

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شرکت مادن تخصصی حمل و نقل ریلی کشور  
Iranian Rail Transportation Company

## نسل جدید مونوریل – مونوریل هیبریدی



تهیه کننده: احمد رضا جعفریان مقدم

امور مهندسی

تیرماه ۹۰

در این مقاله سعی شده است به اختصار نسل جدیدی از سیستم مونوریل تحت عنوان مونوریل هیبریدی مورد بررسی قرار گیرد. این سیستم‌ها را به دلیل وزن بسیار کم آنها، سیستم‌های فوق سبک نیز می‌نامند. در این مونوریل‌ها از سوخت ترکیبی شامل سوخت فسیلی (گازوئیل)، انرژی الکتریکی و انرژی خورشیدی استفاده می‌شود به نحوی که در این سیستم بر خلاف مونوریل‌های دیگر از مغناطیس (آهن‌ربا)، ریل انتقال نیرو و ترانسفورماتورها خبری نیست. در واقع مونوریل هیبریدی یک سیستم بسیار ساده با کارایی بسیار بالا است.



مونوریل نسل جدید در واقع ترکیبی از تکنولوژی الکتریکی هیبرید هوشمند<sup>۱</sup>، میکرو الکترونیک‌ها و سیستم‌های ترکشن خودکار می‌باشد که در ادامه برخی از مهمترین ویژگی‌های این سیستم مورد توجه قرار گرفته است:

۱- قرار گرفتن منبع قدرت سیستم بر روی واگن و عدم نیاز به خطوط ریلی انتقال نیرو و یا ایستگاه‌های

انتقال قدرت (خود کشش)

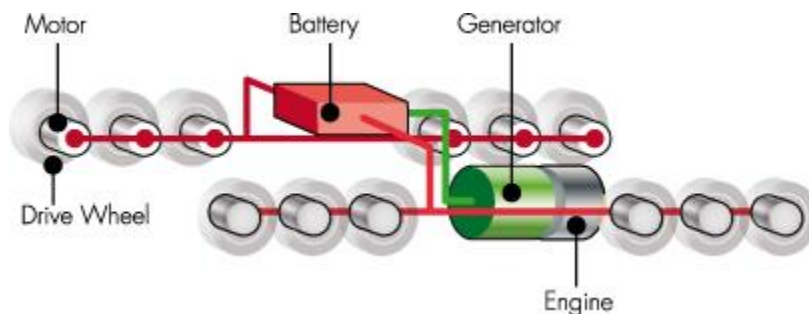
مونوریل هیبریدی دارای سیستم انتقال قدرت کاملاً الکتریکی به همراه یک واحد قدرت کمکی و یک ژنراتور می‌باشد. در این سیستم بر روی هر چرخ واگن یک موتور الکتریکی AC قرار می‌گیرد که این امر منجر به طراحی بوژی کوچکتر و فشرده‌تر خواهد شد. از طرفی کوچکتر شدن ابعاد بوژی باعث افزایش فضای داخل سالن و در

<sup>1</sup> Intelligent Hybrid Electric Technology

نتیجه افزایش ظرفیت مسافر شده و همچنین سطح کف واگن نیز به منظور ورود و خروج راحت تر مسافران در سطح پایین تری قرار گرفته است.



نمودار ( ۱ ) سیستم انتقال قدرت در مونوریل هیبریدی را نشان میدهد. در این سیستم نیروی مورد نیاز موتورهای AC با استفاده از سوخت ترکیبی ایجاد می شود و بنابراین هیچگونه نیازی به خطوط ریلی انتقال نیرو که بسیار سنگین و پرهزینه است، نخواهد بود.

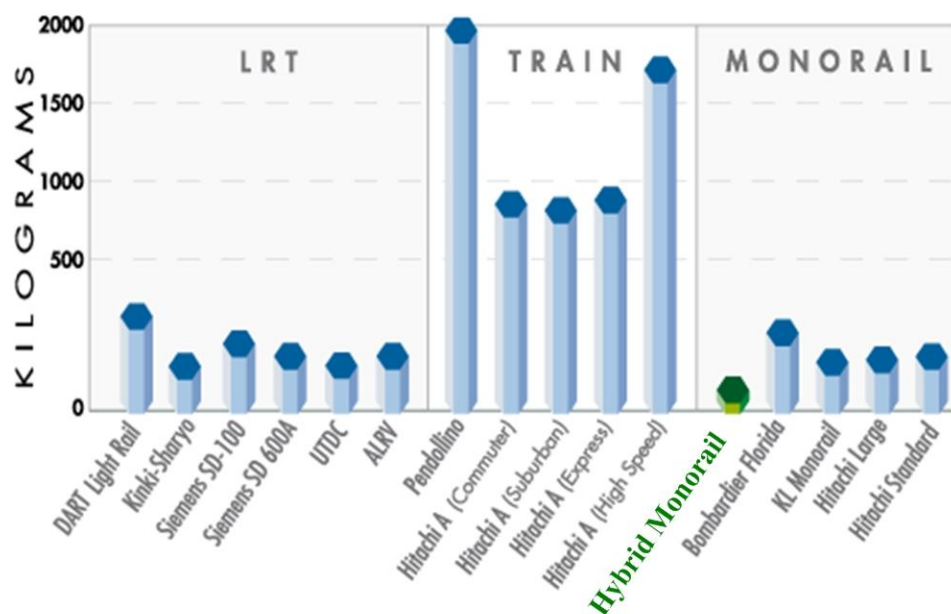


نمودار ۱: ساختار سیستم انتقال قدرت در مونوریل هیبریدی

## ۲- وزن بسیار کم سیستم مونوریل هیبریدی

با ساده تر شدن سیستم قدرت واگن ها در مونوریل هیبریدی، عملاً به سیستمی دست خواهیم یافت که دارای موتور، مخزن سوخت و تجهیزات ترکشن سبک تر و کوچکتر می باشد. بنابراین سیستم مونوریل هیبریدی دارای

وزن بسیار کمتری نسبت به سایر سیستم‌های مونوریل خواهد بود. همچنین در برخی از سیستم‌های مونوریل نسل جدید به منظور افزایش استحکام و از طرفی کاهش بیشتر وزن سیستم، بدنه واگن‌های از کامپوزیت کربنی استفاده شده است. نمودار (۲) وزن سیستم مونوریل هیبریدی را نسبت به سایر سیستم‌های مونوریل و سیستم‌های LRT مقایسه کرده است. براساس نتایج نمودار فوق مونوریل نسل جدید، سبک‌ترین نوع سیستم ریلی درون شهری است.

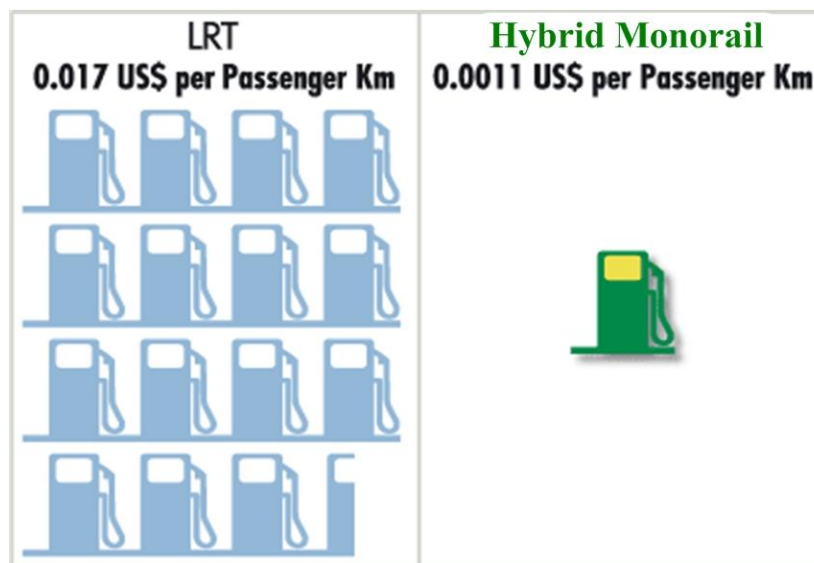


نمودار ۲: مقایسه وزن سیستم مونوریل هیبریدی نسبت به سایر سیستم‌های مونوریل (اعداد بر حسب کیلوگرم)

۳: میزان آلودگی بسیار ناچیز (در حد صفر)

همانطور که اشاره شد، سیستم مونوریل هیبریدی از سوخت ترکیبی بهره می‌گیرد که این امر از طرفی باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها شده و از طرفی نیاز به سوخت فسیلی را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین در برخی از این سیستم‌ها، امکان استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد که این امر منجر به ایجاد سیستم سبز نوین می‌شود.

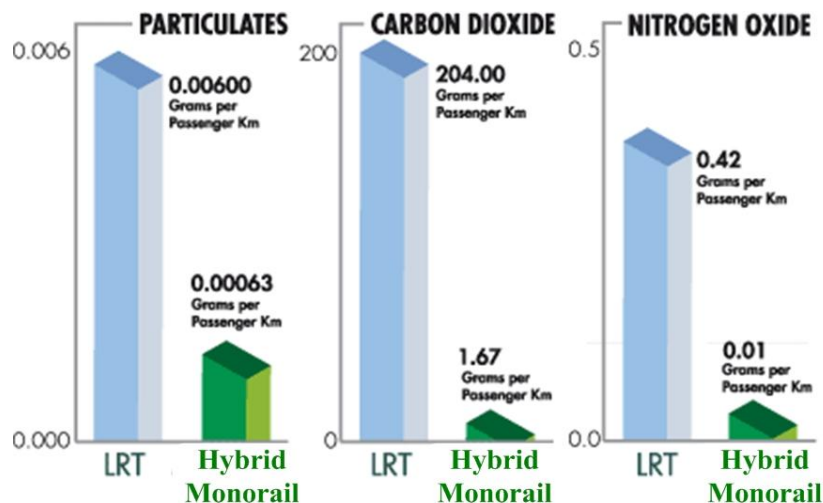
از طرفی در مونوریل هیبریدی، بر روی سیستم ترمز واگن، مبدل‌هایی قرار دارد که انرژی جنبشی حاصل از حرکت واگن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. این انرژی به منظور شتاب گرفتن مجدد واگن در آغاز حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ویژگی سیستم، نیاز به سوخت را بسیار کاهش خواهد داد. زیرا در مرحله شتاب گرفتن نیاز به انرژی اولیه بسیار بزرگی است که مصرف سوخت را به شدت افزایش می‌دهد. نمودار (۳) میزان سوخت مورد نیاز مونوریل هیبریدی در مقایسه با سایر سیستم‌های LRT نشان داده است. کاهش نیاز به سوخت منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها خواهد شد.



نمودار ۳: مقایسه میزان سوخت مورد نیاز مونوریل هیبریدی و سیستم‌های LRT

(اعداد بر حسب دلار بر مسافر کیلومتر)

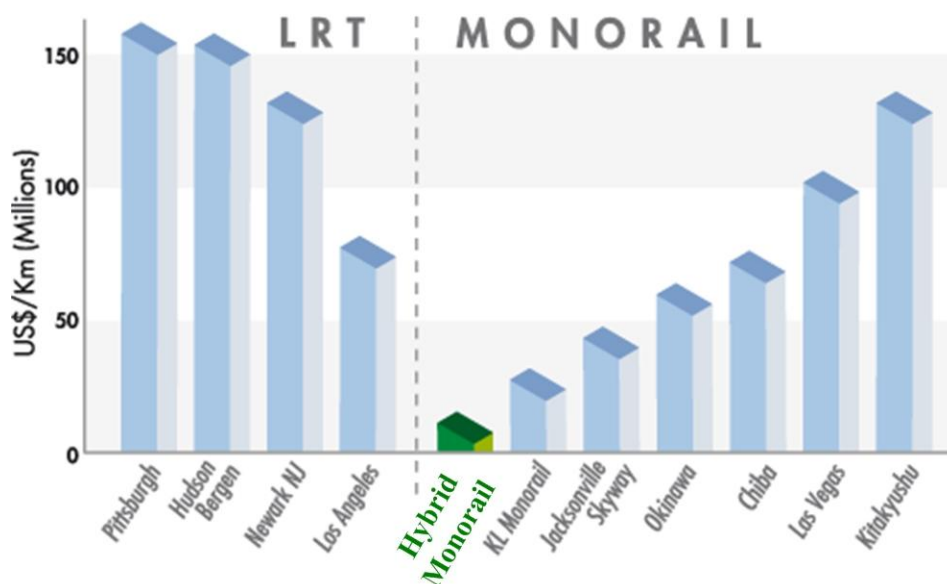
بنابراین در مونوریل هیبریدی تمام تکنولوژی‌های پیشرفته موجود به منظور به صفر رساندن میزان انتشار آلودگی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. نمودار (۴) میزان انتشار انواع آلاینده‌ها در سیستم مونوریل هیبریدی و LRT را مقایسه کرده است.



نمودار ۴: مقایسه انتشار آلاینده‌ها بین سیستم هیبریدی و LRT (اعداد بر حسب گرم بر مسافر کیلومتر)

۴: کاهش در هزینه‌های اجرای و هزینه‌های عملیاتی پائین

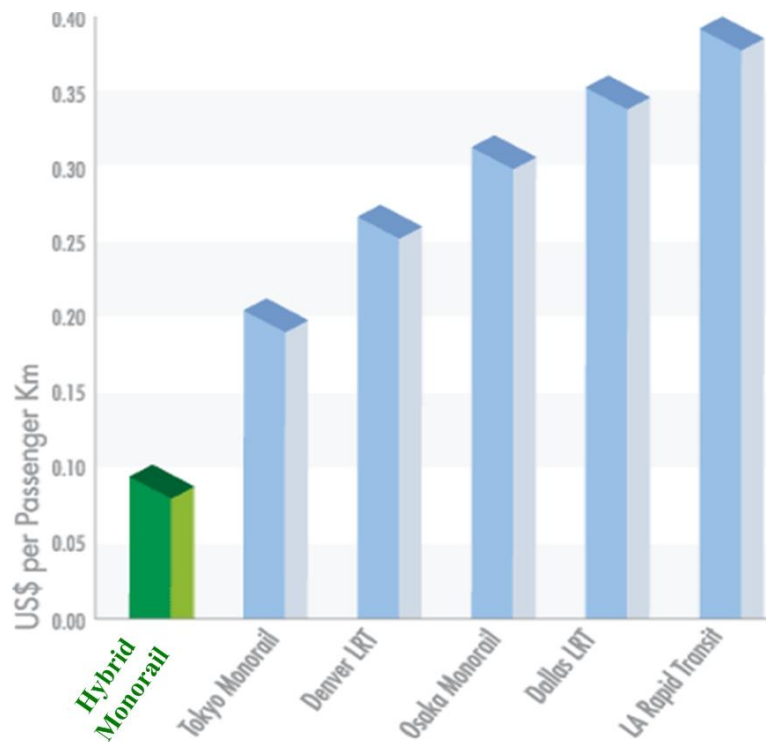
با توجه به تجهیزات بسیار کم و سبک مونوریل هیبریدی، زمان لازم برای پیاده‌سازی این سیستم در حدود ۴ الی ۲۴ ماه است. بنابراین سرعت اجرا در این سیستم بسیار بالا است. از طرفی تجهیزات ساده سیستم خود منجر به کاهش هزینه‌های اجرای پروژه هیبریدی شده است. نمودار (۵) هزینه‌های ساخت در سیستم هیبریدی و سایر سیستم‌های مونوریل و LRT نشان داده است. نمودار فوق نشان از هزینه‌های ساخت بسیار پائین سیستم هیبریدی در مقایسه با سایر مونوریل‌ها دارد.



نمودار ۵: مقایسه هزینه‌های ساخت در سیستم هیبریدی و سایر سیستم‌های مونوریل و LRT

(اعداد بر حسب میلیون دلار بر کیلومتر)

از طرفی سیستم ساده مونوریل هیبریدی منجر به کاهش در هزینه‌ها از جمله هزینه‌های تعمیر و نگهداری، هزینه‌های پیاده‌سازی و مونتاژ قطعات سیستم می‌شود. نمودار (۶) متوسط هزینه‌های لازم برای تعمیر و نگهداری سیستم مونوریل هیبریدی در مقایسه با سایر سیستم‌های مونوریل نشان داده است.



نمودار ۶: متوسط هزینه‌های تعمیر و نگهداری مونوریل هیبریدی در مقایسه با سایر سیستم‌های مونوریل و LRT (اعداد بر حسب دلار بر مسافر کیلومتر)

بنابراین با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین، امکان ساخت و بهره‌برداری از سیستم‌های حمل و نقل دوست‌دار محیط زیست، کارا و ایمن وجود دارد.