



روش ابتکاری محاسبه مرکز جرم عمودی ویلچر و سرنشین آن برای رشته پرتاب دیسک پارالمپیک

علیرضا حاجیان (۱)

آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده مقاله :

ثبات ویلچرهای الکتریکی، که اخیراً در مسابقات پرتاب دیسک پارالمپیک استفاده می شوند، به ساختار صندلی و موتور کنترل آن وابسته است. مهم ترین عاملی که بر ثبات ویلچرهای الکتریکی تأثیر میگذارد مرکز جرم عمودی آن است. در این مقاله طراحی، ساخت و امتحان وسیله ای ابتکاری، برای اندازه گیری مرکز جرمی ویلچر در جهات عمودی (محور Z)، عرضی (محور X) و متقاطع (محور Y) مورد بررسی قرار گرفته است. در عمل این ابزار برای اندازه گیری مرکز جرمی افقی ویلچر و سرنشین آن در حال سکون، از یک سکوی بار بهره می گیرد. سپس به این سکوی در جهت محور X سرعت می بخشد و تغییرات بار و سرعت را محاسبه می نماید. از این اطلاعات می توان مرکز جرم یا (COFM) center of mass را محاسبه نمود. این ابزار دارای قدرت حرکت در جهات مختلف می باشد و برای کاربران به طور آسان طراحی گردیده است. اطلاعات بدست آمده در محاسبات و طراحی که مرکز جرمی این ابزار حرکتی قرار است محاسبه شود، کاربردهای بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: مرکز جرم، پرتاب دیسک، پارالمپیک

۱- مقدمه

این مقاله در رابطه با ابزاری است که به طور دقیق و ویژه ثبات ویلچر را اندازه گیری می کند. تخمین مرکز ثقل یک ابزار متحرک با سرنشین غالباً به صورت بصری انجام می گردد. میزان **REC** به طور فراینده ای به قرار دادن ترازو زیر هر کدام از چرخ های ویلچر و اندازه گیری مکان جرمی وابسته است [۱]. با این حال در این روش فقط مرکز جرم افقی (X, Y) قابل اندازه گیری است. به علاوه تعیین میزان **COFM** در این روش به کار فراینده ای نیاز دارد و مشکلات فراوانی ایجاد می کند [۲ و ۳].

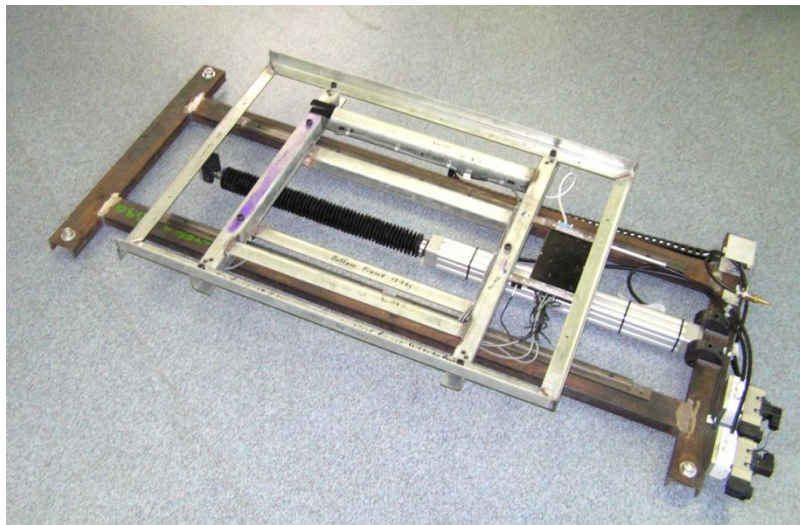
اولین مرحله جهت اندازه گیری مرکز جرمی ویلچر با سرنشین ایجاد سکوی بار می باشد. این دستگاه توانایی تحمل ۲۰ درجه انحنای را دارد. میزان انتقال بار تحت تأثیر کسینوس زاویه انحنای می باشد. پس از تحلیل خطاها این نتیجه حاصل می گردد که انحنای به میزان ۳۰ درجه جهت کاهش خطای ارتفاع $\pm 15 \text{ mm}$ نیاز می باشد. این ابزار با الهام گرفتن از سکوی پرتاب راکت طراحی گردیده است. تصویر این ابزار در شکل ۱ نشان داده شده است.



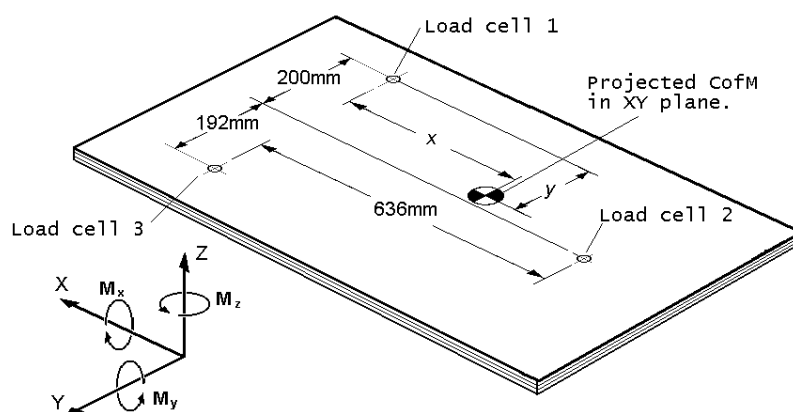
شکل (۱): نمایشی از سکوی بار برای اندازه گیری **COFM** ویلچر با سرنشین.

۲-توصیف

این ابزار شامل یک سکو است که بر روی غلتک‌هایی سوار است. این غلتک‌ها طوری طراحی گردیده‌اند که به ویلچر امکان حرکت تا 600 mm را همان طور که در شکل (۲) نشان داده شده است می‌دهند.



شکل (۲) ساختار اجزای سکوی بار و غلتک‌های مربوطه.



شکل (۳) ابعاد هندسی سکوی بار و محل تعبیه سنسورهای لودسل (load cell).



برای مدلسازی و توصیف فیزیکی این دستگاه، با مراجعه به شکل ۳ با داشتن جرم کلی ویلچر با سرنشین روابط زیر بدست می آید:

$$\Sigma F_z = 0 = F_1 + F_2 + F_3 = F_{wc}$$

$$M_{wc} = F_{wc} / g$$

$$G = (9.81 m/s^2)$$

$$\Sigma M_x = 0 = 0.200F_2 + 0.392F_3 - y F_{wc}$$

$$y = (0.200F_2 + 0.392F_3) / F_{wc}$$

$$\Sigma M_y = 0 = 0.636F_2 - x F_{wc}$$

$$x = 0.636F_2 / F_{wc}$$

برای اندازه گیری ارتفاع *COFM* سورتme ای که ویلچر به روی آن بسته شده است به میزان 600 mm ممکن است افزایش یا کاهش ارتفاع یابد. همچنین تغییر نیرو با توجه به شتاب سنج اندازه گیری می گردد. بدین ترتیب ارتفاع مرکز جرم برای هر کدام از نمونه ها اندازه گیری می شود [۴]. سپس ویلچراز طریق تسمه هایی به سورتme کاملاً متصل می گردد و مکان **COFM** در سکوی افقی و جرم کلی ویلچر و سرنشین آن به طور ساکن اندازه گیری می گردد. با توجه به تصویر (۴) ارتفاع **COFM** طی افزایش سرعت و کاهش سرعت با استفاده از محور طبق فرمول زیر بدست می آید:

$$\Sigma M_y = 0 = 0.636\Delta F_2 - M_{wc}gx - M_{wc}(\pm a)z$$

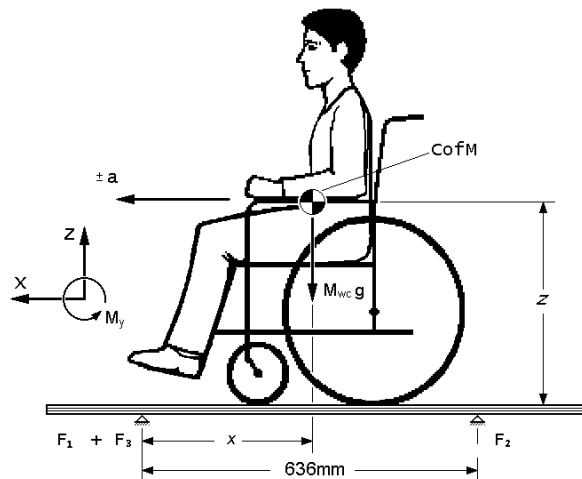
$$g = 9.81 m/s^2$$

تغییر میزان بار براساس افزایش یا کاهش سرعت: ΔF_2

$\pm a$ اگر شتاب منفی باشد و اگر شتاب مثبت باشد، که با شتاب سنج اندازه گیری می شود

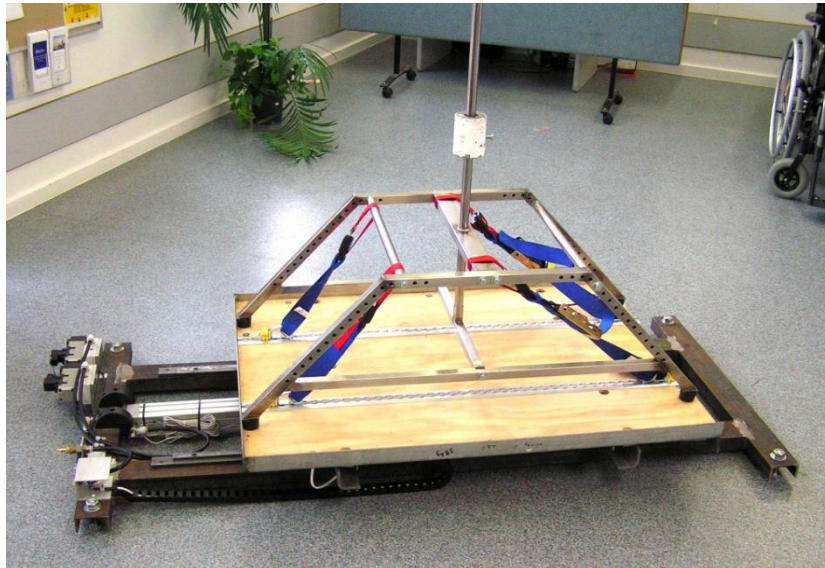
$$z = (0.636\Delta F_2 - M_{wc}gx) / M_{wc}(\pm a)$$

COFM طی افزایش یا کاهش سرعت اندازه گیری شده و داده ها جهت دستیابی به میانگین **COFM** گردآوری می شوند.



شکل (۴) دیاگرام نیروهای وارد برویلچیر و سرنشین و موقعیت ارتفاعی مرکز جرم.

تأثیرات جرم سکوی بار و تسمه ها در مراحل درجه بندی تعدیل می گردند. نیرویی که جهت افزایش یا کاهش سرعت سورتمه اعمال می گردد از طریق سیلندر بانروی مضاعف تأمین می گردد. انتظار می رود که نیرویی برابر با **۱KN**، شتاب را تا $(g(m/s^2))$ ابرای ویلچری که جرم آن با سرنشین **۶۰Kg** باشد افزایش دهد [۵]. به منظور کنترل جریان هوای سیلندر، دو عدد سوپاپ استوانه ای به جای یک سوپاپ برای افزایش انعطاف پذیری به کار گرفته شده است. سه سوئیچ زبانه دار برای قرار دادن سیلندر به شکل مناسب در شرایط مورد نیاز در کنار سیلندر طراحی شده است. یک عدد پایه درجه بندی با توجه به شکل (۵) جهت برآورد عملکرد ویلچر و سرنشین شبیه سازی آن و همچنین تعیین بازده مبدل، روی سکو تعبیه شده است. این پایه به ما اجازه می دهد که تأثیرات جرم در طی مراحل درجه بندی خنثی شود.



شکل (۵) نمایی از سیلندرها، سویچها و سوپاپهای تعبیه شده بر سکوی اندازه گیری مرکز جرم. در نهایت میزان جرم 3.75Kg برای تغییر ارتفاع **MCOF** در قاب درجه بندی بکار می رود. ارتفاع **COFM** در قاب درجه بندی از طریق موازنه سازی قاب از سیم متصل به میله مرکزی تعیین می گردد. پیشنهاد میشود که این آزمایش ابتدا با حضور یک ویلچر مصنوعی انجام شود. بعد از آزمایشات به طور موفقیت آمیز پیشنهاد می شود که یکی از کارمندان به طور داوطلبانه تست را انجام دهد. در تمامی مراحل تست داوطلب، باید لگن و سینه داوطلب ثابت نگه داشته شود و به این ترتیب حرکت بدنی او محدود گردد. در بیمارانی که توانایی ثابت نگه داشتن سر وجود ندارد باید سر بیمار نیز ثابت نگه داشته شود. علیرغم محدودیت های بدنی، میزان سرعت مورد نیاز برای مبدل سبب ایجاد حرکات اضافی در بدن سرنشین ویلچر می گردد.

۳- نتیجه گیری

ابزاری که در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار گرفت روشی ابتکاری جهت تعیین مرکز جرم ویلچر با محاسبات فیزیکی مربوطه می باشد. انتظار می رود که در این ابزار اطلاعات مورد نظر و لازم را در راستای انواع پرتابگرها و چرخ های ضدضربه در اختیار پزشک تیم و نیز اعضای فنی تیم در مسابقات پارا



المپیک قرار دهد. به علاوه این ابزار، جمع آوری ارقام جرم بدنی ورزشکاران سنگین وزن را نیز مقدور می سازد؛ زیرا در حال حاضر میزان **COFM** برای ویلچیرهای پارالمپیک برای اوزان مختلف ورزشکاران کشور به طور دقیق موجود نمی باشد.

۴- مراجع

1. Songmin Jia Liwen Gao Jinhui Fan Jun Yan Xiuzhi Li Jinbo Sheng , *International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA), 2011 Intelligent tennis wheelchair control method based on Webots platform , 1207 – 1212.*
2. C.E . Brubaker, 1998, *Wheelchair prescription: An analysis of factors that affect mobility and performance, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol . 23 No. 4, Pages 19-26*
3. Rory A. Cooper, 1989, *An international track wheelchair with a center of gravity directional controller, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol . 26 No . 2 Spring.*
4. Sanderson DJ, Sommer HJ , 1985, *Kinematic features of wheelchair propulsion . J Biomech 18 :423-429.*
5. Ridgway M, Pope C, Wilkerson J : *A kinematic analysis of 800-meter wheelchair-racing techniques . Adapted PhysActiv Q 5 :96-107, 1988.*