

بسمه تعالی

آشنایی با پروژه قطار
مغناطیسی در کشورهای
مختلف دنیا

ترجمه و تنظیم:

امیر اردلان داودی منجری

قطار مغناطیسی (Maglev)

قطارهای حمل و نقل مغناطیسی یا مگلو ، سیستم شناوری می باشد که توسط نیروی الکترو مغناطیس به جلو رانده و هدایت می شوند. این روش می تواند سریعتر از سیستمهای انتقال چرخ دار (قطارهای معمولی) باشد و بطور قابل ملاحظه ای به سرعتی قابل مقایسه با هواپیمای جت و هواپیمای توربین دار برسد (سرعت ۸۵۰-۵۰۰ کیلومتر بر ساعت).

اولین خط قطار مغناطیسی سریع السیر تجاری در جهان در شانگهای چین توسط کمپانی IOS به نمایش گذاشته شد که مسافران را در مسافت ۳۰ کیلومتر با سرعت متوسط ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت و با حداکثر سرعت ۴۳۱ کیلومتر بر ساعت در مدت زمان ۷ دقیقه و ۲۰ ثانیه انتقال می داد.

البته دیگر پروژه هایی در سر تا سر جهان در حال مطالعه و بررسی می باشند ، اگرچه موانع علمی ، اقتصادی ، سیاسی ، و محدودیتهایی از این قبیل ، این تکنولوژی گسترده را به عقب می اندازد.

تمام موارد علمی تکنولوژی قطارهای مغناطیسی شباهت بسیار کمی به تکنولوژی قطارهای معمولی دارد و با ریلهای مرسوم سازگار نمی باشند و این قطارها نیاز به زیر ساختهای خاصی دارند که با زیر ساختهای موجود و مرسوم سازگار نمی باشند و باید سیستم حمل و نقل کامل و خاصی برای آن طراحی شود.

اصطلاح مگلو (Maglev) فقط به وسیله اطلاق نمی شود بلکه به سیستم راه آهنی اطلاق می شود که بطور ویژه ای از نیروی محرکه مغناطیسی برای حرکت استفاده می کند.

تکنولوژی :

۲_ نوع تکنولوژی اولیه قطار مغناطیسی وجود دارد :

۱- EMS (Electro magnetic suspension) (شناوری الکترو مغناطیسی) :

که شامل نیروی مغناطیسی جاذب بین آهنرباهای تحتانی ریل برای بلند کردن قطار می باشد.

۲- EDS (Electro dynamic suspension) (شناور الکترو دینامیکی) :

که شامل نیروی دفع کننده بین دو میدان مغناطیسی برای هل دادن قطار از روی ریل می باشد.

شرح EMS :

در سیستمهای EMS حاضر ، شناور شدن قطار در بالای یک ریل فولادی در حالی است که الکترو مغناطیس ها بطور دائم و پیوسته از زیر نسبت به ریل هم جهت می شوند و آهنرباهای مغناطیسی با عوض کردن جهت های قطب ها ، معکوس کردن را کنترل می کنند تا فاصله قطار از ریل را ثابت نگه دارند.

شرح EDS :

در حالت شناوری الکترو دینامیکی ، هم ریل و هم قطار ، میدانهای مغناطیسی را اعمال می کنند و قطار بوسیله نیروی دافعه بین این میدانها شناور می شود.

میدانهای مغناطیسی در قطار ، بوسیله آهنرباهای مغناطیسی و یا بوسیله آرایش آهنرباهای دائم تولید می شوند. نیروی دافعه در قطار با القای میدان مغناطیسی در سیمها یا نوارهای رسانا در قطار بوجود می آیند.

در سرعتهای پایین شدت جریان القا شده در سیم پیچها و نتیجتاً در شار مغناطیسی به اندازه کافی بزرگ نیستند تا وزن قطار را تحمل کنند بهمین دلیل قطار باید چرخهایی داشته باشد و یا بصورت دیگری ، ارابه فرودی داشته باشد تا وزن قطار را در سرعتهای پایین تحمل کند تا قطار به سرعتی برسد که شناوری پایدار بماند.

سیم پیچهای نیروی محرک در یک شیار هدایت کننده ای می باشند تا نیرویی را در آهنرباهای قطار اعمال کنند و یک حرکت رو به جلویی در قطار ایجاد کنند.

یک شدت جریان متناوب از طریق سیم پیچ ها ، یک میدان مغناطیسی پیوسته را برای حرکت رو به جلویی در طول قطار ایجاد می کند. فرکانس شدت جریان متناوب همگام شده تا سرعت قطار را تنظیم کند.

جاسازی بین میدان اعمال شده بوسیله آهنرباها در قطار و میدان بکار برده شده ، یک نیروی به سمت جلویی را در قطار ایجاد می کند.

محاسن و موانع تکنولوژی های مختلف :

اجزای هر قطار مغناطیسی برای مسافرت ، بطور کلی در ازای مزیت ها و موانع آن می باشد. وقتی که این قاعده کلی درک شود و از نظر اجزا انتخاب شود از نظر تجارت، بازرگانی و اقتصادی هم برنده می شود.

تکنولوژی	مزیت ها	موانع
EMS	میدانهای مغناطیسی درون و بیرون وسیله مهم هستند. اثبات شده است که این تکنولوژی قابل دسترس ، می تواند به سرعت های بالا (تا ۵۰۰ کیلومتر بر ساعت) هم بدون نیاز به هیچگونه سیستم نیروی محرکه ثانویه ای دست یابد.	جداسازی بین وسیله نقلیه و شیار هدایت کننده باید بطور دائم بوسیله سیستمهای کامپیوتری کنترل و تصحیح شود تا از برخورد ناشی از ماهیت ناپایدار کشش الکترو مغناطیس جلوگیری شود.
EDS	آهنرباهای ابر رسانای on board قدرتمند و دارای مرزهای وسیعی بین ریل و قطار ، قادر هستند که سریعترین سرعت قطار را با ظرفیت بارگذاری سنگین به ثبت برسانند (تا ۵۸۱ کیلومتر بر ساعت). در دسامبر ۲۰۰۵ ، عملیات موفقیت آمیزی برای استفاده از ابر رساناهای با درجه حرارت بالا در آهنرباهای on board به نمایش گذاشته شد که با مایع بسیار ارزان و اقتصادی نیتروژن سرد شده بود.	- میدانهای مغناطیسی قوی ناشی از آهنرباهای on board ، قطار را برای مسافرینی با وسایلی چون دستگاه تنظیم ضربان قلب ، یا محیط های ذخیره اطلاعات مغناطیسی نظیر کارتهای اعتباری و (hard drive) کامپیوتر ، غیر قابل دسترسی می رساند که این ضرورت استفاده از حفاظ مغناطیسی را آشکار می کند. - برای حرکت با سرعت پایین قطار باید چرخ دار شود. - هزینه هر مایل سیستم هنوز گران است. در حالی که سیستم هنوز به مرحله اصلی نرسیده.

نه سیستم Inductrack و نه ابر رساناهای EDS قادر نیستند تا وسیله را در حالت بدون حرکت شناور کنند ، اگرچه سیستم Inductrack شناوری کمی را در سرعت‌های خیلی پایین فراهم می کنند و چرخها برای هر دو سیستم مورد نیاز می باشند (سیستم EMS چرخهای کمتری نیاز دارد).

قطارهای سریع السیر آلمان و HSST)Linimo (ژاپن و قطارهای مغناطیسی EMS)Rotem (کره ای ، در رقابت با یکدیگر می باشند که مزیت قطار سریع السیر آلمان این است که اگر شیار هدایت کننده نیروی لازم را برای حرکت قطار نداشته باشد. این قطار قادر است یک شناوری پایین در حدود سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت را تولید کند که از نیروی باتری خارجی استفاده می شود که این مزیت را آن دو قطار دیگر ندارند.

نیروی محرکه :

یک سیستم EMS می تواند هم شناوری و هم نیروی محرکه را که بوسیله موتورهای خطی on board (سیم پیچهای محرک) استفاده می شود فراهم کند. سیستم های EDS فقط می توانند قطار را شناور کنند البته با استفاده از آهنرباهای on board و نمی تواند آنرا به جلو سوق دهد و براند. همچنین وسایل نقلیه، تکنولوژی خاصی را برای نیروی محرکه نیاز دارند که استفاده از موتور خطی (سیم پیچ های محرک) نصب شده بر روی قطار ، یک راه حل است.

در مسافتهای طولانی که هزینه موتورهای خطی گران تمام می شود ، یک موتور جت یا ملخ هواپیما ، می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

پایداری :

تماسهای مغناطیسی ساکن که فقط در الکترو مغناطیس و پارامغناطیس استفاده می شود ، ناپایدار هستند.

بر اساس تئوری Earn shaw ، سیستم های EMS بر پایداری الکترونیکی فعال تکیه می کنند.

چنین سیستمهایی بطور دائم فاصله تماس را اندازه گیری کرده و نهایتاً جریان الکترو مغناطیس را میزان می کنند.

همچنین تمام سیستمهای EDS ، سیستمهای متحرکی می باشند، یعنی اینکه هیچ سیستم EDS نمی تواند قطار را شناور کند مگر در حال حرکت.

مزایا و معایب قطارهای مغناطیسی نسبت به قطارهای سنتی :

- دلیل عدم تماس فیزیکی بین خط آهن و وسیله ، هیچ اصطکاک لغزشی وجود ندارد و فقط مقاومت هوا باقی می ماند. اگرچه قطارهای مغناطیسی کشش مغناطیسی را تحمل می کنند که این در سرعتهای بالا نسبتاً کم است.

- قطارهای مغناطیسی در هر ساعت می توانند حجم زیادی از مسافران را جابجا کنند (در مقایسه با هواپیما یا آزادراه ۸ بانده) البته بدون هیچگونه آلودگی هوا در طول مسیر.

طراحی:

وزن الکترو مغناطیس های بزرگ در طراحی های EMS , EDS ، یک موضوع طراحی مهم می باشد. برای تحمل این وزن یک میدان مغناطیسی خیلی قوی نیاز است تا قطارهای حجیم را شناور سازد. بهمین دلیل در مسیر پژوهش و تحقیق از ابر رساناها استفاده می شود تا کارایی الکترو مغناطیس ها را بهبود ببخشند.

بدلیل شکل و سرعت بالای آن ، صدای تولید شده بوسیله قطارهای مغناطیسی شبیه هواپیمایی جت می باشد. این موضوع از استاندارد صدای قطارهای درون شهری (آهن بر روی آهن) بیشتر است.

در یک مطالعه ، به این نتیجه رسیده اند که اختلاف بین سطح های ناراحت کننده (پارازیت) قطار مگلو و قطارهای درون شهری در حد $5dB$ (در حدود 78% پر سر و صداتر) می باشد.

خصوصیت تجاری :

قطار مغناطیسی شانگهای با هزینه $1/2$ بیلیون دلار ساخته شد. این هزینه شامل کل هزینه های زیر ساخت نظیر تسهیلات ساختمان و آموزش اپراتورها می باشد. هر

مسافر ۶/۵ دلار و در هر روز ۷۰۰۰ مسافر جایجا می شود. این هزینه ها این مطلب را می رساند که سیستم در جبران هزینه های ساخت ناتوان است که این بیشتر از انتظار طول عمر سیستم است (حتی اگر از هزینه های اپراتورها صرفه نظر شود).

اهداف چین برای محدود کردن هزینه های ساخت و گسترش آینده خطوط مگلو، بطور تقریبی ۲/۴ میلیون دلار برای هر کیلومتر می باشد که این هزینه ها در رقابت با ساخت فرودگاه مقایسه خواهد شد.

هزینه فرودگاه هنگ کنگ ۲۰ بیلیون دلار تا سال ۱۹۹۸ و سیستم های بزرگراه بین ایالتی ۸ بانده در حدود ۵۰ میلیون دلار هزینه برای هر مایل بوده اند.

در حالی که ساخت مگلوهای سریع السیر خیلی گران هستند. در عوض اداره و نگهداری آنها ارزان تر از قطارهای سریع السیر سنتی، اتوبوسهای درون شهری و هواپیما می باشد.

اطلاعاتی از پروژه قطار مگلو شانگهای نشان می دهد که هزینه های عملیات و نگهداری با حجم نسبتاً پایین جاری ۷۰۰۰ مسافر در روز پوشیده می شود.

هزینه ساخت خط Shinkansen در ژاپن بطور تقریبی هزینه ای معادل ۸۲ میلیون دلار به ازای هر کیلومتر می باشد. این در حالیست که قطار مگلو سرعت پایین (۱۰۰ کیلومتر بر ساعت) موجود در ژاپن (Linimo, HSST)، بطور تقریبی ۱۰۰ میلیون دلار در هر کیلومتر برای ساخت آن هزینه شده است.

این قطار مغناطیسی سرعت پایین، قابل اعتماد بسیار زیادی نزد مسافری تولید می کند و صداهای کمی را بوجود می آورد و آلودگی هوای آن تقریباً در حد صفر است.

متخصصان انتظار دارند با گسترش ساخت سیستمهای مگلو در سرتاسر جهان هزینه های ساخت با ابداع روشهای ساخت جدید و بی عیب پایین بیایند.

تاریخچه سیستمهای مگلو :

- اولین مگلو ثبت شده ۱۹۴۱: اولین قطار مغناطیسی متحرک ثبت شده بوسیله موتورهای خطی (سیم پیچ های محرک)، قطار آلمانی ۷۰۷۰۳۲ بود صادر شده در ژوئن ۱۹۴۱.
- بیرمنگهام ۱۹۹۵-۱۹۸۴: اولین سیستم اتوماتیک تجاری در جهان متعلق بود به یک مگلو سرعت پایین که در مسیر مشخصی حرکت می کرد. مسیر حرکتی آن از ترمینال فرودگاه بین المللی بیرمنگهام به نزدیک ایستگاه راه آهن بین المللی بیرمنگهام بوده است. طول قطار ۶۰۰ متر بود و قطار به ارتفاع ۱۵ میلی متر از ریل بلند می شد. این قطار قریب به ۱۱ سال کار کرد اما بدلیل مشکلات از رده خارج شدن سیستمهای الکترونیکی و مکانیکی آن از رده خارج شد.
- برلین ۱۹۹۱-۱۹۸۹: در غرب برلین ایستگاه M – Bahn در سال ۱۹۸۰ ساخته شد. این سیستم مگلو، فاقد راننده با اتصال ۳ ایستگاه به طول ۱/۶ کیلومتر آغاز به کار کرد. فعالیت خط در آگوست ۱۹۸۹ آغاز شد و عملکرد آن

در ژولای ۱۹۹۱ بطور منظم آغاز شد. نهایتاً در ایستگاه U – Bahn اجرای آن پایان یافت. بعد از شکسته شدن دیوار برلین ، طرح ها و برنامه های حرکتی جدیدی وارد عرصه شد. خط M – Bahn فقط دو ماه بعد دوباره در فوریه ۱۹۹۲ شروع به کار کرد.

سیستمهای مگلو موجود در آلمان و ژاپن:

- کمپانی مگلو آلمان یک خط آهن آزمایشی در امسلند با طول ۳۱/۵ کیلومتر دارد.

- JR Maglev : ژاپن دارای یک خط نمایش تجربی در حوزه یاماناشی می باشد که این قطارها سریعتر از هر قطار چرخ دار دیگری حرکت می کنند و به سرعت ۵۸۱ کیلومتر بر ساعت می رسند. در این سیستم (نوع EDS) ، در مقایسه با الکترومغناطیس های مرسوم و نوع EMS ، فاصله بزرگتری را ایجاد می کنند.

این قطار (شینکانسن) ، بوسیله راه آهن مرکزی ژاپن (JR central) و صنایع بزرگ کاواساکی گسترش یافت که در حال حاضر سریعترین قطارهای جهان هستند که رکورد سرعت آن ۵۸۱ کیلومتر بر ساعت در اکتبر ۲۰۰۳ بوده است. اولین قطار مغناطیسی برون شهری تجاری اتوماتیک در جهان در مارس ۲۰۰۵ در آیچی ژاپن آغاز بکار کرد که دارای ۹ ایستگاه به طول ۸/۹ کیلومتر بود که از طرفی معروف به لینیمو بود.

کمترین شعاع عملیاتی این خط ۷۵ متر و بیشترین شیب آن ۶ درصد بود. نیروی مغناطیس موتور خطی (سیم پیچهای محرک) قطار را تا سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت شناور می کنند.

این قطار ها بوسیله شرکت پیشرفته Chubu HSST طراحی شده اند. همچنین یک خط آهن آزمایشی در ناگویا دارد.

برنامه MUTD اداره حمل و نقل مرکزی :

در ایالات متحده اداره حمل و نقل مرکزی (FTA) ، برای طراحی چندین پروژه قطار برون شهری سرعت پایین ، سرمایه گذاری کرده است.

HSST برای اداره مرکزی حمل و نقل مریلند و تکنولوژی مگلو برای اداره حمل و نقل کلرادو مشغول به طراحی می باشند. FTA یک سرمایه گذاری مشترک با دانشگاه کالیفرنیا را برای نمایش تجربی طراحی مگلو (M3(Magnetic Motion) و مگلو ۲۰۰۰ فلوریدا با سیستم EDS ابر رسانا آغاز کرده است.

دانشگاه Jiaotong چین :

در ۳۱ دسامبر ۲۰۰۰ میلادی ، اولین مگلو ابر رسانا در دانشگاه چین با موفقیت تست شد.

این سیستم براساس قانون علمی که جسم ابر رسانا با درجه حرارت بالا می تواند بطور پایدار در بالا یا زیر یک آهنربای دائمی شناور و یا معلق شود ، پایه گذاری شده

است. بارها بیش از ۵۳۰ کیلوگرم و فاصله شناوری بیش از ۲۰ میلیمتر بود و در سیستم از نیتروژن مایع که خیلی ارزان است برای خنک کردن ابر رسانا استفاده شده است.

قطار مغناطیسی شانگهای :

این قطار سریع السیر ساخته شده، اولین قطار مغناطیسی ریلی مرسوم با سرعت بالای مؤثر، در جهان است. در سال ۲۰۰۲ میلادی، قطار مگلو شانگهای از پایین شهر شانگهای به سمت فرودگاه بین المللی Pudong شروع به کار کرد. بیشترین سرعتی که این قطار به آن دست یافت ۵۰۱ کیلومتر بر ساعت به طول ۳۰ کیلومتر بود.

در دست ساخت :

- دانشگاه قدیمی (Dominion) :

یک راه آهن به طول کمتر از یک مایل در دانشگاه Dominion در ویرجینیا ساخته شد. اگر چه این سیستم در ابتدا بوسیله ATM ساخته شد. اما مشکلات باعث شد که کمپانی پروژه را واگذار کند و آنرا به دانشگاه ارجاع دهد. این سیستم در حال حاضر قابل استفاده نیست. هزینه ساخت این سیستم کمتر از سیستم های موجود است.

طرح ها :

اروپا : انگلستان :

گلاسکو-لندن

یک ریل مغناطیسی اخیراً در انگلستان از لندن به گلاسکو طراحی شده است. البته با چندین واریانت مختلف که از میدلندز (ناحیه صنعتی در مرکز انگلستان)، شمال غربی و شمال شرقی انگلستان می گذرد.

ادینبورگ-گلاسکو

یک ریل مغناطیسی بین فرودگاه گلاسکو و ادینبورگ در انگلستان در حال طراحی است که زمان سفر را بین دو شهر از ۱ ساعت به ۱۵ دقیقه می رساند(این کار در ژانویه ۲۰۰۸ آغاز بکار کرده است) البته هنوز تصمیم گیری نشده است که چه تکنولوژی استفاده شود.

اروپا : آلمان :

مونخ

یک خط انتقال سریع در مونخ در حال برنامه ریزی می باشد که زمان سفر را از ۴۰ دقیقه به ۱۰ دقیقه کاهش می دهد.

برلین - هامبورگ :

۲۹۲ کیلومتر خط انتقال سریع از برلین به هامبورگ در نظر گرفته شده است. فعلاً بدلیل کمبود بودجه این پروژه لغو شده است. در عوض سرعت خطوط راه آهن موجود تا ۳۲۰ کیلومتر بر ساعت برای مجموعه قطارهای ICE بهبود بخشیده شده اند.

آسیا : ژاپن :

اوساکا - توکیو : این قطار اوساکا را به توکیو متصل می سازد.

چین :**شانگهای - هانگ ژو**

چین تصمیم گرفته است که که دومین خط قطار سریع السیر به طول ۱۶۰ کیلومتر از شانگهای به هانگژو بسازد که با کنسرسیوم آلمانی درباره جزئیات ساخت و عقد قرارداد مذاکره شده است.

در ماه مارس ۲۰۰۶ وزیر اداره حمل و نقل چین به چندین روزنامه چینی غربی اظهار داشت که طرح تصویب شده است و ساخت این خط احتمالاً از اواخر ۲۰۰۶ آغاز خواهد شد و برنامه ریزی شده است که تا سال ۲۰۰۶ تمام شود. و اولین خط ریلی درون شهری مغناطیسی با سرویس دهی تجاری در جهان می باشد که این خط تا خط قطار مگلو فرودگاه شانگهای گسترش داده خواهد شد.

مالزی :

: Johor

مالزی هم تصمیم گرفته است از این قطار برای اتصال نقاط تقاطع مهم شهر استفاده کند. این ترقی برای رقابت با کشورهای همسایه مثل سنگاپور مهم خواهد بود.

آمریکا :

لس آنجلس ، جنوب کالیفرنیا – لاس و گاس

خطوط مگلو سریع السیر بین شهرهای مهم جنوب احداث می شود. این برنامه در فرض اولیه به قسمتهای I-5 تا I-15 تقسیم بندی شده بود که فدرال حکومتی تصمیم گرفت که این پروژه را از پروژه های بین ایالتی جدا کنند.

بالتیمور – واشنگتن :

این خط قطار به طول ۶۴ کیلو متر می باشد که این تقاضا برای حل مشکلات تراکم و ازدحام در آن ناحیه می باشد.

هونولولو :

در شهر هونولولو هم یک قطار برون شهری لینیمو در حال برنامه ریزی می باشد.

سان دیگو :

سان دیگو هم یک خط قطار مغناطیسی سریع السیر را برای حل مشکل انتقال مسافران به فرودگاه دور دست تحت ملاحظات در نظر گرفته است. هزینه برآوردی ، تقریباً ۱۰ میلیون دلار برای ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلومتر تخمین زده شده است. البته این بدون در نظر گرفتن هزینه ساخت فرودگاه می باشد.

مهمترین حوادث و سوانح :**۲۲ سپتامبر ۲۰۰۶ :**

در این روز یک قطار سریع السیر با یک وسیله تعمیر و نگهداری در مسیر تست در لاته (جنوب غربی آلمان) برخورد و ۲۲ نفر کشته و ۱۰ نفر زخمی بر جای گذاشت. این اولین مرگ و میر ناشی از تصادف قطار مغناطیسی بود.

۱۱ آگوست ۲۰۰۶ :

در این روز در یک قطار سریع السیر تجاری شانگهای ، به محض ترک قطار از ترمینال لونگ یانگ ، آتش گرفت .

توجه : مصرف نیرو برای دو مسافر در هر کیلو متر با قطار سریع السیر مگلو با سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت ، ۲۴ درصد کمتر از مسافرت با قطار ICE با سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.