

بررسی چگونگی حرکت قطار های مغناطیسی

غلامعلی شفا بخش^۱، عبدالباست رستمی^۲

Email: ghshafabakhsh@semnan.ac.ir

Email: abdolbasetrostami@yahoo.com

خلاصه

از زمانی که خصوصیات و مشخصات فنی اصلی سیستم های ریلی طرح گردیده تاکنون همواره سعی بر این بوده که مشکلات این سیستم رفع گردد و یا حتی الامکان بهبود یابد. در این زمینه تلاش های مختلفی بصورت جدی و یا به صورت مقطعی صورت پذیرفته شده است. در عصر حاضر، بیشتر توجه بر روی کاهش نیاز به تماس چرخ و ریل متمرکز شده است چرا که این امر باعث فرسودگی چرخ و ریل و ایجاد آلودگی صوتی می گردد و از سوی دیگر در میزان چسبندگی و در نتیجه اعمال توان حداکثر، محدودیت هایی ایجاد می گردد. یکی از راه حل هایی که جهت کاهش تماس چرخ و ریل به نظر می رسد، استفاده از سیستم شناوری مغناطیسی است. در این مقاله سعی شده است که چگونگی کار این نوع سیستم و قطار بررسی شود و مزایای آن نسبت به سایر قطار های مرسوم بیان گردد.

کلمات کلیدی: **maglev**، شناور سازی، نیروی کششی یا محرکه، سیستم هدایت کننده

مقدمه

Maglev (حمل و نقل شناور مغناطیسی) نوعی از حمل و نقل می باشد که قطار را به طور شناور و کاملاً جدا از زمین به وسیله نیروی الکترو مغناطیسی به طرف جلو می راند. این روش جدید سریع تر، راحت تر و مطمئن تر از روش حمل و نقل کنونی، همراه با چرخ های مرسوم می باشد. به دلیل وجود نیروی محرکه اصلی این سیستم در ریل آن، به جای خود قطار، این قطار ها بسیار سبک و کنترل آنها در سراسیسی ها بسیار آسان می باشد. ریل های استفاده شده در این سیستم از مواد سبک ساخته شده است.

تاریخچه

اولین طرح قطار مغناطیسی را رابرت گدار در نوامبر سال ۱۹۰۹ مطرح کرد. او پیشنهاد کرد که بین بستن و نیویورک تونلی ایجاد شود که در آن قطار های معلق در یک خلا جزئی با نیروی مغناطیسی به حرکت درآیند. چند سال بعد در ۱۹۱۲ میل باشد یک مهندس فرانسوی طرحی را پیشنهاد کرد که شباهت زیادی به وسیله مغناطیسی فعلی داشت. وسیله آزمایشی ۱۵ کیلو گرمی او در اثر وجود آهن ربا های برقی تغذیه شده با جریان متناوب از زمین بلند شده و به حرکت در می آمد، ولی در اثر برخورد با یکی از دیواره های آزمایشگاه از بین رفت. ۵۰ سال بعد جیمز وات بیاد آورد که دو قطب مغناطیسی همانم یکدیگر را دفع می کنند. و این زمینه ای برای رشد و پیشرفت قطار مغناطیسی شد که امروزه بتوانند با سرعت های بالا مورد بهره برداری قرار گیرند.

^۱ .استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان

^۲ .و ترابری دانشگاه سمنان دانشجوی کارشناسی ارشد راه

عملیات حرکت قطار های مغناطیسی

به طور کلی عملیات حرکت قطار مغناطیسی شامل موارد زیر می باشد .

۱-شناور سازی

۲- نیروی محرکه یا نیروی کششی

۳- سیستم هدایت کننده

شناور سازی :

در سیستم شناور سازی قطار بر روی تیر های که در بالای خطوط ریلی (خطوط راهنما) واقع است قرار می گیرد. تکیه گاههای مغناطیسی که در زیر قطار در دو طرف آن قرار گرفته به صورت الکتریکی کنترل می شوند. همچنین تکیه گاه مغناطیسی در بازوی ریل وجود دارد که دارای قطب غیرهمنام با تکیه گاه مغناطیسی قطار می باشد و این باعث شناور سازی قطار می شود. این شناور سازی باید در حدود ۱۵ سانتی متر باشد همچنین باید این نیرو که باعث بلند شدن قطار می شود با وزن قطار متعادل باشد. نیروی خیلی زیادی جهت شناور سازی لازم نمی باشد بنابراین می توان با یک نیروی مغناطیس نه چندان قوی این کار را انجام داد . قطار می تواند در حدود یک ساعت بدون نیاز به انرژی خارجی معلق بماند. در طول زمان سفر باطری های موجود در تکیه گاه های مغناطیسی به وسیله یک ژنراتور خطی شارژ می شوند .

نیروی محرکه یا نیروی کششی:

قطار های مغناطیسی هم حرکت وهم توقف آنها به وسیله یک موتور همزمان خطی کنترل می شود. تعادل موتورها به وسیله بازو های که در زیر قطار واقع شده است می باشد که این به منظور معلق سازی و کشیدن قطار در طول خط می باشد. با استفاده از تبدیلاتی در ایستگاه ها در طول مسیر موتور می تواند با تغییر دادن دامنه و فرکانس با یک جریان متناوب، قطار را به آرامی متوقف

و یا شروع به شتاب گرفتن کند

ایستگاههای که در طول مسیر موتور را

تغذیه می کنند توان ۲۳ کیلو وات را از

انرژی ذخیره شده سیستم دریافت می

کنند و آن را به نیروی محرکه قطار تبدیل

می کنند . در واقع سیستم نیروی محرکه

را می توان به صورت زیر خلاصه کرد که

به وسیله قطب های مغناطیسی که در

قطار و در ریل راهنما وجود دارد ، بر اثر

همنام بودن دو قطب مقابل همدیگر،

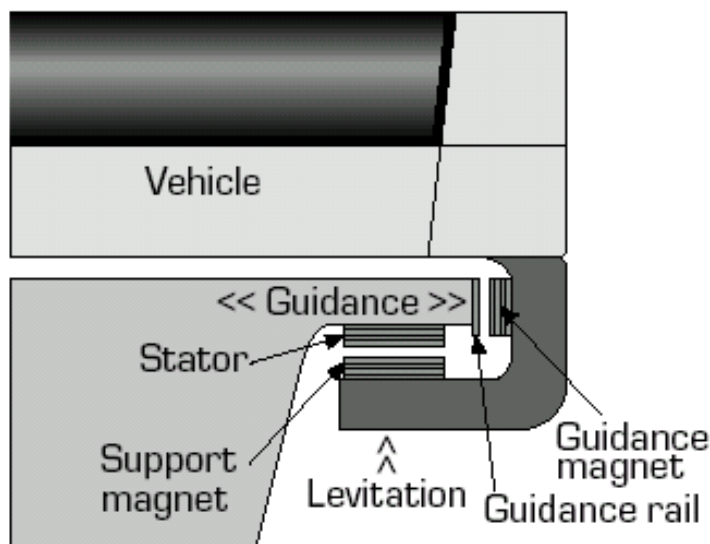
باعث دافعه و غیر همنام بودن قطب

جلوی ریل با قطار باعث جذب آن می

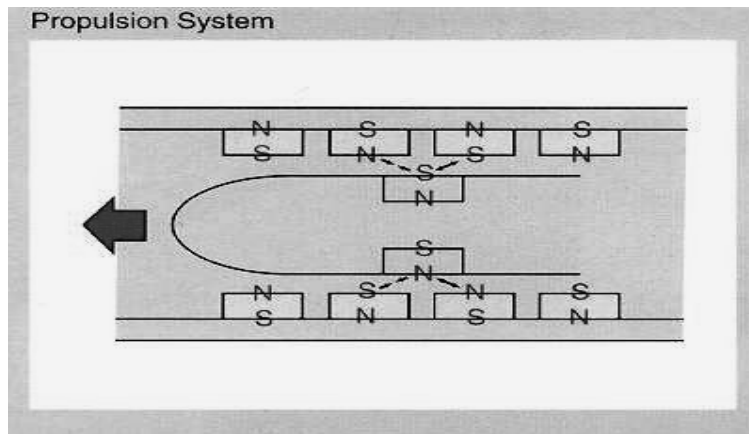
شود و در نتیجه قطار روبه جلو حرکت

کرده و در آن لحظه بار قطب عوض شده

و دوباره باعث به جلو رفتن قطار می گردد



شکل ۱- سیستم شناور سازی



شکل ۲- سیستم نیروی کششی یا محرکه

سیستم هدایت کننده :

مغناطیس های هدایت کننده در طول ریل راهنما و در دو طرف کناری قطار از حرکت های جانبی قطار جلوگیری می کنند. فاصله بین دو قطب هدایت کننده قطار وریل در حدود ۱۰ میلیمتر می باشد که این فاصله در دوطرف یک اندازه می باشد . سرعت و وضعیت قطار بر روی ریل ها توسط اتاق کنترل در قطار تنظیم می شود .

انواع سیستم های حرکت قطار مغناطیسی

در حالت کلی دو نوع ماگلوپا قطار مغناطیسی وجود دارد :

۱- سیستم تعلیق الکترومغناطیسی (EMS)

۲- سیستم تعلیق الکترو دینامیکی (EDS)

در سیستم تعلیق الکترو مغناطیسی ، قطار با داشتن الکترو مغناطیس بسیار قوی بر روی ریل فشار آورده که همین عمل باعث معلق ماندن آن می شود . این مغناطیس ها در جهت ریل تنظیم شده و به وسیله کنترل باز خورد ، میزان تعلیق را محاسبه و حفظ می نماید .

سیستم تعلیق الکترو دینامیک به شیوه دیگر عمل می کند . بدین صورت که هم ریل و هم قطار دارای مغناطیس می باشند که قطار به وسیله نیروی دافعه قطب های هم نام ارتفاع و فاصله خود را از ریل نگه می دارد.

قسمت مغناطیس قطار از الکترو مغناطیس های به هم پیوسته یا از مغناطیس های پایدار تشکیل شده است . قسمت مغناطیس ریل ها نیز از تحریک منطقه توسط سیم پیچ های مغناطیسی به وجود می آید .

در سرعت های پایین سیم پیچ های کنونی توانایی تحمل وزن قطار را دارا نمی باشند و باید برای ثبات آنها در هنگام ایست کامل و در سرعت های پایین چرخ ها و یا وسایل شبیه آن در زیر قطار وجود داشته باشند تا قطار به سرعت های بالادست یافته و از زمین جدا شود . برای این منظور سیم پیچ های به کار رفته در ریل ها ، باعث حرکت روبه جلو قطار شده و همچنین با نیروی مغناطیسی فوق العاده خود باعث تعلیق قطار می شوند . همچنین این سیم پیچ ها یک موتور طولی نیز محسوب می شوند. و حالت پیچشی آنها باعث به وجود آمدن یک جریان مداوم الکترو مغناطیسی در کل ریل می شود .

مزایا و معایب سیستم تعلیق الکترو مغناطیسی :

از مزایای این سیستم می توان مغناطیس بسیار ناچیز در درون و بیرون قطار ، تکنولوژی بالا که می توان به وسیله آن به سرعت ۵۰۰ کیلومتر در ساعت دست یافت و عدم نیاز به چرخ یا نیروی های محرکه دیگر را نام برد . از معایب آن نیز می توان به فاصله موجود میان قطار و ریل که خواهان بررسی بی درنگ توسط کامپیوتر برای ممانعت از برخورد آنها با یکدیگر می باشد اشاره کرد .

فوق هدایت گر های EDS :

مغناطیس های بسیار قوی بر روی فوق هدایتگر ها نصب شده اند که فاصله زیاد ریل از قطار که منجر به دسترسی این قطار به سرعت ۵۸۱ کیلومتر شده است را باعث شده اند و همچنین ظرفیت بار بسیار زیاد آن از مزایای این سیستم می باشد . یکی از همین قطار ها در دسامبر سال ۲۰۰۵ به صورت تبلیغی از فوق هدایتگر ها با درجه حرارت بالا در مغناطیس های خود استفاده کرد که آنها به وسیله مایع خنک کننده گران نیتروژن خنک می شدند .

از معایب این سیستم نیز می توان به عدم توانای در برقراری ارتباط های تلفنی ، عدم توانای در برقراری ارتباط مسئولین قطار به واگن مسافران به وسیله سیستم صوتی داخل کابین ها و عدم توانایی در استفاده از وسایل الکترونیکی مثل ذخیره کننده های مغناطیسی و هاردیسک به علت وجود جریان مغناطیسی بالا در قطار اشاره کرد . همچنین این مشکلات و هزینه های بالا این سیستم باعث باقی ماندن این تکنولوژی در مرحله تست شده است .

سیستم مغناطیسی پایدار EDS : از مزایای این سیستم می توان به سیستم تعلیق بدون اشکال ، عدم نیاز به قدرت برای فعال کردن مغناطیس ها ، قرار گیری منطقه مغناطیسی در زیر قطار و توانایی ایجاد مغناطیس بالا در سرعت های بسیار پایین برای تعلیق قطار نام برد . همچنین در صورت بروز مشکل ، قطار قبل از ایست کامل به صورت کاملاً آهسته و با ریتم یکنواخت سرعت خود را کم کرده تا کاملاً متوقف شود و از معایب آن نیز می توان به نیاز آن به چرخ برای به حرکت در آوردن آن در هنگام ایست کامل و تکنولوژی کاملاً جدید و در نتیجه تستی بودن آن اشاره کرد .

هیچ کدام از سیستم های فوق هدایتگر و مغناطیس پایدار قادر به تعلیق قطار در وضعیت سکون نیستند ، ولی با این حال سیستم مغناطیس پایدار قطار را در سرعت های پایین ، نزدیک به ریل نگه می دارد، ولی در هر دو آنها به چرخ در هنگام سکون و سرعت های پایین نیاز است . در حالی که EMS سیستم تعلیق الکترو مغناطیس مجهز به هیچگونه چرخ نمی باشد . نیرو محرکه :

سیستم تعلیق الکترو مغناطیسی قادر به ارائه تعلیق و نیروی پیش راننده به وسیله موتور طولی (سیم پیچ) می باشد . و این در حالی است که سیستم تعلیق الکترو دینامیکی تستی قادر به معلق ساختن قطار به وسیله مغناطیس های نصب شده بر روی خود می باشد .

پایداری :

قدرت تحمل وزن مغناطیس هایی که تنها از الکترو مغناطیس و پرمگنات در آنها استفاده شده است به اندازه کافی نمی باشد ، این تئوری را earn shaw بیان نموده است . EMS بر پایداری فعال الکترونیکی طراحی شده است . این چنین سیستم های به صورت پایدار میزان فشار وارد بر مغناطیس را اندازه گرفته و الکترو مغناطیس را تنظیم می کنند . همچنین با توجه به این که تمامی سیستم های تعلیق الکترو دینامیک سیستم های متحرک هستند تئوری earn shaw در مورد آنها صادق نمی باشد .

مقایسه بین ماگلو و دیگر قطار های مرسوم

به علت عدم وجود تماس بین ریل و قطار در قطار های مغناطیسی ، اصطکاک بسیار کمی آن هم تنها اصطکاک بدنه قطار و هوا وجود دارد . مصرف قدرت قطار های ماگلو برای هر مسافر بر کیلومتر در سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت ۰.۲۴ کمتر از قطار های معمولی در سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد . به خاطر عدم حرکت ماگلو بر روی ریل ، این قطار ها محدودیت سرعت

قطارهای معمولی را به خاطر تفرانس ریل و پیچ هارا ندارند . سرعت این قطار ها هم اکنون در بعضی موارد به ۶۵۰ کیلومتر بر ساعت نیز رسیده است و پیش بینی می گردد سرعت آنها تا ۱۰۰۰ کیلومتر بر ساعت برسد .

قطار های فوق سریع الکترومغناطیسی خواستار بودجه هنگفتی برای به تولید رسیدن هستند ،ولی می توان این هزینه را با هزینه ساخت قطار های معمولی و یا فرودگاه مقایسه کرد . ولی واقعیت دیگری نیز در مساله اقتصادی این قطار ها وجود دارد،هزینه کمتر نگهداری و تعمیر این قطار ها نسبت به قطار های معمولی می باشد که همین یکی از نکات مثبت آنها به حساب می آید .

ماگلو شرایط راحت و مناسبی را برای مسافری ایجاد می نماید چرا که عدم وجود تماس بین قطار و خط، لغزش حرکت قطار را جذب نموده و آسایش بیشتر مسافری را فراهم می نماید. مسافران در این وسیله نقلیه الکترو مغناطیسی با وجود سرعتی بالا، نسبت به سیستم های حمل و نقل دیگر ایمن تر هستند. همچنین به علت بالاتر بودن خط نسبت به سطح زمین، این اطمینان حاصل می شود که هیچ گونه مانعی بر سر راه وجود نخواهد داشت. رکوردهای ایمنی بدست آمده از قطارهای ماگلو که تا به حال مورد بهره برداری قرار گرفته اند و میلیاردها مسافر را به مقاصد خود جابجا نموده اند، بیانگر عدم وجود خسارات جانی بوده است. بر خلاف دیگر وسایل حمل و نقل، به دلیل استفاده از انرژی الکتریکی(برق)، هیچ گونه آلودگی هوا در مسیر حرکت قطار ماگلو وجود نخواهد داشت که این مساله در مناطق پر ازدحام شهری که آلودگی هوا یک مشکل عمده تلقی می گردد نقطه قوت می باشد.

کنترل از طریق انرژی الکتریکی نسبت به بسیاری از منابع سوختی دیگر آسانتر و مؤثرتر بوده و به همین علت است که در تکنولوژی غیر تماسی، نیمرخ های فولادی نورد شده و ایجاد سر و صدا وجود نخواهد داشت. با توجه به اینکه در سیستم ماگلو، چرخ وجود ندارد، این سیستم از لحاظ آلودگی صوتی ناشی از چرخ مشکلی ندارد. در تکنولوژی غیر تماسی، اتلاف انرژی به علت اصطکاک چرخ- ریل صورت نمی گیرد. وزن وسیله نقلیه نیز به علت نبودن چرخ، محور و لوکوموتیو کمتر می باشد. سیستم های ماگلو پتانسیل مناسبی را برای هماهنگی و یکنواخت ساختن رشد ترافیک فراهم می سازند. این سیستم ها تراکم و ترافیک عبور و مرور هوایی و زمینی را با جایگزینی خود کاهش می دهند. در خطوط ماگلو مساله ای بنام هزینه دسترسی به زیر ساخت مسیر وجود ندارد و این عمل بدون نیاز به هزینه انجام می پذیرد. هزینه رانندگی قطار برای سیستم ماگلو با توجه به اینکه این سیستم توسط خط و تجهیزات نصب شده در قطار بصورت اتوماتیک هدایت می گردد، وجود نخواهد داشت. هزینه تعمیر و نگهداری نیز بعلت عدم وجود تماس چرخ و ریل در مسیر، کاهش می یابد.

نتیجه گیری

دانشمندان امروزه تلاش می کنند که سرعت این قطار هارا بیشتر کنندو سعی آنها بر این است که سیستم های طراحی کنند که کمترین مقدار اصطکاک را باهوا جهت جلوگیری از کاهش سرعت را داشته باشند. امید است که این تکنولوژی نیز در کشور ما مورد بهره برداری قرار گیرد .

مراجع

[۱] Abhishek Mathur, Rajeev Mathur, A Seminar Report On Magnetic Levitation Train
Department of Electronics and Communication Engineering the University of Rajasthan, Jaipur.

[۲] H. Nakashima, K. Isoura, "Superconducting Maglev Development in Japan", Proceedings of the ۱۵th International Conference on Magnetically Levitated Systems (Maglev .۹۸), pp ۲۵-۲۸, ۱۹۹۸.

Website(s):

۳. www.fra.dot.gov/rdv/maglev/index.html
۴. www.volpe.dot.gov/enviro/pubs.html
۵. www.maglev۲۰۰۰.com
۶. www.transrapid.de/index.html
۷. www.maglev.ir