مروری بر تکنولوژی های موجود در ساخت صندلی تراکتور

ادریس قادری[1*]، علی ملکی و ایمان دیانت

[1*]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیو سیستم، دانشگاه شهرکرد (Email: Edris68gh@gmail.com)

[2]استادیار و عضو هیأت علمی گروه مهندسی بیو سیستم، دانشگاه شهرکرد

[3]استادیار و عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

چکیده

تولیدکنندگان به منظور افزایش کیفیت کار و کاهش تنش وارده به اپراتور در طی ساعات کاری بخش قابل توجهی از مطالعات خود را به یافتن روشی جهت ارتقاء ایمنی و راحتی اپراتور ماشین های کشاورزی اختصاص می‌دهند. صندلی به عنوان واسط ارتباط بین اپراتور و ماشین توجه قابل ملاحظه ای را در مطالعات به خود اختصاص می‌دهد. این حقیقت دارای دو جنبه‌ی اساسی خارجی و داخلی است. جنبه‌ی خارجی می‌تواند در قالب درصد ارتعاشی که از سطح زمین و از طریق صندلی به اپراتور منتقل می‌شود بیان گردد. این مساله پی آمد بسیار مهمی است که یک صندلی با کیفیت بالا باید با آن رو به رو گردد. انتقال ارتعاش از ماشین به بدن اپراتور ممکن است ضمن کاهش عملکرد باعث ایجاد درد شدید و حاد پشت شود. جنبه ی دوم (داخلی) می تواند در قالب موقعیت ایده ئال صندلی و راحتی اپراتور در طی عملیات کاری معرفی گردد. اپراتور تراکتور هنگام کار به منظور بازدید تجهیزات سوار شده روی عقب تراکتور معمولا بالا تنه اش را به عقب می چرخاند. عملیاتی از قبیل شخم زنی زمین، برداشت محصول و سم یا کود دهی ممکن است نیازمند چرخش اپراتور به عقب باشند. عملیات کاری ذکر شده ممکن است ساعت ها از وقت اپراتور را به خود اختصاص دهند، لذا صندلی بایستی به تنظیماتی مجهز باشد که نیاز های اپراتور را به خوبی پاسخ دهد. هر دو جنبه ی ذکر شده به روشنی مسیر های تحقیقی که تولیدکنندگان بایستی به منظور افزایش کار آمدی صندلی لحاظ کنند را شرح می دهند.

واژگان کلیدی: تکنولوژی صندلی، اپراتور تراکتور، ارتعاش

1. مقدمه

تا دهه‌ی 90 کشاورزان انتقادات زیادی در ارتباط با صندلی تراکتور هایشان داشتند. تعداد زیادی از آن ها وجود ناراحتی را بعد از یک نوع عملیات کاری گزارش کردند (Walker-Bone and Plamner, 2002). گزارشات آن ها شامل درد قسمت فوقانی و پایین پشت، درد باسن، درد گردن، ران و پا بود. درد ناحیه‌ی پشت به دلیل قرار گیری در معرض ارتعاش طی عملیات کشاورزی یکی از

شایعترین مشکلات گزارش شده بود (Burdorf, and Zondervan, 1990). قرارگیری بدن در معرض ارتعاش به عنوان عامل ایجاد اصلی درد ناحیه‌ی پایین پشت در اپراتور ماشین های باری سنگین (Nishiyama et al., 1998) و تراکتور های کشاورزی (Bovenzi and Betta, 1994) گزارش شد. رگ به رگ شدگی و کشیدگی عضلات پشت با 43٪ از شایعترین جراحات بود (Low et al., 1996). بررسی میزان تاثیر شدت ارتعاش روی بدن توجه زیادی را به خود جلب نموده است. سطوحی از ارتعاش که روی سلامتی تاثیر می-گذارند هنوز مشخص نشده است، اما رهنمود هایی برای افزایش راحتی هنگام قرارگیری در معرض ارتعاش وجود دارد. در آخرین گزارش استاندارد جهانی ایزو فرکانس های ارتعاشی به سطوح مختلفی تقسیم شده اند. ارتعاشاتی که بزرگتر از سطح استاندارد هستند، بدون لحاظ کردن مدت زمان قرارگیری در معرض ارتعاش، به عنوان عامل ناراحتی لحاظ می شوند (ISO Document 2631, 1997). مطالعات انجام شده توسط نیشیاما و همکاران (Nishiyama et al., 1998) نشان داد که اصلاحات ساختاری صندلی تراکتور شامل، تغییرات تعلیق صندلی ممکن است میزان ارتعاشی را که اپراتور در معرضش قرار می‌گیرد کاهش دهد. قابلیت تنظیم صندلی علائم درد ناحیه‌ی پشت اپراتور تراکتور را به صورت قابل ملاحظه ای کاهش می دهد، اگرچه وجود تکیه‌گاه کمری و یا ایجاد تغییر در شیب پشتی تغییری در شیوع علائم ناراحتی ایجاد نمی کند (Periomakela and Riihimaki, 1997).

2. تکنولوژی صندلی تراکتور های موجود

در عمل، هر نوع صندلی مدرن و پیشرفته ای بر اساس اصول ارگو- مکانیک (ارگونومیکی- ساختاری)، مطالعه ی نحوه ی عملکرد بدن و نحوه ی حفظ راحتی و کار آمدی بدن ،در محیط کاری همانند کابین تراکتور، ساخته می شود.

عملیات کاری

اپراتور تراکتور ساعات زیادی را در ارتباط نزدیک با صندلی تراکتور سپری می کند و در نتیجه سلامتیش به صورت قابل توجهی از میزان راحتی صندلی تاثیر می پذیرد. بیشتر خصوصیات کابین که اپراتور از آن ها به عنوان ناخوشایند یاد می کند موقتی و آنی هستند (به عنوان مثال، گرما یا سروصدای زیاد) بهرحال، صندلی وجه پایدار محیط کار است. به صورت کلی، مقبولیت صندلی توسط دو فاکتور زیر تحت تاثیر قرار می‌گیرد:

- خصوصیات ذاتی صندلی
- مولفه هایی از صندلی که اپراتور در وضعیت نشسته با آن ها درگیر می شود

به عنوان مثال، دمای بالای کابین فاکتوری است که روی راحتی صندلی تاثیر می گذارد. این پدیده با درجه ی حرارت و تعرق بدن که ممکن است اپراتور در ناحیه ی تماس با صندلی تجربه کند در ارتباط است.

فاکتور های دیگری که اپراتور در وضعیت نشسته با آن ها در ارتباط بوده و روی میزان مقبولیت صندلی تاثیر می گذارند شامل موارد زیرند:

- فضای پا
- فضای زانو
- وجود زیر پایی
- وجود فضای کافی بین دیواره ها
- سطوح ارتعاش
- راحتی ورود و خروج
- فضای کافی هنگام چرخش صندلی (برای صندلی هایی چرخان)
- قابلیت دید
- فاصله ی دسترسی به کنترل ها

فضای زانو، پا و زیر پایی روی راحتی اپراتور تاثیر بسزایی دارند. به عنوان مثال، فضای پا یا زانوی کوچک تحرک و پویایی را از اپراتور می‌گیرد. لذا، ناراحتی ایجاد شده فقط برای مدت زمان کوتاهی قابل تحمل است. همچنین، عدم امکان حرکت کافی ماهیچه ها در طی عملیات کاری باعث ایجاد مشکلات جدی در سیستم گردش خون می‌شود که انقباض عضلات یکی از رایج ترین تاثیرات آن است، که این موارد همگی بر روی سلامتی فرد تاثیر می گذارند.

راه حل های موجود

تراکتور های جدید به صندلی با تعلیق هوا مجهزند که تعریف متفاوتی از راحتی هنگام کار را ارائه می دهند. بالشتک صندلی توسط پارچه ای مخصوص پوشیده شده است که به خنک ماندن و راحتی اپراتور در طی عملیات کاری کمک می‌کند. صندلی های مجهز به سیستم تهویه هنگامیکه اپراتور در طی عملیات کاری نشسته است رطوبت را جذب کرده و هنگامیکه از جایش برخاست آن را آزاد می - کند. زمانیکه دمای هوا کاهش می‌یابد، تن ها کاری که اپراتور باید انجام دهد این است که بخاری مخصوص را به منظور گرم نگه- داشتن صندلی روشن کند.

نتیجه‌ی دیگر مطابق با راه حل های جاری در صندلی تراکتور، تعبیه ی تنظیمات مناسب برای صندلی است. تنظیمات صندلی از این لحاظ بسیار مهم هستند که به افراد با سایز و قواره های بدنی مختلف در محیطی ثابت امکان نشستن می دهند، امکان تنظیم دلخواه را به افراد داده و به منظور رفع خستگی به فرد امکان تغییر وضعیت می دهند. به عنوان مثال، یک تکنولوژی اخیر به صندلی تراکتور امکان چرخش در هر دو جهت به منظور قرارگیری اپراتور در وضعیت ایده ئال را می دهد. به علاوه، برخی از تنظیمات اساسی که روی صندلی تراکتور های پیشرفته هم تعبیه شده است از این قرارند:

- زوایا و طول سطح نشستگاه
- حرکت جلو به عقب و بلعکس بالشتک سطح نشستگاه
- حرکت جلو به عقب و بلعکس کل صندلی
- تنظیم ارتفاع تکیه‌گاه ساعد چپ صندلی

- زاویه ی پشتی صندلی
- تکیه گاه ناحیه‌ی کمری
- تکیه گاه سر (با قابلیت لغزش به پایین و بالا)
- تنظیماتی برای وزن و قد اپراتور

در اینجا باید تاکید کرد که وجود تنظیمات روی صندلی به تن هایی کافی نیست. مکانیزم های تنظیمی بایستی به سادگی قابل استفاده بوده و ایمن باشند.

توصیف صندلی تراکتور های قدیمی و پیشرفته

طراحان صندلی تراکتور های پیشرفته تلاش زیادی کرده اند تا صندلی هایی با راحتی بالا تولید کنند که به آسانی تنظیم شوند. انوع سیستم های تعلیق صندلی، شامل سیستم پنوماتیکی (هوا)، هیدرولیک (روغنی)، مکانیکی و یا ترکیبی از این سیستم ها می باشند. تا به امروز، هیچ مطالعه ی مشخصی به منظور بررسی اینکه کدام یک از این سیستم ها بهتر است صورت نگرفته است. بهرحال، بسیاری از وسایل نقلیه‌ی کشاورزی با سیستم تعلیق های پنوماتیکی یا مکانیکی استاندارد ارائه داده می شوند. در اینجا باید ذکر کرد که امروزه سیستم های تعلیق مکانیکی درحال توسعه بوده و انتظار می‌رود که در آینده ای نزدیک یکه تاز میدان رقابت باشند.

3.1. سیستم تعلیق مکانیکی

صندلی نشان داده شده در شکل 1 دارای سیستم تعلیق مکانیکی است. سیستم تعلیق سوار شده روی آن به نحو مطلوبی طراحی شده است تا ارتعاش و لرزش معمول ایجاد شده در ماشین های کشاورزی به ویژه، ارتعاشات افقی و عمودی وارده را که در سرعت های بالا، هنگام بازدید پشت سر و یا هنگام کار روی زمین ناهموار ایجاد می شود را جذب نماید. این ارتعاشات درنتیجه ی ترکیبی از فرکانس پایین تعلیق افقی و جانبی صندلی ایجاد می شود. بنابراین، زمانیکه صندلی دارای سیستم تعلیق مناسب باشد اپراتور می تواند مدت زمان بیشتری با در دست داشتن کنترل کامل تراکتور در وضعیت راحت باقی بماند.

شکل 1

برخی از خصوصیات اساسی صندلی های پیشرفته که به سیستم تعلیق مکانیکی مجهزند در زیر آمده است:

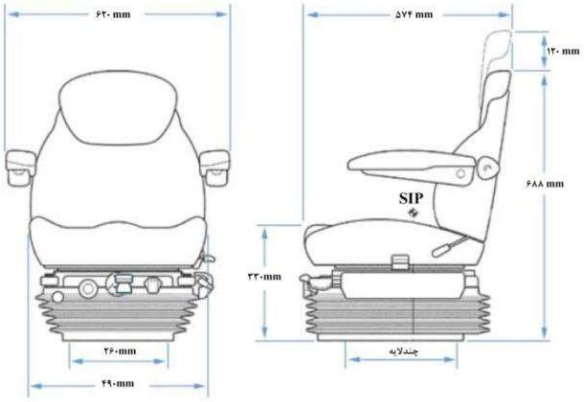
- پشتی صندلی کم ارتفاع با لبه های انحنا دار ارگونومیکی
- سطع مقطع عریض
- قابلیت حرکت کشویی به میزان 150 میلی‌متر
- میراگر قابل تنظیم
- قفل حرکتی عقب به جلوی صندلی
- صندلی قابل چرخشی که در هر دو جهت راست و چپ در زوایای 10 و 20 درجه قابل قفل باشد
- تکیه گاه کمری قابل تنظیم در 5 وضعیت
- پشتی و تکیه گاه ساعد پهن
- قابلیت تحمل وزن 50 تا 130 کیلوگرم

3.2 سیستم تعلیق پنوماتیک

صندلی نشان داده‌شده در شکل 2 مجهز به سیستم تعلیق پنوماتیکی است. همانطور که دیده می‌شود، در ارتباط با تعداد تنظیمات موجود، صندلی نشان داده شده دارای سیستمی پیچیده تر نسبت به صندلی با تعلیق مکانیکی است. این صندلی همچنین به یک سیستم تبادل رطوبتی مجهز است که عرق برآمده از بدن را دور می‌کند. سنسورها و مدارات الکترونیکی تعبیه شده برای تنظیم خودکار در این صندلی بایستی به عنوان تکنولوژی بروز موجود معرفی گردند. صندلی که به صورت کامل قابلیت تنظیم داشته باشد راحتی و سلامت فرد حین نشستن را تضمین می‌کند. بعلاوه صندلی با قابلیت تنظیم زاویه ی پشتی، تکیه گاه مکانیکی ناحیه‌ی کمر و پشتی با قابلیت تنظیم پهنای سطح از جمله خصوصیاتی هستند که وضعیت نشستن مطلوبی را فراهم می‌آورند. تنظیمات تعبیه شده در صندلی نشان داده شده در شکل 2 در زیر آمد هاند:

- پشتی با قابلیت تنظیم شیب (5 وضعیت)
- تکیه گاه کمری مکانیکی قابل تنظیم
- سیستم تعلیق پنوماتیک فرکانس پایین مجهز به کمپروسور 12 ولت
- سیستم تهویه و گرمایش هوشمند برای صندلی
- سیستم تعلیق مناسب برای صندلی با قابلیت جابجایی تا 100 میلی‌متر
- قفل جانبی جهت جلوگیری از جابجایی های جنبی صندلی
- قفل حرکت کشویی جلو/ عقب صندلی
- قابلیت حفذ استحکام حین رانندگی
- ریل های با قابلیت تحمل بار و فشار زیاد
- تکیه گاه ساعد با قابلیت تنظیم تا 75 میلی‌متر
- قابلیت تحمل وزن 50 تا 150 کیلوگرم

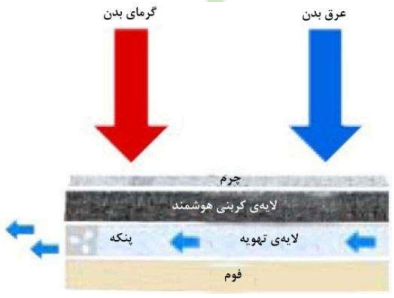
شکل 2. صندلی تراکتور پیشرفته مجهز به سیستم تعلیق پنوماتیک



شکل 3. ابعاد صندلی یک تراکتور پیشرفته

خاصیت مطلوبی که سطح پوشش صندلی باید داشته باشد این است که قابلیت گذردهی هوا داشته باشد.

نرمال را از طریق یک فن داخلی که در محل تماس بدن راننده با صندلی قرار دارد تامین نماید. ساختار کلی آن در شکل زیر نشان داده شده است (شکل 4).



شکل 4. سیستم تهویه ی هوای هوشمند صندلی

صندلی تراکتور های قدیمی

صندلی های قدیمی هنوز هم روی برخی از ماشین های کشاورزی استفاده می شوند. یک نمونه صندلی قدیمی در شکل 5 نشان داده شده است. صندلی های قدیمی فاقد تنظیماتی هستند که صندلی های امروزی به آن ها مجهز شده اند. در ارتباط با طراحی، به عنوان مثال، صندلی فاقد تکیه گاه ساعد چپ و راست بوده و پشتی صندلی دارای نقص است. به علاوه، سیستم تعلیق بر اساس یک تکنولوژی قدیمی است که قابلیت جذب ارتعاش آن پایین است. در نتیجه، راننده در معرض مقدار قابل توجهی ارتعاش قرار گرفته و لذا وضعیت نامناسبی خواهد داشت. در نهایت، شیب پشتی قابل تنظیم نبوده و هیچ گونه تهویه ای جهت کنترل دمای صندلی در نظر گرفته نشده است. برخی از خصوصیات کلی طراحی صندلی فوق الذکر در زیر آمد هاست:

- قابلیت جذب و میرایی ارتعاش 25- 45٪ و تکانهای ارتعاشی تا 100 میلی متر
- قابلیت تنظیم ارتفاع تا 60 میلی‌متر
- قابلیت تعلیق وزن در محدوده ی 50 تا 120 کیلوگرم
- قابلیت تنظیم کشویی جلو/عقب 15 تا 150 میلی متر

شکل 5. صندلی یک تراکتور قدیمی

3.3 افزودن بالشتک به صندلی

مطالعات انجام شده به منظور مقایسه ی شدت ارتعاشات وارده به راننده بین دو صندلی ساده و پیچیده نشان داد که طراحی ساده ی صندلی ارتعاش کمتری را در مقایسه با صندلی با طراحی پیچیده به راننده منتقل می کند (Ozkaya et al.,1996). صندلی ساده ای که بر اساس یک بالشتک پلیمری شبک های با پایه‌ی ژلاتینی برای تراکتور ساخته شده به دلیل ارزان قیمت بودنش توسط بسیاری از کشاورزان ترجیح داده می شود (شکل 6). با استفاده از این بالشتک مجهز به حفره های هوا، کشاورزان کمر درد و گردن درد کمتری را حین عملیات کاری تجربه خواهد نمود و پس از پایان رانندگی هم پشت درد کمتری خواهند داشت (Scutter, 1999). انتقال ارتعاش و ناراحتی حاصله از راندن تراکتور به طور قابل چشمگیری توسط بالشتک ژله ای صندلی با قابلیت میرایی ارتعاش بالا و نقاط برجسته ی استخوانی دفع فشار کاهش می یابد.

شکل 6. بالشتک صندلی ژله ای با پایه ی پلیمر شبکه ای

مطالب ذکر شده در زیر مثال هایی از بالشتک هایی هستند که به طور گسترده در صندلی تراکتور جهت کنترل بهتر فشار استفاده می شوند:

بالشتک های شناور:

بالشتک شناور دارای سلول های منفردی به منظور ایجادجریان هوا هستند. اگرچه بالشتک شناور فشار را به نحو بهتری روی بالشتک توزیع می کند اما، پایداری نشستن را کاهش می‌دهد (Cook and Hussey, 1995). کاهش پایداری نشستن هنگام راندن تراکتور روی زمین ناهموار مساله ای چالش برانگیز است. پایداری نشستن از این نظر حائز اهمیت است که صندلی را متعادل نگه داشته و به کنترل ایمن تراکتور کمک می‌کند. بنابراین، با این نوع بالشتک، به منظور افزایش پایداری به تنظیمات اضافی نیاز خواهیم داشت.

بالشتک ترکیبی ساخته شده از ترکیبات زیر:

- فوم و اجزاء نگهدارنده ی هوا
- فوم و مایع ویسکوز

این نوع بالشتک ضمن توضیع مناسب و کارآمد فشار، فرد را در وضعیت پایداری قرار می دهد (Trefler et al., 1993). بالشتک های معرفی شده همچنین دارای خصوصیات میرایی هستند که شوک و ارتعاشات وارده را به خوبی دفع می کنند. رایج ترین نوع بالشتک صندلی از پوشش چند لایه‌ی لانه زنبوری ساخته شده است. این نوع بالشتک توزیع فشار بهتری را انجام می‌دهد، تکیه‌گاه بهتری برای ران ایجاد می نماید، شوک های وارده را به صورت بهینه ای دفع نموده و در طی رانندن تراکتور روی زمین ناهموار پایداری بهتری برای اپراتور ایجاد می‌نماید. استفاده از شبکه های لانه زنبوری ضمن تعبیه‌ی امکان تهویه‌ی مناسب به تبخیر رطوبت موجود کمک می کند.

در اینجا بایستی ذکر کرد که

نشسته بایستی مد نظر قرارگیرد. به منظور جلوگیری از برخورد با سقف کابی، صندلی تراکتور بایستی به اندازه ی کافی کوتاه باشد تا فاصله ی کافی بین سقف و سر اپراتور وجود داشته باشد اما نه به اندازه ای کوتاه باشد که باعث جدا شدن اپراتور از صندلی هنگام رانندگی روی زمین های ناهموار شود. فضایی در حدود 150 میلی متر بین سر اپراتور و سقف کابین توصیه شده است (Hansson, 1991).

3. مروری بر آخرین تکنولوژی های موجود در صندلی تراکتور

در این بخش آخرین تکنولوژی روز در تولید صندلی تراکتور معرفی خواهند شد که ضمن افزایش کار آمدی اپراتور راحتی را بهبود می بخشند. تکنولوژی های مورد بحث از بین صندلی تراکتور های معرفی شده در زیر انتخاب شده اند:

- جاندیر
- فنت
- مسی فرگوسن
- نیوهلند
- والترا

جاندیر

صندلی هوشمند

صندلی هوشمند به اپراتور کمک می کند که رانندگی فوق العاده راحتی داشته باشد. این طراحی از ترکیبی از تکنولوژی صندلی هیدرو– الکتریک به منظور افزایش راحتی در تمامی شرایط مزرعه ای بهره می گیرد. صندلی هوشمند (شکل 7) در هر ثانیه 200 بار از سنسور ورودی اطلاعات وضعیتی گرفته و مطابق با آن به منظور کاهش حرکت های عمودی صندلی را تنظیم می کند. در نتیجه ی استفاده از این صندلی ضمن افزایش سرعت انجام عملیات کاری راندن راحت تر و کارآمد تر حاصل خواهد شد. این صندلی هوشمند بوده و با 9 نقطه‌ی مختلف به طور کامل قابل تنظیم است.

شکل 7. صندلی تراکتور جاندیر با تکنولوژی هوشمند

فنت

کابین با سیستم تعلیق پنوماتیک

کابین فنت در محور جلویی به یک سیستم تعلیق مکانیکی مجهز شده است که ارتعاشات وارده را دفع می‌کند. در این تراکتور مهندسین طراح تکنولوژی جدیدی را به منظور افزایش راحتی اپراتور تراکتور معرفی کرده اند. ابزار جذب ارتعاش فنری تقویت شده با

هوا (شکل 8) بصورت اتوماتیک با بار های مختلف وارده متناسب شده و لذا سطوح غیر ضروری تعلیق (میزان فنریت) را به سطوح مناسب تغییر می دهد.

شکل 8. میراگر ارتعاشی مجهز به فنر تقویت شده با هوا

مسی فرگوسن

مسی فرگوسن یک صندلی چرخان را معرفی نموده است (شکل 9) که به صورت کامل قابل تنظیم بوده و شامل تکیه گاه کمری پنوماتیک، تنظیم ارتفاع پنوماتیک، قابلیت تنظیم جلو به عقب و برعکس تکیه‌گاه ساعد راست به نحویکه کنترل های نصب شده روی آن در وضعیت مطلوبی قرار گیرند. پوشش سطح صندلی مجهز به یک لایه ی هوشمند کربنی جاذب گرما یک گرم کن که هنگام سرما محیطی گرم و مناسب ایجاد می نماید.

کابین مجهز به سیستم تعلیق دو مرحله ای: شکل 10یک سیستم تعلیق هوایی دو مرحله ای را نشان می دهد که با تحریک آنی یک کلید بین دو وضعیت متفاوت سفتی بافت زمین تغییر وضعیت می دهد. این سیستم منحصر بفرد قابل کنترل، به صورت بهینه تری حرکات کابین را پایدار نموده و بعلاوه خصوصیات بالانس و تعادل مناسب شاسی را افزایش می دهد.

شکل 10. سیستم تعلیق کابین دو مرحله ای

شکل 9. صندلی چرخان مسی‌فرگوسن

نیوهلند

صندلی بادی: نیوهلند یک صندلی بادی را معرفی نموده است (شکل 11)، که به صورت کامل قابل تنظیم بوده و شامل تکیه گاه کمری و یک دسته ی کنترل متصل به آن است، که 20 درجه به راست، 13 درجه به چپ قابل چرخش و 200 میلی متر به جلو و عقب قابل جابجایی است. این دسته ی کنترلی دریچه ها و اهرم های کنترل هیدرولیک را در دسترسی راحت تری قرار می‌دهد. سیستم تعلیق مشخص شده به صورت قابل توجهی ارتعاشات عمودی و افقی وارده را دفع می نماید. ابتکار این سیستم تعلیق در قابلیت تنظیم آن با وزن راننده است.

شکل 11. صندلی بادی نیوهلند

والترا

سیستم تعلیق هوای پاسخ مثبت: سیستم تعلیق هوای پاسخ مثبت ضمن دادن کنترل کامل و جامع به راننده راندن تراکتور را ملایم تر می سازد. سنسور و سیستم کنترلی تعبیه شده درون صندلی (شکل 12) شوک های وارده را تا 500 بار در دقیقه حس کرده و سیگنال های الکترونیکی را به میراگر لزج مغناطیسی موجود می فرستد. میراگر لزج به منظور میرایی هرچه بهتر بر اساس شرایط زمین تعبیه شده است.

شکل 12. صندلی تراکتور والترا مجهز به سیستم تعلیق هوای پاسخ مثبت

4. توسعه های آتی صندلی

صندلی هوشمند (موسسه ی داوینچی، لوییس‌ویل) بر اساس استفاده از تکنولوژی ژل پولیمریک قابل انبساط است طراحی شده است. این ژل دارای این قابلیت است که 1000 برابر اندازه ی اولیه اش شود. در نتیجه، صندلی های آینده ی ساخته شده از این نوع ژل قابلیت پاسخ به نیاز های بدن انسان را خواهند داشت. هزاران سلول ژل های سطوح تماس صندلی را تشکیل خواهند داد. تعدادی از سنسور های فشاری در ابتدا وزن را بصورت یکسان توزیع خواهند نمود تا از مشکلات گردش خون کاسته شود. سنسور های دمایی هم باعث ایجاد پالس های ریتمیک در سلول های ژله ای شده و هم یک گردش هوای پایدار را از طریق لوله های مویرگی فشار بالا ایجاد خواهنمد نمود.

صندلی هوشمند با گردش متعادل: صندلی پویا با قابلیت گردش متعادل (CBM) (American Ergonomics Corporation, 2001) بر مبنای تفکر جدیدی است که نشستن پویایی را در ارتباط با وضعیت استقرار راننده ایجاد می‌کند. اصول طراحی صندلی CBM (نشستن پویا) این است که قابلیت حرکت تقریبی صندلی در وضعیت مرکزی و در ارتباط با مراکز جرم و حرکتی بدن قرار گیرد، تا تعادل دینامیک در طی ضربات وارده و پایداری در طی راندن نرمال ایجاد گردد.

در طی رانندگی عادی تراکتور صندلی CBM راننده را با نیروی گرانشش به حالت پایدار باقی می گذارد. صندلی و تکیه‌گاه کمری به منظور فراهم کردن آسایش و راحتی بدن متناسب با حرکات بدن راننده تنظیم می شوند. خصوصیات کلی عملکرد صندلی CBM این است که بالشتک صندلی در تماس با باسن فرد باقی مانده و طول مدت زمان حرکت رو به جلوی بدن روی صندلی سر جایش باقی بماند. در نتیجه ، صندلی CBM راحتی را افزایش می دهد. به صورت اتوماتیک صندلی و تکیه‌گاه کمری را به منظور حفظ زوایای صحیح ران، کمر و لگن بالانس می کند. این صندلی به راحتی و بدون نیاز به هرگونه تنظیمات دستی امکان تغییر وضعیت استقرار را به فرد می دهد.

صندلی جدید با طراحی پیشرفته: صندلی ارگونومیکی مرفورد (مرفورد، هلند) مفهومی جدید از صندلی را با هدف کاهش بار های وارده به ماهیچه های پشت و گردن و بهبود دید خارجی کابین ابداع نمود. در این صندلی وضعیت خمیده به جلوی راننده بدون وارد آمدن هرگونه بار اضافی به ماهیچه های پشت، گردن و کمر و با تکیه ی به صندلی ایجاد خواهد شد. با این لحاظ، با تعبیه‌ی دو تکیه گاه ساعد به همراه کنترل ها در هر دو طرف راننده حمایت افزود های از بالا تنه ایجاد خواهد نمود. این تکیه‌گاه های ساعد به صورت کامل قابل تنظیم هستند، بدین معنی که در جهت های بالا و پایین، جلو و عقب قابل تنظیم بوده و شیب آن ها را می توان به صورت لولایی تغییر داد و همچنین می توان آن ها را به حالت لولایی بهم نزدیک یا از هم دور کرد. بنابراین، راننده قادر است که به جلو یا عقب خم شود در حالی که روی تکیه‌گاه ساعد تکیه دارد.

فوم پلی ارتان انعطاف‌پذیر (FPF): فوم پلی ارتان (Polyurethane Foam Association, 1997) ابداع جدیدی است که می - تواند به منظور دفع ارتعاش ایجاد شده هنگام رانندگی که باعث ناراحتی اپراتور خواهد شد مورد استفاده قرار گیرد. فوم پلی ارتان قابل انعطاف را می‌توان در تنوع نامحدودی از اشکال به منظور رفع نیازمندی های صنعت کشاورزی تولید نمود. فوم پلی ارتان را می توان با خصوصیات قابلیت بازیافت، طراحی راحت و همه منظوره ی آن شناخت. استفاده از فوم پلی ارتان ضمن مقرون به صرفه بودن روش های تولید آن به تولید کنندگان کمک می کند که به اهداف زیبایی و ارگونومیکی خود برسند.

نتیجه ی نهایی

در بسیاری از عملیات کشاورزی، اپراتور بایستی مدت زمان زیادی را در وضعیت نشسته باقی بماند. نشستن سطوح تحمل بار را تغییر می دهد، حرکت ستون فقرات را محدود می کند، انحناء ناحیه‌ی کمری را از بین می برد و حرکت لگن خاصره را از محدود می سازد. این تغییرات بایستی در طراحی صندلی لحاظ شوند. به منظور جلوگیری از ایجاد نقاط فشار، وزن بایستی به صورت یکسان توزیع شده و به منظور جلوگیری از ایجاد تنش فعل و انفعالات عضلانی و اسکلتی بایستی مورد توجه قرار گیرند. یک صندلی مدرن بایستی به اپراتور اجازه دهد که عملیات کاری را در وضعیت استقرار بهینه انجام دهد، لذا ارتباط صندلی با محیط کار دارای اهمیت

صندلی ها دارای پیامد های موقعیت اجتماعی نیز هستند. اندازه، طرح و مواد بکار رفته در ساخت صندلی نقش مهمی را در ارتباط با موقعیت صندلی که روی مقبولیت و کاربرد آن تاثیر می گذارند ایفا می کنند. صندلی بایستی میزان درک فرد را از اینکه چه چیزی برای موقعیت های خاص مناسب است افزایش دهد. صندلی ای که طراحی آن نامناسب و ضعیف به نظر می رسد به فرد این احساس را می دهد انجام کار اهمیتی ندارد. در نتیجه، باید این نکته را در نظر داشت که هیچ گونه صندلی کاملی وجود ندارد و یا اینکه هیچ تعریف جامعی برای راحتی صندلی وجود ندارد. بنابراین، مهم نیست که طراحی یک صندلی چقدر می تواند خوب باشد، چرا که همواره انتقاد هایی برای بهبود وضعیت صندلی وجود دارد. جنبه هایی همانند نرمی بالشتک صندلی به سختی قابل اندازه گیری معنی دار بوده و بجای استاندارد های عینی بیشتر به ترجیح فردی وابسته اند.

منابع

1. American Ergonomics Corporation. 2001. Counter Balance Motion (CBM) seating solution. http://www.americanergonomics.com (2005/03/21).
2. Bovenzi, M. and A. Betta. 1994. Low–back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole body vibration and postural stress. *Applied Ergonomics* 25(4):231–241.
3. Burdorf, A. and H. Zondervan. 1990. An epidemiological study of low–back pain in crane operators. *Ergonomics* 33(8): 981–987.
4. Cook, A. M. and S. M. Hussey. 1995. *Assistive Technologies: Principles and Practice*. St. Louis, MO: Mosby–Year Book Inc.

5. Fendt Tractors. 2005. http://www.fendt.com/index_us.html (2005/03/25).
6. Grammer Seating Systems. 2005. http://www.grammer.com/english/land-forstmaschinen/ (2005/03/26).
7. Hansson, J. 1991. *Ergonomic Checklist for Tractors and Agricultural Machinery*. Stockholm, Sweden: The National Swedish Institute of Occupational Health.
8. ISO Document 2631. 1997. *Mechanical Vibration and Shock–Evaluation of Human Exposure to whole body vibration–Part 1 General Requirements*, 2nd edition. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
9. Jonh Deere Tractors. 2005. http://www.deere.com/en_US/ProductCatalog/FR/series/9020.html (2005/03/26).
10. Low, J. M., G.R.Griffith and C.L. Alston. 1996. Australian farm work injuries: incidence, diversity and personal risk factors. *Australian Journal of Rural Health* 4(3): 179–189.
11. Massey Ferguson Tractors. 2005. http://www.masseyferguson.agcocorp.com (2005/03/23).
12. Merford's Ergoseat. 2003. http://www.ergocab.nl/ergoseat_combination.html (2005/03/23).
13. New Holland Tractors. 2005. http://www.newholland.com/home.asp (2005/03/24).
14. Nishiyama, K., K. Taoda and T. Kitihara. 1998. A decade of improvement in whole –body vibration and low back pain for freight container tractor drivers. *Journal of Sound and Vibration* 215: 635–642.
15. Ozkaya, N., D. Goldheyder and B. Willems. 1996. Effect of operator seat design on vibration exposure. *American Industrial Hygiene Association Journal* 57: 837–842.
16. Periomakela, M. and H. Riihimaki. 1997. Intervention on seat adjustment among drivers of forest tractors. *International Journal of Industrial Ergonomics* 19: 231–237.
17. Polyurethane Foam Association. 1997. Flexible polyurethane foam: Applications in the transportation industry. *Intouch* 1(6): 1–8.
18. Scutter, S., I. Fulton and V. Cheng. 1999. *Tractor Driving and the Low Back*. South Australia: Division of Rural Industries Research and Development Corporation, University of South Australia.
19. Trefler, E., D. A. Hobson, S. J. Taylor, L. C. Monahan and C.G. Shaw. 1993. *Seating and Mobility for Persons with Physical Disabilities*. San Antonio, TX: Therapy Skill Builders.
20. Valtra Tractors. 2005. http://www.valtra.com (2005/03/22).
21. Walker-Bone, K. and K. T. Palmer. 2002. Musculoskeletal disorders in farmers and farm workers. *Occupational Medicine* 52:441-450.

Current technologies of agricultural tractor seat design- a review

Edris Ghaderi[1*], Ali Maleki[2], Iman Dianat[3]

[1]M.Sc Student, Department of Bio systems Engineering, Shahr-e Kord University (edris68gh@gmail.com)

[2]Assistant Professor, Department of Bio systems Engineering, Shahr-e Kord University

[3]Assistant Professor, Department of Occupational Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz

Abstract

In today's age of advanced technology, manufacturers have devoted a significant part of their research in finding new ways to improve the safety and comfort of the agricultural vehicle operators. Seats present a high research interest as they connect the driver with the whole vehicle. This fact has two main consequences, the external and the internal. The first can be explained in terms of the vibration percentage that passes from the ground to the driver through the seat. This is a very important issue that a 'high quality' seat has to deal with. Vibration transferred from the machinery to the human body may cause discomfort and reduction in performance, and may contribute to a permanent acute back pain. The second consequence can be explained in terms of the ideal seat position and the convenience of the farmer during operation. Farmers while driving tractors often assume a rotated posture as they are watching the implement attached to the rear of the tractor. Activities such as ploughing, harvesting and spraying will require such a rotated posture. Farmers involved in these activities may spend many hours, in this rotated posture and therefore, the seat must provide the necessary adjustments to meet their needs. Both mentioned consequences can clearly explain the research directions that the manufacturers follow in order to create more efficient seats

Keywords: Seat technology, Tractor operator, Vibration