yahoo.com

2-Assistant professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystem. Shahrekord University.

Abstract:

The use of computer models in order to economize and expedite of design for development of vehicles has improved in recent decades. However the Importance of driver's seat comfort is caused considering seat as an important part of the design. Recently, unfit seats without ergonomic attention and lacking suitable models of agricultural tractor seats are caused increasing back pain side in most farmer drivers. Therefore, modeling Massey Ferguson tractor seat was done with finite element method in ABAQUS software. An optimal model was presented without spending time and cost and results were compared with experimental data. Output accelerations of seat parts, in 4 stimulation accelerates .5, 1, 1.5 and 2 meters per second squared in frequency range of 3 to 15 Hz was evaluated for experimental seat and modeled seat. By comparing of output acceleration in seat support foam, seat pan foam, seat support and seat pan without foam in experimental and modeled seat showed non-significant difference between two conditions. Therefore model validation showed Massey Ferguson tractor seat model is suitable for design and optimization tractor seat.

Keywords: finite element analysis, simulation, seat, tractor, vibration