

## نیروی حرکتی بدون اصطحکاک

آیدین مرادخانی\*<sup>۱</sup>، سجاد محمدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دکترای پزشکی هسته‌ی عضو رسمی سازمان پژوهشگران کشور دانشمند رسمی حوزه نانو مواد (نویسنده مسئول)  
<sup>۲</sup> دانشجوی کاردانی کامپیوتر، برنامه نویسی عضو سازمان شبکه‌ی پژوهشگران ایرانی

### چکیده

حذف اصطحکاک همواره می‌توان گفت به یکی از آرزوهای انسان‌ها تبدیل شده است که می‌توان گفت امروزه خوشبختانه با دستیابی به روش‌های نوین در طراحی سیستم‌های مغناطیسی در حقیقت امکان پذیر شده است در حقیقت در این مقاله با مطالعه بر موضوعی بدون اصطحکاک می‌توان نیروی را انتقال داد که این نیرو برابر با حرکت یا انجام کاری می‌تواند باشد در صنعت خودروسازی نیز دارای کاربردهای فراوانی است یکی از کاربردهای آن حذف صفحه کلاچ می‌باشد صفحه کلاچ معمولی که در داخل خودرو تعبیه می‌شود به مرور زمان از بین می‌رود و باید تعویض شود که این عامل در حقیقت می‌تواند گفت هزینه بردار می‌باشد اما با استفاده از نیروهای مغناطیسی در حقیقت دیگر نیازی به استفاده از صفحه کلاچ نمی‌باشد و انتقال نیرو به گیربکس دارای دو میدان مغناطیسی قدرتمند می‌باشد نصب می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** نیرو، مغناطیس، اصطحکاک، حرکت فیزیکی، نیروی الکترواستاتیک

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

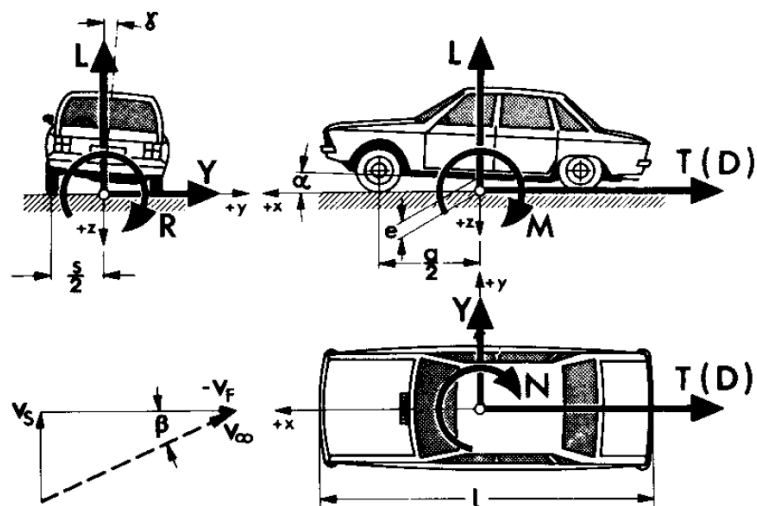
در حقیقت می توان گفت پروژه های قبلی انجام شده نیز در دنیای مغناطیسی و فرومغناطیسی همیشه دارای یک نقضی بوده است که نیاز به میدان از ضعف های این مورد است اما در این پروژه با استفاده از نیروی الکترواستاتیک می توان در حقیقت نیرو را بدون اصطکاک انتقال داد امروزه در فرآیند تولید مواد و ترکیب کردن آنها با وسایل و ابزارالات همچون نیمه رسانا از یک روش بدون تماس استفاده می کنند و در نیروی انتقال یافته اصطکاک نامیده می شود که برای رفع بدون تماس از سیستم تعلیق مغناطیسی استفاده می شود. اما از آنجا که نیروی مغناطیسی نمی تواند نقش موثری در تعلیق صفحات نازک سیلکونی و مواد غیر فرومغناطیس دیگر مانند بسیاری از آلیاژهای فلزی داشته باشد، این مواد بیشتر روی جابه جا کننده های دیگری سوار می شوند تا به واسطه آنها بتوانند منتقل شوند. از سوی دیگر، با توجه به این که این نوع سیستم های جابه جایی با این که از سیستم های بدون اصطکاک هستند، نمی توانند تماس نداشتن با سطح را به طور کامل تضمین کنند، پاسخگوی همه نیازهای مطرح در این زمینه در حوزه صنعت نخواهند بود اما با در نظر گرفتن این که نیروی الکترواستاتیک می تواند به طور مستقیم و بدون نیاز به سوار شدن قطعات روی جابه جا کننده های دیگر در تعلیق همه مواد از جمله رساناها، نیمه رساناها و حتی نارساناها مورد استفاده قرار گیرد، تعلیق الکترواستاتیک از بهترین روش های جابه جایی بدون تماس و بدون اصطکاک محسوب می شود. در حقیقت اگر بتوان روی دو نیروی الکترواستاتیک و مغناطیسی بحث کرد می توان این گونه تعریف کرد الکترواستاتیک نیروی است که از آن برای تعلیق یک جسم به وسیله ی کنترل نیروی جاذبه الکترواستاتیک فعال وارد بر آن استفاده می شود در این روش می توان گفت ابتدا ولتاژهای بزرگ و غیرهمنام برالکترودها و ایجاد میدان الکتریکی در اطراف جسم نیروی از بار القای را بر سطح ایجاد می کند و یک نیروی جاذبه الکترواستاتیک را از سوی الکترودها ایجاد می کند و بر جسم وارد می شود که جسم ما در اینجا همان گیربکس می باشد و با کنترل ولتاژ اعمال شده برالکترودها نیروی اعمال شده از طرف آنها بر جسم می توان جسم را به صورت معلق نیز نگه داشت

اما با در نظر گرفتن این که نیروی الکترواستاتیک می تواند به طور مستقیم و بدون نیاز به سوار شدن قطعات روی جابه جا کننده های دیگر در تعلیق همه مواد از جمله رساناها، نیمه رساناها و حتی نارساناها مورد استفاده قرار گیرد، تعلیق الکترواستاتیک از بهترین روش های جابه جایی بدون تماس و بدون اصطکاک محسوب می شود به عبارت دیگر، می توان گفت امکان تعلیق مواد غیرفرومغناطیس، نارسانا و نیمه رسانا و یکی از مهم ترین ویژگی ها و مزایای استفاده از سیستم تعلیق الکترواستاتیک است. امروزه از این سیستم تعلیق در سیستم های صنعتی و برای جابه جایی قطعات میکرونی یا غیر میکرونی بسیار حساس مانند صفحات نمایش تخت و همچنین سیستم پاتاقان های میکرونی که لازم است قطعات بدون ایجاد هرگونه تماس با یکدیگر جابه جا شوند، استفاده می شود حرکت و مسیر نیرو در این روش بسیار راحت قابل کنترل می باشد اطلاعات مربوط به موفقیت مکانی قائم جسم که به وسیله ی حسگر فاصله سنج مشخص می شود تایید می شود در مرحله بعدی علامت مشخصه نشان دهنده میزان خطا وارد یک کنترل کننده می شود تا علامت مشخصه کنترل کننده بر مبنای آن محاسبه شود. این علامت به وسیله یک آمپلی فایر ولتاژ بالا، تقویت و الکترودها فرستاده می شود. در نتیجه این فرایند؛ خصوصیات نیرو فاصله اصلاح می شود و با افزایش یا کاهش فاصله میان الکترودها و جسم معلق، میزان ولتاژ و در نتیجه نیروی جاذبه الکترو استاتیک به ترتیب افزایش و کاهش خواهد یافت. در شرایط تعادل میزان نیروی جاذبه الکترواستاتیک یا نیروی جاذبه گرانش زمین برابر بوده و جسم معلق در حال تعادل، پایدار و در زیر الکترودها معلق می ماند تا اصطکاک به حداقل ممکن رسانده شده و حذف شود. بدون تردید استفاده از سیستم تعلیق الکترواستاتیک، در پاتاقان های کوچک، سیستم های جابه جایی قطعات بسیار کوچک و یا قطعات بزرگ بسیار حساس و همچنین حسگرهای دقیق می تواند بسیاری از محدودیت ها و موانع موجود را از میان بردارد.

علاوه بر این نبود اصطکاک در سیستم تعلیق الکترواستاتیک می تواند نقش بسیار مهمی در بهبود عملکرد یاتاقان ها و عملگردهایی که از این سیستم استفاده می کنند، داشته باشد. با توجه به آنچه گفته شد، می توان به این نتیجه رسید که با در نظر گرفتن این که سیستم تعلیق مغناطیسی فقط برای اجسام فرو مغناطیس مورد استفاده قرار می گیرد، سیستم تعلیق الکترواستاتیک که می تواند طیف وسیعی از مواد مختلف شامل فلزات، نیمه رساناها و نارساها را تحت پوشش قرار دهد، در مقایسه کاربرد بیشتری در حوزه صنعت خواهد داشت.

### حرکتی روان بر سطح معابر

به گفته قنبری مرداسی، در سیستم تعلیق مغناطیسی میزان جریان سیم پیچ ها بر حسب واحد اندازه گیری آمپر و در محدوده چندین آمپر و میزان گرمای ایجاد شده بر اثر جریان ادی کارنت و همچنین مقاومت سیستم بسیار بالاست. به همین علت، در سیستم تعلیق مغناطیسی، استفاده از سیستم خنک کننده لازم و ضروری خواهد بود. سیستم تعلیق الکترواستاتیک برای جابه جایی قطعات میکرونی یا غیر میکرونی که لازم است بدون ایجاد هرگونه تماس با یکدیگر جابه جا شوند، استفاده می شود اما براساس قوانین فیزیکی استفاده از سیستم تعلیق مغناطیسی در خلاء امکان پذیر نخواهد بود. این درحالی است که در سیستم الکترواستاتیک جریان های ایجاد شده در الکتروودها و جسم معلق در محدوده چندین میلی آمپر است و گرمای ایجاد شده قابل چشم پوشی است و به همین علت برای استفاده در محیط خلاء بسیار مناسب است. بنابراین آنچه گفته شد می توان به این نتیجه رسید که در تعلیق الکترواستاتیک حرارت کمتری در مقایسه با سیستم تعلیق الکترومغناطیسی ایجاد می شود. یکی از ویژگی های منحصر به فرد سیستم تعلیق الکترواستاتیک، سازگاری آن با ابزار و سیستم های میکرونی است که امروزه در بسیاری از زمینه های مختلف کاربرد این سیستم ها مورد توجه قرار گرفته است. در سیستم میکرونی و بسیار کوچک، چگالی یا جرم حجمی انرژی حاصل از نیروهای الکترواستاتیک در مقایسه با نیروهای الکترومغناطیسی به میزان بیشتری قابل دریافت خواهد بود. در سیستم های تعلیق مغناطیسی الکتروودها به صورت سیم پیچ یا آهنرباهای سه بعدی در سیستم قرار می گیرند و حال آن که الکتروودهای مورد استفاده در سیستم تعلیق الکترواستاتیک طراحی شده در کشور می توانند به صورت صفحه ای در سیستم قرار داده شوند که این ویژگی موجب سهولت استفاده از تعلیق الکترواستاتیک در سیستم های میکرونی می شود. هر فناوری همان طور که می تواند مزایای بسیاری را به همراه داشته باشد، بدون تردید بدون اشکال نیز نخواهد بود. به این معنی که هر فناوری به موازات مزایای خود، معایبی را نیز به همراه خواهد داشت و آنچه موجب جایگزینی یک فناوری جدید به جای فناوری های قبلی می شود، برتری نسبی مزایای یک سیستم نسبت به مزایای آن است. میزان ولتاژ الکتریکی مورد نیاز برای دست یافتن به سیستم تعلیق الکترواستاتیک بسیار بالاست. از سوی دیگر، به دلیل ضعیف بودن نیروهای الکترواستاتیک در مقایسه با نیروهای الکترومغناطیسی، پایداری سیستم تعلیق الکترواستاتیک در مقایسه با تعلیق الکترومغناطیسی کمتر است. شاید بتوان گفت با این که تعلیق الکترواستاتیک از ویژگی ها و مزایای منحصر به فردی برخوردار بوده، این سیستم معایبی نیز داشته که موجب شده است تا به امروز در سطح کشورهای مختلف دنیا به طور گسترده مورد مطالعه قرار بگیرد حال در خودرو نیز باید ساختار آیرودینامیک آن باید محاسبه شود مقاومت آیرودینامیکی موجب تولید نیروهای  $drag$  و  $lift$  می باشد که در حقیقت این دو نیرو مسیر حرکت نیروها را تعیین می کنند که در بالا نیز به عنوان حرکت روان نامگذاری شده است گشتاور حول محور طئلی و همینطور گشتاور حول محور عمودی که همان یاور نامیده می شود که در حقیقت تاثیر بسیار زیادی بر عملکرد خودرو دارد شکل (۱-۱) نیروی و جهت های نیرو را مشخص می کند



شکل (۱-۱) جهت نیرو در محور های مختلف را با زاویه های مختلف تقسیم بندی کرده است  
مقاومت آیرودینامیکی معمولا توسط رابطه زیر بیان می شود

$$R_a = \frac{\rho}{2} C_D A_F V^2$$

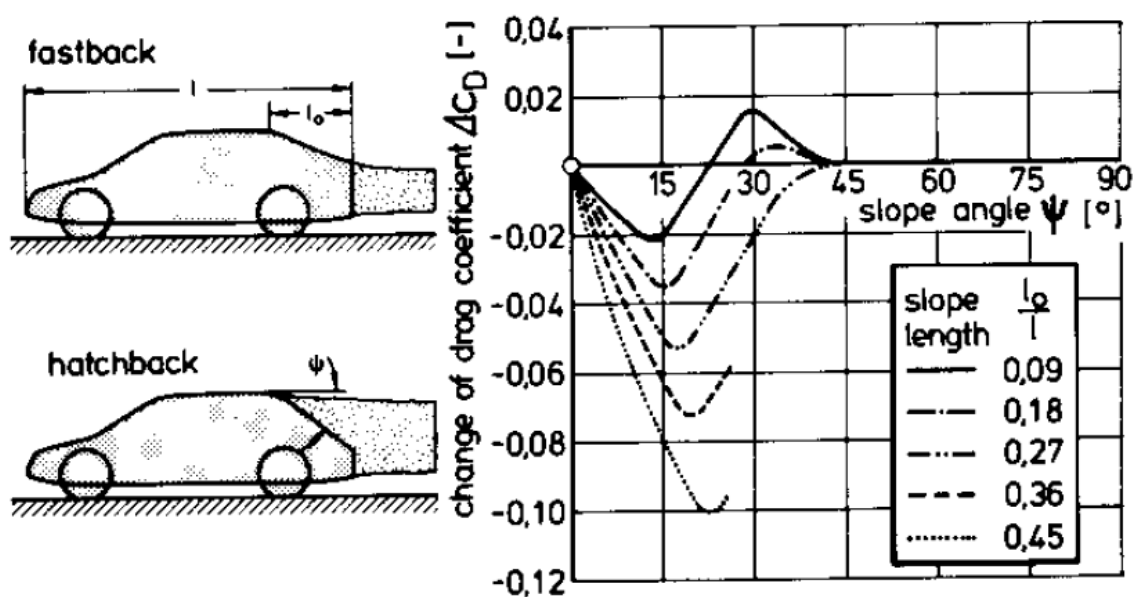
سرعت نسبی خودرو نسبت به باد

سطح تصویر شده جلوی خودرو

ضریب مقاومت آیرودینامیکی

$$R_a \propto V^2 \Rightarrow Hp \propto V^3$$

بنابراین اگر سرعت خودرو دوبرابر شود میزان توان لازم برای غلبه بر نیروی آیرودینامیکی هشت برابر می شود شکل (۱-۲) در حقیقت ساختار اصلی نموداری نیروهای وارد شده به خودرو را نشان میدهد که در آن می توان شیب خودرو را نشان داد



شکل (۱-۲)

در این پژوهش چون هدف حذف کلاچ می باشد در واقع باید یک تعریف کلی از کلاچ داشته باشیم کلاچ در حقیقت وظیفه ی قطع و وصل کردن را برعهده دارد در این نوع سیستم ها انتقال نیرو به کار گرفته می شود به طور کلی این سیستمها جهت انتقال نیرو استفاده می شوند حال برای آنکه بتوان بر روی این انتقال نیرو کنترلی را اعمال کرد، سادهترین راه استفاده از کلاچ است تا هر زمان که نیاز به توقف یا برقراری دوباره انتقال نیرو باشد، این عمل انجام پذیرد. بارزترین کاربرد کلاچ که بهترین مثال آن نیز هست، استفاده از کلاچ در اتومبیلها و وسایل نقلیه مشابه است در قرن شانزدهم میلادی برای این که بتوانند مشکلات ناشی از انتقال نیرو از دستانداز به واگن گاریها را کاهش دهند، ۴ کیسه چرمی پرباد به ۴ ستون اصلی شاسی گاری متصل می شد و به این ترتیب بدنه گاری نسبت به شاسی به صورت معلق قرار می گرفت. اگرچه این سیستم که به آن سیستم تعلیق گفته می شد، یک سیستم کاملاً فنی نبود؛ اما آزادی حرکت چرخها و بدنه را در مسیر حرکت هموار می ساخت. پس از گذشت مدت زمان کوتاهی بتدریج فنرهای نیمه بیضوی جایگزین کیسه های چرمی شدند و به این ترتیب این نوع فنرها به صورت عمومی و گسترده در انواع گاریها و واگن ها مورد استفاده قرار گرفت. با پیشرفت فناوری و ساخت خودرو، سیستم های فنی متفاوتی طراحی و ساخته شدند که راحتی و آسایش بیشتری را برای سرنشینان خودروها فراهم می کردند. امروزه نیز همچنان در تلاش هستند تا با طراحی سیستم های تعلیق جدید اصطکاک را برای همیشه از میان بردارند.

### نتیجه گیری

در تمام بخش های فیزیک می توان گفت به راحتی به نیرو در جهت های مختلف وقتی به یک محور و یک بخشی از جسم وارد می شود در حقیقت عامل اصلی حرکت می شود امروزه استفاده از نیروهای الکترومکانیک که در حقیقت شاید در گذشته به نام ها نیروهای نامرئی معروف بود باعث می شود که ما بتوانیم از محدودیت های ابزاری بکاهیم

## منابع و مراجع

۱. دینامیک خودرو

۲. بارهای وارده بر خودرو

۳. جام جم

- [۱] R. Lakes, Viscoelastic Material, pp. 58-88, Cambridge University Press, ۲۰۰۹.
- [۲] A. S. Nowick, B. S. Berry, Anelastic Relaxation in Crystalline Solids, pp. 1-۷۶, Academic Press, IN , New York, 1972.
- [۳] W. D. Nix, Mechanical properties of thin films, Metallurgical Transactions A, Vol. 20, No. 11, pp. 2217-2245, 1989.
- [۴] D. Choi, H. Kim, W. D. Nix, Anelasticity and damping of thin aluminum films on silicon substrates, Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. ۱۳, No. 2, pp. 230-237, 2004.
- [۵] L. I. J. C. Bergers, J. P. M. Hoefnagels, N. K. R. Delhey, M. G. D. Geers, Measuring time-dependent deformations in metallic MEMS, Microelectronics Reliability, Vol. 51, No. 6, pp. 1054-1059, 2011.
- [۶] S. P. Baker, R. P. Vinci, T. Arias, Elastic and anelastic behavior of materials in small dimensions, MRS Bulletin, Vol. 27, No. 1, pp. 26-29, 2002.
- [۷] K. Gall, P. Kreiner, D. Turner, M. Hulse, Shape-memory polymers for micro electromechanical systems, Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. ۱۳, No. 3, pp. 472-483, 2004.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی