

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پایان نامه دوره کارشناسی ناپیوسته مهندسی برق
گرایش قدرت

موضوع:

بررسی سیستم های حمل و نقل ریلی (قطار شتری)

فرستنده:

داود شاکری



برای خرید فایل word این پروژه **اینجا کلیک** کنید.

(۱) = (۱)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

شهریور ۱۳۹۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به نام خدا

با سپاس فراوان از ایزدمنان که این توفیق را عطا نمود تا با گذراندن دوره دوساله کارشناسی ناپیوسته گام دیگری در جهت کسب علم و دانش بیشتر بردارم و با تشکر بی پایان از استاد گرامی و بزرگوار که در آماده سازی و رفع موانع موجود در پروژه نهایت همکاری و مساعدت را داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و توفیق روزافزون را در راه خدمت به میهن عزیزم و آرمانهای آن از خداوند متعال آرزومندم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تقدیم به:

تمامی کسانی که در راه علم و معرفت
تلash می کنند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده

توسعه همه جانبه و روز افزون تکنولوژی، اینمی بیشتر، هزینه حمل و نقل کمتر، مصرف پایین تر انرژی و لذا آثار مخرب زیست محیطی کمتر و نیز بالاتر بودن طرفیت حمل در سیستم های مختلف حمل و نقل ریلی نسبت به دیگر سیستم های حمل و نقل، روند استفاده از آن ها در اغلب کشور های پیشرفته و در حال توسعه را شتاب بیشتری داده است.

در این پایان نامه ابتدا در فصل اول سیستم های حمل و نقل ریلی جهت آشنایی با این سیستم ها معرفی شده اند و در فصل دوم اجزاء اصلی این وسائل نقلیه تشریح شده است.

با توجه به اهمیت ترمز در این سیستم ها فصل سوم به این موضوع اختصاص یافته است.

در فصل چهارم سیستم تغذیه الکتریکی که در آن انواع شبکه های تغذیه و روش های برق رسانی و منابع آن اهمیت زیادی دارد مورد بررسی قرار گرفته است و در فصل پنجم ، خوردنگی ناشی از جریان سرگردان بحث شده است.

برای آشنایی با هزینه ها در صنعت ریلی این موضوع نیز در فصل ششم بررسی شده است.
در انتها نیز چگونگی حفاری تونل قطار شهری ضمیمه شده است، همچنین یک CD حاوی نقشه های الکتریکی ایستگاه شماره ۸ قطار شهری مشهد و طرز کار منوریل و قطار مغناطیسی ضمیمه شده است.

صفحه

فهرست مطالب

عنوان

فصل یکم- آشنایی با سیستم های حمل و نقل ریلی برقی	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تاریخچه	۲
۳-۱- انواع مختلف سیستم های حمل و نقل ریلی	۴
۳-۱-۱- سیستم حمل و نقل ریلی سنگین.....	۴
۳-۱-۲- سیستم حمل و نقل حومه ای.....	۵
۳-۱-۳- سیستم حمل و نقل ریلی هدایت شده	۵
۳-۱-۴- واگن مسافری اتوماتیک.....	۵
۳-۱-۵- سیستم مونوریل	۵
۳-۱-۶- سیستم حمل و نقل ریلی سبک شهری	۸
۴-۱- قطار های سریع السیر	۱۰
فصل دوم- اجزاء اصلی وسائل نقلیه ریلی ، خطوط ریلی و دینامیک حرکت قطاره	۱۲۱
۴-۱- مقدمه	۱۲
۴-۲- انواع مختلف وسائل نقلیه	۱۲
۴-۲-۱- اجزاء اصلی واگن ها	۱۴
۴-۲-۲- سیستم ترمز هوایی واگن ها و لکوموتیوها	۲۰
۴-۲-۳- اجزاء اصلی لکوموتیوها	۲۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۵	۶-۲-۲- اصطلاحات و تعاریف مربوط به خطوط ریلی
۲۶	۷-۲- دسته بندی خطوط ریلی از نظر سازه خط
۲۶	۷-۱- خطوط با بالاست
۲۷	۷-۲- خطوط بدون بالاست
۲۷	۸-۲- ویژگی ها و مشخصات مختلف ریل ها
۲۹	۹-۲- نیروهای وارد بر ریل
۳۰	۱۰-۲- ادوات روسازی خطوط ریلی
۳۱	۱۱-۲- تراورس ها
۳۳	فصل سوم - ترمز و سائط نقلیه ریلی
۳۳	۱-۳- مقدمه
۳۴	۲-۳- انواع مختلف سیستم های ترمز و سائط نقلیه ریلی
۳۴	۱-۲-۳- سیستم های ترمز سایشی
۳۴	۲-۲-۳- سیستم های غیر سایشی
۳۵	۳-۲-۳- سیستم های ترمز ترکیبی
۳۵	۳-۳- پارامتر های موثر بر چگونگی دینامیک طولی قطارها
۳۶	۱-۳-۳- نقش ترمز و چگونگی اعمال آن در دینامیک طولی قطارها
۳۶	۲-۳-۳- متفاوت بودن سیستم ترمز واگن های تشکیل دهنده قطارها
۳۶	۳-۳-۳- تاخیر زمانی در انتقال سیگنال ترمز به واگن های متواالی در طول قطارها
۳۶	۴-۳-۳- مناسب نبودن سیستم تنظیم نیروی ترمزی در قطارها
۳۷	۴-۳- انتقال نیرو در اهرم بندی سیستم های ترمز هوایی واگن ها
۳۷	۴-۴-۳- محاسبه نسبت اهرم بندی سیستم های ترمز هوایی واگن ها
۳۷	۴-۴-۳- ضریب راندمان اهرم بندی ترمز
۳۸	۵-۳- محاسبه خط ترمز و سائط نقلیه ریلی
۳۸	۶-۳- تأثیر طول قطار بر خط ترمز
۳۸	۷-۳- تعیین خط ترمز با استفاده از روابط تجربی
۴۱	۸-۳- تعیین خط ترمز با استفاده از شیوه سازی کامپیوتری
۴۳	فصل چهارم- سیستم تغذیه الکتریکی در سیستم های حمل و نقل ریلی
۴۳	۱-۴- مقدمه
۴۴	۲-۴- آشنایی با تعاریف و تجهیزات مورد استفاده در برق قدرت
۴۷	۳-۴- انواع شبکه تغذیه قطار برقی
۴۸	۴-۴- روش های برق رسانی به قطار
۴۸	۴-۴-۱- شبکه بالا سری
۴۸	۴-۴-۲- ریل سوم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴۸	- مزایا و معایب شبکه بالا سری و ریل سوم	۴-۵
۴۹	- انرژی برق در مترو.....	۴-۶
۴۹	-۱- مصرف کننده های الکتریکی داخل یک ایستگاه مترو	۴-۶-۱
۵۰	-۲- سیستم برق تراکشن	۴-۶-۲
۵۲	-۳- منابع تامین برق ایستگاه.....	۴-۷
۵۳	-۴- روشانی ایستگاه.....	۴-۸
۵۳	-۵- اثرات نامطلوب ناشی از اجرای سیستم برق	۴-۹
۵۴	-۶- حفاظت در مقابل صاعقه	۴-۱۰
۵۴	-۷- انواع پست ها	۴-۱۱
۵۴	-۸- مقایسه روش های گوناگون برق رسانی در سیستم حمل و نقل ریلی	۴-۱۲
۵۵	-۹- مقایسه بین روش های برق رسانی	۴-۱۳
۵۶	-۱۰- آماده سازی توان الکتریکی برای قطار	۴-۱۴
۵۶	-۱۱- آشنایی با سیستم های U.P.S	۴-۱۵
۵۹	-۱۲- سیستم های تهویه	۴-۱۶
۵۹	-۱۳- انتخاب نوع موتور	۴-۱۷
۵۹	-۱۴- مشخصه های سرعت - گشتاور موتورهای الکتریکی	۴-۱۸
۶۰	-۱۵- مقایسه موتورهای جریان مستقیم سری و شنت برای قطار برقی	۴-۱۹
۶۰	-۱۶- کاربردهای موتورهای القابی و جریان مستقیم سری	۴-۲۰
۶۰	-۱۷- مقایسه موتورهای القابی و جریان مستقیم سری	۴-۲۱
۶۰	-۱۸- موتور خطی	۴-۲۲
۶۱	-۱۹- ترکشن موتور	۴-۲۳
۶۲	-۲۰- اجزاء و ساختمان قطار شهری مشهد (خط ۱)	۴-۲۴
۶۳	-۲۱- سیستم های الکتریکی اصلی قطار شهری مشهد	۴-۲۵
۶۴	-۲۲- انواع ارتباطات برقی در قطار	۴-۲۶
۶۵	-۲۳- تجهیزات الکتریکی سقف	۴-۲۷
۶۵	-۲۴- سایر اجزاء قطار	۴-۲۸
۶۵	-۲۵- ۱- بدن و تزئینات داخلی	۴-۲۸-۱
۶۵	-۲۶- ۲- کوپلر و آرتیکولیشن	۴-۲۸-۲
۶۷	-۲۷- ۳- اتصال الکتریکی بین واگن ها	۴-۲۹
۶۸	-۲۸- ۴- اتصال زمین واگن ها	۴-۳۰
۶۸	-۲۹- ۵- بخش های مختلف شبکه برق بالاسری در پروژه قطار شهری مشهد	۴-۳۱
۶۸	-۳۰- ۶- شبکه برق بالا سری مسیر باز	۴-۳۱-۱
۶۹	-۳۱- ۷- شبکه برق بالا سری داخل تونل	۴-۳۱-۲

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶۹	۳-۳-۴- شبکه برق بالا سری در دپوها.....
۶۹	۴-۳-۲- تجهیزات شبکه برق بالا سری O.C.S
۷۰	فصل پنجم - خوردگی ناشی از جریان های سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی برقی ۷۰
۷۰	۵-۱- مقدمه.....
۷۱	۵-۲- جریان های سرگردان DC
۷۱	۵-۱- منابع جریان سرگردان DC استاتیک
۷۲	۵-۲- منابه جریان سرگردان DC دینامیک
۷۲	۵-۳- جریان سرگردان AC
۷۲	۵-۴- خوردگی ناشی از جریان های سرگردان
۷۳	۵-۵- خاک از نظر هدایت الکتریکی
۷۴	۵-۶- اثرات جریان های سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی برقی
۷۵	۵-۷- استانداردها
۷۵	۵-۸- عوامل موثر بر مقدار جریان های سرگردان در سیستم قطار برقی
۷۶	۵-۹- تأثیر نوع جریان سرگردان بر پدیده خوردگی
۷۶	۵-۱۰- تأثیر خواص متالوژیکی و جنس ادوات خط در خوردگی جریان های سرگردان
۷۶	۵-۱۱- بررسی آماری خسارت ناشی از جریان های سرگردان
۷۸	۵-۱۲- بررسی مطالعات موردنی سیستم های حمل و نقل ریلی از نظر عوارض جریان های سرگردان
۷۹	۵-۱۳- هزینه های ناشی از جریان های سرگردان
۸۰	۵-۱۴-۱- کنترل جریان سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی برقی
۸۰	۵-۱۴-۲- اضافه کردن مقطع ریل ها
۸۰	۵-۱۴-۳- ایجاد پیوند عرضی
۸۰	۵-۱۴-۴- کاهش فاصله بین پست ها
۸۱	۵-۱۴-۵- جوشکاری ریل ها به یکدیگر
۸۱	۵-۱۴-۶- افزایش مقاومت بین ریل و زمین
۸۱	۵-۱۴-۷- حداقل کردن مقاومت الکتریکی ریل برگشت جریان
۸۱	۵-۱۴-۸- استفاده از تجهیزات کنترل پتانسیل ریل
۸۱	۵-۱۴-۹- آب بندی ریل ها
۸۲	۵-۱۴-۱۰- استفاده از سیستم دارای اتوترانس
۸۳	۶-۱- فصل ششم - قیمت ها و هزینه ها در صنعت ریلی
۸۳	۶-۲- مقدمه
۸۳	۶-۳- نظرات مقدماتی
۸۴	۶-۴- زیر بنایها و تجهیزات ثابت
۹۰	۶-۵- ناوگان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۹۶	..... ۵-۶- مصرف انرژی کششی
۹۶	..... ۵-۶- ۱- کشش الکتریکی
۹۷	..... ۵-۶- ۲- کشش دیزل
۹۸	..... پیوست ۱
۱۱۲	..... پیوست ۲
۱۱۳	..... منابع و مراجع



فهرست شکلها

صفحه

عنوان

۴	..... شکل ۱-۱ خطوط ریلی زیرزمینی (مترو)
۵	..... شکل ۲-۱ سیستم مونوریل در حالت استردادل
۵	..... شکل ۳-۱ سیستم مونوریل در حالت آویز
۹	..... شکل ۴-۱ قطار سبک شهری LRT
۱۰	..... شکل ۵-۱ تراموا
۱۰	..... شکل ۶-۱ لکوموتیو با دو سیستم تغذیه
۱۶	..... شکل ۱-۲ یک نوع بوژی مسافری با سیستم های تعليق اولیه و ثانویه
۱۷	..... شکل ۲-۲ یک نوع بوژی باری با سیستم تعليق اولیه
۲۶	..... شکل ۳-۲ نمونه خط با بالاست
۳۱	..... شکل ۴-۲ پابند و سلو
۶۳	..... شکل ۱-۴ ماژول های قطار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸۶	..... شکل ۶-۱- خط راه آهن
۹۲	..... شکل ۶-۲- لکوموتیو دیزل

فهرست جداولها

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱ ظرفیت مسافر براساس هدوی (سر فاصله) از ۲ تا ۴۸

جدول ۱-۲- مقایسه بوژی های مختلف از نظر مشخصات عمدۀ عملکردی	۱۸.....
جدول ۲-۲- مقایسه سیستم های کشش لکوموتیوهای دیزل - الکتریکی و لکوموتیوهای الکتریکی	۲۳.....
جدول ۳-۲- اجزاء اصلی تشکیل دهنده با بالاست و خطوط بدون بالاست	۲۷.....
جدول ۱-۳- مقادیر ضریب C1 مربوط به روابط (۱) و (۲)	۳۹.....
جدول ۲-۳- مقادیر ضریب C1 مربوط به روابط (۱) و (۲)	۴۰.....
جدول ۳-۳- مقادیر ضریب Ψ مربوط به روابط (۱) و (۲)	۴۰.....
جدول ۱-۵- میزان خوردگی فلزات در اثر عبور جریان یک آمپری در طول یک سال	۷۳.....
جدول ۲-۵- ارتباط میزان خوردگی با مقاومت الکتریکی خاک	۷۴.....
جدول ۳-۵- صنایع اصلی آمریکا (در سال ۱۹۹۸ میلادی) هزینه های سالیانه ناشی از خوردگی تاسیسات فلزی	۷۷.....
جدول ۴-۵- هزینه های ناشی از خوردگی تاسیسات فلزی ژاپن (در سال ۱۹۹۷ میلادی)	۷۸.....
جدول ۵-۵- اطلاعات عمومی در رابطه با سیستم های مختلف حمل و نقل ریلی مورد مطالعه	۸۰.....
جدول ۱-۶- سرمایه گذاری ها زیر بنا	۸۴.....

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۲-۶- حمل و نقل ناخالص در هر خط نسبت به مقطع ریل.....	۸۶
جدول ۳-۶- حمل و نقل ناخالص در هر خط نسبت به حداکثر سرعت	۸۷
جدول ۴-۶- سرمایه گذاری شبکه بالاسری	۸۷
جدول ۵-۶- کشش الکتریکی (قطار مسافری)- میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش	۹۶
جدول ۶-۶- کشش الکتریکی (قطار باری)- میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش	۹۶
جدول ۷-۶- کشش دیزل (قطار مسافری)- میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش	۹۷
جدول ۸-۶- کشش دیزل(قطار باری)- میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش	۹۷

لیست علائم و اختصارات

m	متر (Meter)
mm	میلیمتر (Millimeter)
Km	کیلومتر (Kilometers)
V	ولت (Volt)
KV	کیلو ولت (Kilo Volt)
A	آمپر (Ampere)
H	هرتز (Hertz)
KW	کیلووات (Kilo Watt)
MW	مگاوات (Mega Watt)
AC	برق متناوب
DC	برق مستقیم
UPS	برق اضطراری
UIC	اتحادیه بین المللی راه آهن ها
KE	شرکت کنور
CWR	خط با ریل های متعدد
ACU	واحد کنترل اتوماتیک
TCU	واحد کنترل کشش
Diallux	نرم افزار مشخص کردن لوکس محیط
Motor Bogie	موتور بوژی
Motor Car	موتور ماشین
Trailer Bogie	تریلر بوژی
on line	روی خط
on line	روی خط
off line	خارج از خط
Standby	آماده به کار
Core	هسته

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Q	توان راکتیو
L	سلف
C	حازن



فصل یکم - آشنایی با سیستم های حمل و نقل ریلی برقی

۱-۱- مقدمه

ایجاد خطوط مترو در کلان شهرها و شهرهای بزرگ، امروز از ملزومات توسعه پایدار سیستمهای حمل و نقل عمومی است. تأثیر این وسیله حمل و نقل در حل معضلات ترافیکی شهرها و جایگاه با اهمیت آن، به وضوح نمایان است. به ویژه آنکه، لاینحل باقی ماندن مسائل ترافیک، تبعات منفی نظیر افزایش انواع آلودگی های زیست محیطی، اتلاف منابع با ارزش سرمایه ای و مهمترین از آن اثرات مخربی بر سلامت انسان به دنبال دارد.

در یکی دو دهه اخیر شاهد رشد و پیشرفت های قابل توجه در سیستم های حمل و نقل ریلی بوده ایم. بطوریکه بی تردید می توان قرن جدید میلادی را قرن ظهور شگفتی ها و تحولات مهم خیره کننده در حمل و نقل ریلی دانست. در حال حاضر سریع السیر ترین وسائط نقلیه ریلی مسافری جهان در کشورهای فرانسه و ژاپن ساخته می شوند.

در سیستم های حمل و نقل ریلی جدید خطوط و ناوگان (وسائط نقلیه و راهبری آنها) از نظر اندرکنش دینامیکی اهمیت بالایی دارند. نوع و کیفیت خطوط ریلی نقش مهمی در این رابطه بازی می کنند. خطوط ریلی از نظر رنج سرعت به گروه های مختلف خطوط سرعت پایین، سرعت متوسط، سرعت بالا و سرعت خیلی بالا تقسیم می شوند. سرعت حرکت قطارها از نظر راحتی سیر و حرکت، نیروهای مقاوم و اندرکنش دینامیکی چرخ و ریل پارامتر تعیین کننده ای می باشد. ضمن اینکه باید اشاره داشت که در هر رنج سرعت الزامات و ضرورت های کنترل از مرتبه خاصی برخوردار است. برای مثال در خطوط سرعت پایین معمولاً کنترل حرکت وسائط نقلیه ریلی به صورت دستی و فرمان های صادره به صورت صوتی از یک خدمه به خدمه دیگر انجام می پذیرد. در صورتی که در خطوط سرعت متوسط حرکت وسایل نقلیه ریلی به صورت دستی ولی با استفاده از علائم و تابلوهای قابل رویت و نیز با استفاده از سیستم اینتلراکینگ مجاز می باشد. در خطوط سرعت بالا علاوه بر این موارد باید سیستمهای علائم اتوماتیک مستقر در کابین و نیز سیستم های کنترل اتوماتیک قطار (ATC) بکار گرفته شود. در خطوط سرعت خیلی بالا استفاده از تجهیزات پیچیده تری نظیر سیستم های کنترل حفاظت قطار (ATP) یک ضرورت اساسی است.

یکی از انواع حمل و نقل که در کاهش ترافیک بسیار موثر و با توجه به ارزش آن در تمام جهان در حال توسعه است حمل و نقل ریلی می باشد که به دو بخش تقسیم می شود: ۱- مترو (حمل و نقل درون شهری) ۲- راه آهن (حمل و نقل برون شهری) که در این فصل آنها را معرفی می کنیم. [۲ و ۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲- تاریخچه

آغاز به کار قطارها به سده ۱۵۰۰ میلادی باز می‌گردد در ابتدا ریل قطار از جنس چوب ساخته و واگن‌ها توسط اسپان پر قدرت کشیده می‌شد. قطار بخار در اوایل سده ۱۸۰۰ اختراع گردید.

هنگامی که ریچارد ترویتیک برای اولین بار [لوکوموتیو](#) مجهز به موتور بخار خود را روی ریل‌های فولادی به حرکت درآورد عصر قطارهای امروزی آغاز گردید. این اقدام در سال ۱۸۰۴ میلادی و در ولز جنوبی انجام شد اما کسی که در تبدیل قطار به وسیله بسیار مهم حمل و نقل عمومی نقش مهمی ایفا کرد جورج استفسون انگلیسی بود وی یک قطار تقریباً بزرگ ساخت و برای مسافران درون آن قطار خود را به لوکوموتیوی با موتور بخار مجهز کرد. امروزه هر چند هنوز هم قطارهای بخار در گوشه و کنار جهان دیده می‌شوند اما دیگر دوران آنها به پایان رسیده است. لوکوموتیوهای برقی و یا دیزلی جدید به سوخت و نگهداری کمتری نیاز دارند. قطارها به ویژه در حمل بارهای سنگین و نیز جا به جایی مسافران در مراکز شهرها دارای اهمیت زیادی هستند. اولین قطاری که وارد ایران شد ماشین دودی نامیده می‌شد و از تهران به شهر ری رفت و آمد می‌کرد. تمامی مسیر حرکت قطارها از درون اطاق کنترل تحت نظر قرار دارند. مسئول کنترل، علامت‌ها و چراغ‌های مختلف را برای اطمینان از باز بودن تمام خطها کنترل می‌کند. لوکوموتیوران قطار هم با استفاده از چراغ‌ها و درجه‌های مقابل خود با اطاق کنترل ارتباط مستقیم دارد تا از باز بودن مسیر اطمینان حاصل کند.

تاریخچه تحول قطارها: ۱۷۶۵: استاندارد عرض خطوط راه اهن ۱۴۳۵ میلی متر تعیین شد. ۱۸۰۴: اولین لوکوموتیو فعال توسط ترویتیک. ۱۸۱۴: آغاز به کار لوکوموتیو استفسون در یک معدن. ۱۸۲۵: افتتاح اولین مسیر منظم قطار بین استاکتون و دارلینگتون. ۱۸۳۰: اولین مرکز ارایه خدمات منظم به مسافران میان منچستر و لیورپول. ۱۸۳۰: اولین قطار آمریکا در کارولینای جنوبی آغاز به کار کرد. ۱۸۵۹: ساخت اولین کوپه خواب (آمریکا). ۱۸۶۳: ساخت اولین رستوران داخل قطار (آمریکا). ۱۸۶۹: راه اندازی اولین قطار زیر زمینی (مترو) در لندن. ۱۸۷۹: احداث خطوط راه اهن در سراسر آمریکا پایان یافت. ۱۸۷۹: ساخت اولین قطار برقی (آلمن). ۱۸۸۵: تکمیل خطوط راه اهن کانادا. ۱۹۲۵: ساخت اولین لوکوموتیو دیزل الکتریک (کانادا).

تاریخچه مترو:

متروهای اولیه به شکل امروزی نبودند و کاربرد متروهای امروزی را نداشتند. اولین خطوط حمل و نقل زیرزمینی در معادن به کار می‌رفتند. روی این خطوط، واگن‌های روباز چرخداری قرار داشتند که ابتدا با نیروی بدنی انسان و بعدها به کمک اسب حرکت می‌کردند. وقتی قطارهای بخار به کار گرفته شدند، خیلی زود افکار عمومی متوجه ساخت قطارهای مسافربری زیرزمینی شد. چون حرکت قطارهای بخار در تونل‌های زیرزمینی سبب انبساطه شدن گازهای مختلف در این مسیر بود، لوله‌های بزرگی را در فواصل معین، وارد تونل کردند تا عمل تهویه هوا نیز انجام شود. به این ترتیب، در روز ۱۰ زانویه ۱۸۶۳ میلادی، نخستین قطار زیرزمینی جهان در مسیری ۶ کیلومتری به حرکت درآمد، از زیر شهر لندن گذشت و مرکز تجاری شهر را به نقطه‌ای در غرب شهر متصل کرد. مترو لندن با گذشت سال‌ها گسترش یافته است و اکنون بیش از ۴۰۸ کیلومتر وسعت دارد. این مترو هر روز ۲/۵ میلیون مسافر را جا به جا می‌کند.

طولانی ترین مترو در جهان

عمر متروی لندن به بیش از یک قرن و نیم میرسد. اولین قطعه مترو این شهر در سال ۱۸۶۳ به بهره‌برداری رسید. در واقع لندن طولانی ترین خط متروی جهان را دارد.

این شهر ۴۰۸ کیلومتر مترو دارد. ۱۲ خط متروی این شهر با ۲۷۵ ایستگاه یکی از قدیمی ترین متروهای جهان است. عمدۀ حمل و نقل ریلی در این شهر توسط مترو انجام می‌گیرد و به دلیل گستردگی ایستگاهها و خطوط، تمامی شهرهوندان لندنی هر روز به طور متوسط یک بار و نیم سوار مترو می‌شوند. در واقع متروی لندن روزانه بیش از ۱۳ میلیون نفر را جابه جا می‌کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیچیده و پرازدحام

توكیو یکی از پیچیده ترین شبکه های مترو جهان را به خود اختصاص داده است این شهر که بیشترین جمعیت جهان را در خود جای داده است و بیش از ۳۳ میلیون و ۲۰۰ هزار نفر در آن زندگی می کنند دارای ۱۲ خط مترو است. طول خطوط متروی توكیو ۲۹۲ کیلومتر است و تعداد ۲۷۴ ایستگاه در آن ساخته شده است. اولین قطعه متروی توكیو در سال ۱۹۲۷ ساخته شده است. بنا بر این می توان گفت که این شهر در زمرة قدیمی ترین شهر های صاحب مترو است.

پر ایستگاه ترین مترو جهان

تقریباً یک قرن پیش بود که نیویورک صاحب اولین خط مترو شد. در سال ۱۹۰۴ اولین خط مترو در نیویورک به بهره برداری رسید. این شهر هر چند به داشتن ۳۷۱ کیلومتر شبکه حمل و نقل ریلی سنگین (مترو) شهر جهان است اما ویژگی دیگری نیز دارد. نیویورک به دلیل ایستگاههای مترو و خطوط زیاد همواره مورد توجه بوده است. وجود ۴۶۸ ایستگاه و ۲۷ خط مترو این شهر را در رده های اول جهانی قرار داده است.

تاریخچه قطار شهری در ایران

در سال ۱۳۵۰ مطالعات اجتماعی، اقتصادی و ترافیکی [شهر تهران](#) بوسیله دو شرکت خارجی صورت گرفت و پیشنهاد سیستم مختلط حمل و نقل شهری تهران (شبکه خیابانی، کمربندی و شبکه مترو) در سال ۱۳۵۳ ارائه شد.

در سال ۱۳۵۴ قانون تاسیس شرکت راه آهن شهری تهران و حومه به تصویب رسید. عملیات اجرایی خط ۱ قطار شهری تهران در سال ۱۳۵۶ آغاز و در بین سال های ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۵ متوقف شد.

خط قطار حومه ای تهران - کرج در سال ۱۳۷۷ افتتاح شد و فاز اول (فلکه دوم صادقیه - میدان امام خمینی (ره)) خط ۲ قطار شهری تهران در سال ۱۳۷۸ به بهره برداری رسید.

انجام مطالعات جامع حمل و نقل شهر اصفهان در سال ۱۳۵۵ توسط مشاور خارجی و همچنین انجام مطالعات جامع حمل و نقل شهر اصفهان توسط سازمان برنامه و بودجه استان در سال ۱۳۵۹ و انجام مطالعات جدید به مدت یکسال پس از آن توسط مشاور خارجی.

تاسیس سازمان قطار شهری اصفهان در سال ۱۳۷۰.

انجام مطالعات شهر اصفهان بمنظور تعیین مسیرهای اصلی حمل و نقل عمومی و سیستمهای حمل و نقل شهری مناسب بین سالهای ۱۳۷۱-۷۳ و انجام مطالعات امکان سنجی آن در سال ۱۳۷۴-۷۵ توسط مشاوران خارجی و همچنین آغاز عملیات اجرایی خط ۱ قطار شهری اصفهان در سال ۱۳۸۰.

طرح شدن موضوع مطالعه و احداث قطار شهری تبریز در ۱۳۶۹ برای اولین بار در مجلس شورای اسلامی.

تاسیس سازمان قطار شهری تبریز در سال ۱۳۸۰ و انجام مطالعات امکان سنجی خطوط قطار شهری تبریز در اواخر همان سال و آغاز عملیات اجرایی خط ۱ قطار شهری تبریز در سال ۱۳۸۱.

انجام مطالعات اولیه سیستم حمل و نقل عمومی شیراز در سال ۱۳۵۵ توسط مشاور خارجی و پس از آن انجام مطالعات جدید شهر شیراز در سال ۱۳۶۹ توسط جمعی از اعضاء هیئت علمی دانشگاه و تائید ضرورت استفاده از شبکه ریلی به عنوان توسعه سیستم حمل و نقل عمومی.

بازبینی مطالعات قبلی شهر شیراز در جهت تکمیل و تدوین مطالعات جامع حمل و نقل عمومی در سال ۱۳۷۸ و ارائه مسیرهای مناسب جهت راه اندازی مترو و در نهایت انتخاب و ارائه گزینه برتر از بین آنها.

تاسیس سازمان قطار شهری شیراز در سال ۱۳۸۰ و آغاز عملیات اجرایی خط ۱ قطار شهری شیراز در سال ۱۳۸۱.

انجام مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد بین سالهای ۷۳ تا ۷۸ و مطالعات توسعه شبکه حمل و نقل ریلی بین سالهای ۸۱ الی ۸۳ توسط پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

تأسیس شرکت قطار شهری مشهد در سال ۱۳۷۴ و آغاز عملیات اجرایی خط ۱ قطار شهری این شهر در اواسط سال ۱۳۷۹ و در نهایت اتمام این عملیات اجرایی بخش اول خط ۱ قطار شهری مشهد در سال ۱۳۸۶ تأسیس سازمان قطار شهری کرج در سال ۱۳۸۰.

راه اندازی خط ۱ قطار سریع السیر کرج - مهرشهر در سال ۱۳۸۳ و آغاز عملیات اجرایی خط ۲ قطار شهری کرج در اواخر سال ۱۳۸۴.

تأسیس سازمان قطار شهری اهواز در سال ۱۳۸۱ و شروع مطالعات مربوط به احداث قطار شهری در اواخر همان سال و در آغاز عملیات اجرائی خط ۱ قطار شهری اهواز در اواخر سال ۱۳۸۴.

تأسیس سازمان قطار شهری کرمانشاه در اوایل سال ۱۳۸۷ و شروع مطالعات مربوط به احداث قطار شهری در سال ۱۳۸۴ و در نهایت هم اکنون در مرحله فاز اول مطالعات می باشد.

تأسیس سازمان قطار شهری قم در اواخر سال ۱۳۸۷ و شروع مطالعات مربوط به احداث قطار شهری سال ۱۳۸۶ و در حال حاضر در مرحله تکمیل مطالعات می باشد. [۹]

۱-۳- انواع مختلف سیستم های حمل و نقل ریلی

سیستم های حمل و نقل ریلی شهری، که به عنوان سیستم های حمل و نقل مدرن و پایه ای شناخته شده اند، به شرح زیر می باشند :

۱-۱- سیستم حمل و نقل ریلی سنگین

سیستم حمل و نقل ریلی سنگین معمولاً به خطوط ریلی زیرزمینی (مترو) و نیز خطوط هوایی (متروی هوایی) اطلاق میشود. در این خطوط قطارهای الکتریکی در مسیرهای کاملاً مجزا از دیگر سیستم های حمل و نقل حرکت کرده و ظرفیت بالایی از مسافران را در اکثر ساعت شبانه روز جابجا می کنند. ایستگاههای مترو دارای ارتفاع و طول زیادی بوده و انرژی الکتریکی مورد مصرف، معمولاً از طریق ریل سوم تأمین می گردد. قابل ذکر است که اطلاق لفظ سنگین به اینگونه خطوط صرفاً بدلیل ظرفیت سنگین حمل مسافر بوده و به نوع ریل، وزن واگنها و ویژگی ایستگاه ها مربوط نمی شود.

بیشتر قطارهای متروهای جهان از ۶ تا ۸ واگن تشکیل شده اند. در هر قطار تعدادی از واگنها دارای موتور محرک و تعدادی از آنها بدون موتور می باشد. سرعت قطار در متروها معمولاً حدود ۴۰ کیلومتر در ساعت بوده و فاصله ایستگاه ها تا حدود ۲ کیلومتر نیز می رسد. ظرفیت متروها در کشورهای جهان متفاوت و بین ۷۵۰۰۰ تا ۲۷۰۰۰ مسافر در یک ساعت و در یک جهت می باشد. در ظرفیت های بالاتر، فاصله زمانی بین تردد قطارهای متواتی ۲ دقیقه و یا کمتر در نظر گرفته می شود. [۴]



شکل ۱-۱- خطوط ریلی زیرزمینی (مترو)

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ریل سوم^۱ چیست؟

ریل سوم، ریلی است که از نوع استیل با درصد کربن کم و یا ترکیبی از آلیاژ آلومینیوم که هدایت جریان برق را از طریق رسیپتور^۲ بر عهده دارد.

۱-۳-۲- سیستم حمل و نقل حومه ای

سیستم حمل و نقل حومه ای معمولاً بین سیستم حمل و نقل ریلی درون شهری و مراکز مسکونی و تجاری احداث میشوند (مثل خط ریلی تهران- کرج). از اینرو به آنها مترو لینک نیز گفته می شود. واگنها معمولاً دو طبقه بوده و سیستم محرک آنها می تواند از نوع موتورهای الکتریکی و یا دیزلی باشد. فاصله ایستگاه ها در خطوط حومه ای زیاد بوده (۳ تا ۶ مایل) و لذا سرعت حرکت از دیگر سیستمهای ریلی درون شهری بیشتر و در حدود ۸۰ کیلومتر در ساعت است. قطارهای حومه ای معمولاً برای ساعات پیک رفت و آمد برنامه ریزی می شوند. [۴]

۱-۳-۳- سیستم حمل و نقل ریلی هدایت شده^۳

ویژگی های اصلی سیستم های حمل و نقل ریلی هدایت شده آن است که قطارهای برقی، حرکت آنها اتوماتیک (بدون نیاز به راننده)، مسیرها مجزا مانند ایستگاهها حفاظت شده می باشند. همچنین به علت اتوماتیک بودن و استفاده از ریل سوم جهت تامین انرژی، نیاز به مسیر کاملاً حفاظت شده داشته و لذا معمولاً از خطوط هوایی (مرتفع) استفاده می شود. [۴]

۱-۳-۴- واگن مسافرتی اتوماتیک^۴

واگنهای مسافری اتوماتیک همانند سیستمهای ریلی هدایت شده بوده و بصورت اتوماتیک و در مسیری مجزا هدایت میشوند. این واگنها ابتدا در فرودگاه ها و پارک ها و مراکز تفریحی به منظور جلب مشتری مورد استفاده قرار می گیرد. امروزه با توجه به رشد تکنولوژی مربوطه، این سیستم در حمل و نقل شهری نیز مورد استفاده قرار می گیرد. از نقطه نظر حمل و نقل، سیستمهای (AGT) و (APM) را در یک دسته بندی جای می دهند. [۴]

۱-۳-۵- سیستم منوریل

معمولًا به هر نوع سیستم حمل و نقل ریلی که صرفا از یک ریل مستقل استفاده می کند منوریل می گویند. در این سیستم، واگن ها صرفا با استفاده از یک ریل به حرکت در می آیند. معمولاً ریل در ارتفاع قرار دارد ولی می تواند بصورت هم سطح و یا بصورت زیرگذر (تونل) نیز قرار گیرد. واگن ها می توانند بصورت آویزان از ریل و یا روی ریل (استرال) قرار گرفته و حرکت کنند. از نظر حرکت و کنترل، سیستم منوریل جزء دسته AGT قلمداد می شود.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۳- سیستم مونوریل در حالت آویز



شکل ۱-۲- سیستم مونوریل در حالت استرداد

^۱ Third Rail^۲ Receptor^۳ Automated Guide way Transit (AGT)^۴ Automated People Mover (APM)

قدرت مانور مونوریل نسبت به سیستمهای دیگر حمل و نقل بسیار بالا می باشد و می تواند به راحتی موانع را پشت سر بگذارد.

مزایای سیستم مونوریل

الف- سرعت در احداث مسیر

با توجه به فاکتورهای زیر سرعت طراحی و اجرا بالا و زمان احداث کوتاه می باشد.

- ۱- عدم نیاز به حفر تونل و اجرای مسیر روی زمین و مشخص بودن عوارض و موانع.
- ۲- امکان ساخت بسیاری از قطعات مسیر به صورت پیش ساخته (مانند تیرهای افقی).
- ۳- امکان اجرای قطعات کوچک مسیر به صورت همزمان توسط پیمانکاران متفاوت.
- ۴- عدم نیاز به تجهیزات خاص در اجرای مسیر.
- ۵- استفاده از تجهیزات جاده ای برای نصب و تعمیرات سیستمهای الکتریکی و علائمی (لازم به ذکر است که در سیستمهای مترو برای نصب و تعمیر و نگهداری شبکه بالا سری خطوط برق مجبور به استفاده از ماشین آلات بسیار گران قیمت می باشیم در حالی که در سیستم مونوریل تمام تعمیرات و نصب توسط ماشینهای چرخ لاستیکی که تقریباً تا $\frac{1}{8}$ قیمت ماشین آلات ریلی تهیه می شوند انجام می گردد).
- ۶- قابلیت اجرای مسیر توسط پیمانکاران متوسط.
- ۷- عدم تملک زمین و مشکلات مرتبط با آن در اغلب محورها.
- ۸- قدرت مانور فراوان جهت عبور از معارضین و موانع مسیر (حرکت در شیب و فراز ۶٪ و در قوس با شعاع ۴۰ متر و تغییر در فاصله ستونها).

ب- سرعت در احداث ایستگاه

ساخтар کلی ایستگاههای مونوریل شبیه پلهای مکانیزه عابر پیاده می باشد که سقف آن مانند سایبان بوده و نیاز به سیستمهای تهویه و گرمایش و سرمایش مانند مترو ندارد از طرفی با توجه به ساختار فضایی آن به راحتی می توان طول ایستگاهها را افزایش یا کاهش داد.

ج- هزینه پایین احداث مونوریل

بطور کلی بدليل عدم نیاز به حفر تونل و هزینه های بالای ایستگاه های زیرزمینی، هزینه احداث مونوریل کمتر از مترو می باشد. با این حال برخی برای مخالفت با مونوریل، با توجه به عدم اجرای آن در کشور تا سال گذشته، هزینه احداث مونوریل در کشورهای دیگر را با هزینه احداث مترو در ایران مقایسه می کردند، ولی در حال حاضر با ارائه قیمت احداث و تامین واگن و تجهیزات مونوریل در تهران، قم و مشهد توسط پیمانکار بین ۲۰ تا ۲۵ میلیارد تومان برای هر کیلومتر می توان این قیمت ها را با هزینه احداث مترو در تهران (حدود ۵۰ میلیارد تومان بر کیلومتر) و مشهد (حدود ۵۸ میلیارد تومان بر کیلومتر برای خط ۳) مقایسه نمود و به این نتیجه رسید که هزینه احداث و بهره برداری از مونوریل در کشور حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ متروی زیرزمینی می باشد.

در عین حال تعیین هزینه ها برای هر کشور، مسیر، ظرفیت جابجایی جمعیت و متفاوت می باشد در هزینه برخی از کشورها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اختلاف شدیدی مشاهده می شود به همین منظور باید هزینه احداث با توجه به شرایطی که در ذیل اشاره می شود و شرایط اقتصادی، پیمانکاری و کارگری همان شهر و کشور در نظر گرفته شود. بعضی از این فاکتورها عبارتنداز:

توبوگرافی مسیر: شب و فراز مسیر، وجود تپه ماهور، تعداد تقاطع ها، خیابانها، رودخانه ها و ... از عوامل تاثیر گذار در قیمت ها می باشد. محل احداث: راههای دسترسی به تجهیزات ساخت چگونه است آیا در هنگام ساخت موانعی مانند ترافیک سنگین وجود خواهد داشت. **تجهیزات:** جابجایی تجهیزات خطوط آب، برق، تلفن و ... می توانند به صورت معنی داری باعث افزایش هزینه تمام شده شوند. **زمین:** محل احداث خطوط، ایستگاهها و دیپوها باید از نظر تملک زمین مورد بررسی قرار بگیرد. **نیازمندیهای مسافران:** تعداد قطارها و تعیین فاصله حرکت قطارها برای جابجایی مسافرین طرح بسیار در هزینه ها موثر می باشد به فرض هزینه تجهیزات برای سر فالله ۵ دقیقه با ۳ دقیقه متفاوت می باشد.

تعداد ایستگاهها: اضافه کردن هر ایستگاه باعث افزایش هزینه می شود. **سازه های ویژه:** تونل، پل، عبور از رودخانه و ... باعث افزایش هزینه می شود. **شرایط زمین شناسی:** شرایط زیر سطحی مسیر، هزینه فندانسیون را متفاوت می کند.

د- انعطاف مسیر

از مهمترین فاکتورهای تعیین مسیر حرکت یک سیستم ریلی قابلیت حرکت در حداکثر شب و حداقل قوس می باشد که با توجه به اینکه تماس قطار مونوریل با ریل، چرخهای لاستیکی می باشد دارای ضرب اصطکاک مناسبی جهت حرکت در شب ۶٪ می باشد که انعطاف عبور از موانع را بسیار بالا برد و به دلیل تک ریلی بودن و طول ۱۰ تا ۱۳ متری برای هر واگن می تواند در شاعع قوس تا ۴۰ متر نیز حرکت کرده که به این سیستم امکان تغییر جهت در خیابانهای معمولی و تقاطع های عادی را می دهد.

۵- محیط زیست

تأثیر اجرای سیستم بر محیط زیست را می توان در بخش های زیر مورد بررسی قرار داد:
فضای سبز: سیستم مونوریل به دلیل اشغال سطح کم در روی زمین که تنها ابعاد پایه های آن می باشد تاثیر بسیار کمی در تخریب محیط زیست داشته به طوریکه می تواند بدون آسیب به فضای سبز از میان آن عبور نماید (پایه ها یا ستونهای مونوریل برای حمل و نقل انبو، استوانه هایی به قطر تقریبی ۱۵۰ سانتیمتر می باشد). **ایجاد سایه:** در این سیستم ایجاد سایه به دلیل استفاده از پلهای کم عرض بسیار کم می باشد که قطعاً در رشد و نشاط فضای سبز تاثیر تخریبی کمتری دارد. **آلودگی هوا:** در بررسی ایجاد آلودگی اولین مسئله، تاثیر آن بر آلودگی هوا می باشد که به دلیل برقی بودن سیستم تقریباً آلودگی مستقیمی بر آلودگی هوا ندارد. **آلودگی صوتی:** این سیستم به دلایل ذیل آلودگی صوتی کمتری را نسبت به سیستمهای دیگر حمل و نقل دارا می باشد: ۱- حرکت چرخ لاستیکی روی بتن ۲- استفاده از سیستم محرکه الکتریکی ۳- مخفی بودن سیستم بوژی در قاب بدنه واگن ۴- استفاده از سیستمهای تعلیق هوایی

۶- ایمنی

زلزله: مسیر حرکت مونوریل با توجه به عرض کم ریل و وزن نسبی بسیار کم آن، نسبت به ستونهایی که مسیر را در ارتفاع قرار می دهند و ممان بسیار کم حاصل از ارتعاش، نسبت به پلهای بستر حرکت سایر سیستمهایی که بر روی ستون قرار دارند مقاومت بسیار بیشتری نسبت به زلزله داشته که عملکرد زلزله های ژاپن کاملاً مشهود بوده است. در زلزله سال ۱۹۹۳ رژاپن در شهر اوزاکا که بیش از ۷ ریشتر قدرت داشت تنها سیستم حمل و نقل در ارتفاع، که هیچگونه آسیبی ندید و به صورت فعال به کار خود ادامه داد مونوریل بود. **خروج از خط:** طراحی خطوط مونوریل به گونه ای است که احتمال هر گونه از خط خارج شدن بسیار کم می باشد زیرا در این سیستم به دلیل استفاده از زیر سازی و رو سازی بتونی (پایه ها و تیرها) و مهار کامل قطار از دو طرف توسط چرخهای لاستیکی این اتفاق منتفی می باشد و با توجه به قدمت چند ده ساله استفاده از مونوریل هنوز گزارشی مبنی بر خروج از خط گزارش نشده است تنها اتفاق ثبت شده ترکیدن یکی از لاستیکهای مونوریل در کوالامپور مالزی بوده که این امر نیز منجر به خروج از خط مونوریل نشده است و علت این سانحه نیز به دلیل استفاده از دو لاستیک اصلی در یک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بوزی بود. در حالی که سیستم بوزی مونوریل سایر کشورها مانند ژاپن و چین از چهار لاستیک اصلی استفاده می کند ضمناً در زیر هر چرخ لاستیکی یک غلطک تلفونی قرار دارد که به محضنچر شدن لاستیک، بوزی روی غلطک فوق قرار می گیرد تا قطار را به محل تعمیر هدایت نماید. فرار مسافرین در صورت بروز خطر: یکی از اشکالات که به سیستم مونوریل گرفته می شود نحوه خارج شدن مسافرین در برخی سوانح احتمالی می باشد طراحان این سیستم برای افزایش ضریب ایمنی و اطمینان خاطر به مسافرین، سیستم معبر فرار را در بین دو خط (در صورت تاکید کارفرما) و یا انتقال مسافرین از یک قطار به قطار مجاور قرار می دهند.

ظرفیت قطارهای مونوریل: در حال حاضر مونوریل های سنگین قادر هستند با ۶ واگن و سر فاصله زمانی ۲ دقیقه بیش از ۳۰ هزار نفر را با ایمنی کامل در ساعت و در یک جهت جابجا نمایند جدول مقابله ظرفیت حمل و نقل مسافر براساس سرفاصله (هدوی) زمانی نشان می دهد. (لازم به ذکر است که ظرفیت مترو بیشتر از مونوریل می باشد ولی در مکانی که تقاضای مسیر در محدوده فعالیت مونوریل می باشد و محیط اجرای خط مناسب مونوریل می باشد نیاز به هزینه کردن برای مترو نمی باشد و با هزینه کمتر برای تقاضا کمتر از مونوریل استفاده می کنیم) ضمناً قطارهای مونوریل می توانند به ۸ تا ۱۰ واگن نیز افزایش یابند و تعداد مسافر بیشتری را جابجا نمایند.

ردیف	سر فاصله	تعداد قطارها	ظرفیت حمل و نقل مسافر در هر ساعت و			
			در یک جهت	عواینه	۵ واگن	۳ واگن
۱	۲	۴	۴ تقریباً	۱۹۲۳۰	۱۵۹۰۰	۱۲۵۷۰
۲	۲	۴	۴ تقریباً	۲۵۸۶۰	۲۱۳۸۴	۱۶۹۰۸
۳	۲	۴	۴ تقریباً	۳۲۵۲۰	۲۶۸۹۲	۲۱۲۶۴
۴	۲	۴	۴ تقریباً	۱۷۸۲۰	۱۰۶۰۰	۸۲۸۰
۵	۲	۴	۴ تقریباً	۱۷۷۴۰	۱۲۲۶۵	۱۱۲۷۲
۶	۲	۴	۴ تقریباً	۲۱۶۸۰	۱۷۹۲۸	۱۳۱۷۶
۷	۲	۴	۴ تقریباً	۹۶۱۵	۷۹۵۰	۵۲۸۵
۸	۲	۴	۴ تقریباً	۱۲۹۳۰	۱۰۶۹۲	۸۴۵۴
۹	۲	۴	۴ تقریباً	۱۶۲۶۰	۱۲۴۴۵	۱۰۶۴۱

جدول ۱-۱- ظرفیت مسافر براساس هدوی (سر فاصله) از ۲ تا ۴

در حال حاضر بیش از ۳۰۰ کیلومتر مونوریل در جهان در حال فعالیت می باشد که حدود ۲۰۰ کیلومتر آن در آسیا حدود ۵۰ کیلومتر در آمریکا و حدود ۴۰ کیلومتر نیز در اروپا احداث شده است. ایران نیز احداث مونوریل در ۵ کلانشهر جدی شده که عبارتنداز: قم ۱۸.۵ کیلومتر، کرمانشاه ۱۳ کیلومتر، مشهد ۱۶ کیلومتر، کرج ۱۵ کیلومتر، تهران ۶۶ کیلومتر.

معایب سیستم مونوریل: مونوریل به دلیل استفاده از چرخهای لاستیکی مصرف انرژی بیشتری نسبت به مترو دارد. از نظر اجتماعی مناسب مسیرهای خیابانها و معبادر کم عرض نمی باشد. قیمت واگنهای مونوریل نیز نسبت به مترو گرانتر می باشد که با انتقال تکنولوژی ساخت مونوریل در داخل کشور این اختلاف قیمت به شدت کاهش پیدا می کند. (البته همانطور که ذکر شد مجموع هزینه احداث مونوریل از مترو کمتر است). [۶]

۱-۳-۶- سیستم حمل و نقل ریلی سبک شهری^۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم حمل و نقل ریلی سبک شهری یک سیستم حمل و نقل ریلی الکتریکی شهری است که در آن یک واگن یا قطار کوچک در یک مسیر کاملاً مجزا بصورت هم سطح زمین، هوایی، زیر گذر و یا خیابان مخلط با وسائل حمل و نقل موتوری حرکت کرده و مسافرین را در ایستگاههای هم سطح زمین و یا هم سطح خط، سوار و پیاده می‌کند. از نقطه نظر تامین انرژی مصرفی، در (LRT) اساساً از خطوط بالاسری و در مترو معمولاً لز ریل سوم استفاده می‌شود. مهمترین نکته در خط LRT، هم سطح بودن آن با خیابان است، لذا ایجاد جریان‌های سرگردان و اختلالات الکترو نیکی امری است که باید مورد توجه و پیش بینی بیشتری قرار گیرد. به هر حال آنچه مهم و قابل توجه می‌باشد اینست که در سیستم‌های حمل و نقل مترو و قطار‌های سبک شهری (LRT) قطارها بصورت ترکیبی از واگن‌ها محرك (مجهز به موتور کشنده برقی) و واگن‌های حمال (بدون موتور کشنده) آرایش داده می‌شوند. این آرایش تاثیر بسزایی در دینامیک حرکت قطار داشته اما از نقطه نظر جریان‌های سرگردان مقدار قدرت مصرفی هر قطار حائز اهمیت می‌باشد.

^۱ light Rail Transit(LRT)



شکل ۴-۱ - قطار سبک شهری LRT

ترواموا

ترواموا قطار خیابانی است که ریل گذاری آن روی سطح خیابان‌های شهر انجام شده و معمولاً در محدوده داخل شهرها، کار جابجایی مسافر را انجام می‌دهند. تراموا در صورت استفاده از تونل‌ها در حقیقت عملکرد مترو را خواهد داشت. پیدایش و تکمیل تراموا به سال ۱۸۳۲ میلادی بر می‌گردد که اولین بار در نیویورک واگن‌های اسبی به کار افتاد، اتفاق این واگن‌ها به کمک چرخ و با نیروی اسبی روی حرکت می‌کرد. در آلمان برای اولین بار در سال ۱۸۶۵ میلادی واگن‌های ریلی اسب کش در برلین مورد بهره برداری قرار گرفتند. اولین تراموا در جهان که با نیروی الکتریسته کار می‌کرد در سال ۱۸۸۱ میلادی در برلین به حرکت درآمد. اوج شکوفایی تراموا در سالهای ۱۹۲۰ میلادی به بعد ثبت گردیده که در قاره اروپا، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی و استرالیا، در مجموع بیش از ۳ هزار شهر به این وسیله نقلیه ریلی مجهز شدند. در قاره آفریقا و آسیا از این وسیله نقلیه عمومی چندان استقبال نگردید. از خصوصیات تراموا قدرت جابجایی زیاد مسافر و نزدیکی ایستگاههای آن به یکدیگر است. ضمناً برای تعویض سریع مسافر درهای ورودی بسیار و با عرض زیاد تعبیه شده، ضمن اینکه برای مسراهای نزدیک صندلی کم و فضای زیاد برای ایستادن و به عکس برای مسیرهای طولانی صندلی بیشتر برای نشستن و فضای کمتری برای ایستادن پیش بینی شده است. از سال ۱۹۸۰ میلادی تغییر محسوس و مثبتی در استفاده از تراموا در آمریکا و اروپا گزارش شده که حاکی از استقبال عمومی و علاقه مندی به این وسیله نقلیه ریلی است. این تغییر روند ناشی از سیاست‌های جدید شهر سازی و ترافیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

است که در آمریکا و اروپا و استرالیا اتخاذ شده است به این ترتیب که در طراحی شبکه شهری، خصوصاً در مراکز و هسته شهرها سطح مورد استفاده برای خودروهای شخصی کاهش و در عوض سطح موردن استفاده برای تراموا، دوچرخه و پیاده رو افزایش یافته است. اجرای این سیاست‌ها در بین کشورهای اروپایی در فرانسه نمود بیشتری داشته و همچنین در آمریکا نیز آثار مثبت آن به تدریج ظاهر شده است. امکانات تراموا عبارت است از راحتی و سرعت بیشتر آن نسبت به اتوبوس در صورتی که هنگام حرکت با ترافیک جاری خیابانها تداخل نداشته باشد و گنجایش بیشتر مسافر آن نسبت به اتوبوس.

نقاط ضعف تراموا بیشتر در وابستگی آن به ریل است که امکان مانور آن را در ترافیک محدود می‌کند و همچنین قیمت گران و اگن‌ها در سال‌های اخیر نیز مزید بر علت شده است. از طرف دیگر تاسیسات برقی و دکل‌های برق بالای ریل‌ها که جهت تغذیه از برق نصب می‌شوند، می‌توانند در بعضی نقاط جلوی دید ساختمان‌های با ارزش قدیمی را گرفته و در حقیقت آلودگی بصیری برای آنها بوجود آورند. یکی از موفق‌ترین مدل‌ها در حمل و نقل ریلی در شهرها از سال ۱۹۸۰ میلادی در آلمان به اجرا درآمده است. به این ترتیب که در شهر کارلسروهه، ادارات ذیربیط در امر ترافیک موفق شدند سیستم تراموا شهری که در داخل شهر و در سطح خیابان حرکت می‌کرد را به خطوط ریل راه آهن دولتی آلمان متصل نمایند و به این ترتیب محدوده حمل و نقل شهری را تا دورترین نقاط در حومه شهر افزایش دهند. و اگن‌های جدیدی که با توافق متخصصان دو طرف ساخته شد قادر هستند از دو سیستم برق راه آهن دولتی آلمان و همچنین سیستم برق ویژه تراموا تغذیه نمایند و به این ترتیب از هزینه جدید برای ریل گذاری نیز خودداری گردید. اکنون مسافران تراموا می‌توانند از خطوط راه آهن جهت دسترسی به شهرهای اطراف استفاده نمایند.



شکل ۱-۵- تراموا

علاوه بر دسته بندی فوق، سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی برقی، از لحاظ منبع و یا نحوه تغذیه الکتریکی نیز به سیستم حمل و نقل با تغذیه داخلی (مجهز به دیزل ژنراتور و باطربهای اضطراری) و سیستم حمل و نقل با تغذیه بیرونی (تغذیه از طریق خط بالا سری و یا ریل سوم و از منبع بیرونی) قابل تقسیم می‌باشند. قابل ذکر است که سیستم‌های حمل و نقل شهری عمدتاً از نوع تغذیه بیرونی بوده و لوکوموتیوهای مجهز به منبع تغذیه داخلی برای خطوط ریلی خارج از حومه شهری و جاهایی که امکان برق رسانی در امتداد ریلها وجود ندارد و یا پر هزینه می‌باشد، استفاده می‌شود. همچنین از سیستم تغذیه داخلی برای تغذیه اضطراری لوکوموتیوهای تغذیه شونده از بیرون نیز می‌توان استفاده کرد. [۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت www.wikipower.ir مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۶-۱- لکوموتیو با دو سیستم تغذیه

۱-۴- قطارهای سریع السیر

قطار سریع السیر (قطار سریع) یا سیستم قطار راه‌آهن پرسرعت نسبت به قطار معمولی به طور قابل ملاحظه‌ای از سرعت بالاتری برخوردار است. تعریف قطار سریع السیر و مرز بین این نوع از ترابری ریلی و قطار معمولی بسته به استانداردهای مختلف، متفاوت است. در ایران در سال ۱۳۵۵ شمسی خورشیدی سرعت ۱۶۰ کیلومتر در ساعت به عنوان مرز بین قطار پرسرعت و قطار معمولی تعریف شد اما در اثر پیشرفت در زمینه ساخت قطار و نیز نوع ریل اکنون سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ساعت به عنوان حد تعریف شده است. اتحادیه اروپا راه‌آهن سریع را به سرعت بالای ۲۰۰ کیلومتر می‌گوید. در ایران اولین پروژه قطار سریع السیر پروژه تهران-قم-اصفهان می‌باشد که طراحی آن بر اساس سرعت ۳۵۰ کیلومتر بر ساعت بوده که در زمان بهره برداری ۳۰۰ کیلومتر بر ساعت خواهد بود. پس از بهره برداری از این پروژه زمان جابجایی مسافر بین تهران تا اصفهان حدود ۱ ساعت و نیم خواهد بود. سریع ترین قطار در کشور فرانسه است این قطار الکتریکی است که انرژی اش از سیم برق هوایی تأمین می‌گردد موتورهای الکتریکی این قطار در ابتدا و انتهای قرار دارد مسافرین را در فرانسه با سرعت ۳۰۰ کیلو متر بر ساعت جابجا می‌کند و به رکورد ۵۱۵ کیلومتر بر ساعت (برای قطارهای الکتریکی) دست یافته است.^[۱]

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت ویکی پاور مراجعت های لازمه



فصل دوم- اجزاء اصلی وسائط نقلیه ریلی ، خطوط ریلی و دینامیک حرکت قطارها

۱-۲ - مقدمه

هر قطار معمولاً شامل تعدادی واگن مسافری یا باری و یک یا چند لکوموتیو می باشد. لکوموتیو ها و واگنها بسته به ابعاد و اندازه، سرعت و قدرت مورد نظر، نوع بهره برداری و سیستم های جنبی و اصلی به کار رفته در آنها انواع مختلفی دارند که در این فصل مختصرًا توضیح داده می شود.

بررسی کامل دینامیک حرکت قطارها مستلزم شناخت کافی از خطوط ریلی و اجزاء تشکیل دهنده آنها نیز می باشد. از اینرو در این فصل سعی شده، هرچند بصورت مقدماتی، در خصوص مشخصات اجزاء اصلی و ویژگی های خطوط ریلی که در دینامیک حرکت قطارها موثرند توضیح داده شود.

خطوط ریلی از نظر ساختمان معمولاً دو بخش مهم زیرسازی و روپوشی را شامل می شوند. مجموعه ریل ها، اتصالات، صفحات زیر ریل ها، تراورس ها، پابندها و لایه های بالاست و زیر بالاست اجزاء روپوشی را شامل می شوند. قسمت های مختلف زیر سازی نیز شامل بستر و فونداسیون می باشد. معمولاً تجهیزات و اجزاء مربوط به کنترل، علائم و ارتباطات و خطوط انتقال انرژی که یک مسیر مناسب برلی عبور قطارها را فراهم می سازد نیز جزو روپوشی بحساب می آیند. هدف اصلی در طراحی یک خط ریلی آن است که نیروهای اعمالی از وسائط نقلیه به ریل ها به طور مناسب توزیع گردد. نوع و کیفیت خطوط ریلی در دینامیک حرکت وسائط نقلیه ریلی و راحتی سیر و حرکت قطارها تأثیر بسیار زیادی دارد. در این رابطه وجود بی نظمی ها و ناهمواریهای طولی، عرضی و قائم خطوط در ایجاد سو صدا، ارتعاشات و افزایش نرخ خرابی ادوات روپوشی خطوط و وسائط نقلیه حائز اهمیت زیادی است. [۱ و ۲]

۲-۲ - انواع مختلف وسائط نقلیه

جدا از نوع خطوط و چگونگی بهره برداری از آنها، ارکان اصلی ناوگان در هر نوع سیستم حمل و نقل ریلی را لکوموتیو و واگنها تشکیل می دهند.

لکوموتیو ها

لکوموتیو ها در واقع واحدهای محرك قطارها می باشند که باید نیروی کششی لازم جهت غلبه بر نیروهای مقاوم حرکت قطار را تامین کنند. لکوموتیوها از نظر نوع مکانیزم تامین و انتقال قدرت مورد نیاز قطارها انواع مختلفی نظیر بخاری، توربینی، دیزلی و الکتریکی را شامل می شوند. در لکوموتیوهای بخاری، توربینی، دیزلی و دیزل- الکتریکی ماشین یا منبع مولد قدرت بر روی خود لکوموتیوها مستقر می باشد. حال آنکه در لکوموتیوهای برقی قدرت مورد نیاز لکوموتیو در منبع تولید قدرتی که در خارج لکوموتیو است تهیه و از طریق خطوط لکوموتیو است تهیه و از طریق خطوط و سیستم های انتقال قدرت به شبکه ریلی و نهایتا لکوموتیوها رسانده می شود. لکوموتیوها از نظر نقطه نظر بهره برداری نیز به انواع مسافری، باری، دو منظوره (باری- مسافری) و مانوری دسته بندی می شوند. معمولاً قدرت لکوموتیوهای باری از نوع مسافری بیشتر و قدرت این دو از قدرت لکوموتیوهای مانوری به مراتب زیادتر است. لکوموتیوهای بخاری، دیزلی، توربینی و دیزل- الکتریکی اساساً در راه آهن های سراسری و بین شهری مورد استفاده قرار می گیرند در حالی که لکوموتیوهای برقی هم در سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری و هم در خطوط ریلی سراسری به کار گرفته می شوند. در صنعت حمل و نقل ریلی سبک درون شهری و حومه ای معمولاً به جای واژه لکوموتیو برقی از قطار برقی استفاده می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

واگن ها

واگن ها از جمله واحدهای تشکیل دهنده قطارها می باشند که وظیفه حمل بار یا مسافر را به عهده دارند. از اینرو به دو دسته کلی باری و مسافری تقسیم شده اند که هر دسته خود انواع خاصی از نظر طراحی و کاربرد شامل می شوند. انواع مختلف واگن های مسافری از این نظر که قسمت ها و اجزای مشترکی همچون: چرخ- محور، سیستم تعليق، سیستم ترمز، ادوات اتصال، ... و سازه اصلی را دارا بوده و تا حدودی پدیده های دینامیکی و استاتیکی تقریباً مشابهی را شامل می شوند. واگن های مسافری در حالت کلی به چند دسته مختلف زیر تقسیم بندی می شوند.

- واگن های مسافری راه آهن سراسری
- واگن های قطار های سبک شهری (تراموا، منوریل و ...)
- واگن های مترو
- واگن های قطارهای سریع السیر
- واگن های خود کشش

در دسته بندی مذکور، واگن های خود کشش به واگن هایی گفته می شود که دارای محور محرک می باشند. این واگن ها همچون لکوموتیوها اعمال تراکشن موثر (نیروی موثر کششی) به ریل ها می کنند، اگر چه ویژگی های خاص واگن های مسافری را دارند. امروزه در حمل و نقل مسافری بین شهر های اقماری روند استفاده از این گونه وسائط نقلیه خود کشش رشد چشمگیری را نشان می دهد.

واگن های باری که به منظور حمل این منظور کالا به کار برده می شوند در انواع مختلفی وجود دارند که معمول ترین آنها بصورت زیر معرفی می شوند.

۱- واگن های مسطح- واگن های باری فاقد دیواره و سقف دائمی می باشند که جهت حمل بارهای سنگین که حمل و نقل مشکلی دارند و بارهای کانتینری و تریلری بکار می روند. این نوع واگن ها چهار نوع مختلف با دیواره های انتهایی، با دیواره های میانی، نرده دار و کمر شکن را شامل می شوند.

۲- واگن های مسقف- به واگن هایی می گویند که دارای دیواره های جانبی و سقف ثابت می باشند. این واگن ها نوعاً دارای درهای کشویی در وجود جانبی خود هستند.

۳- واگن های لبه دار- از این واگن ها جهت حمل مواد کم حجم استفاده می شود و دارای ۳ نوع متمایز لبه بلند، لبه کوتاه و کف گود می باشند.

۴- واگن های فله بر- واگن های فله بر نوعی از واگن های باری هستند که به منظور حمل بارهای فله ای مورد استفاده قرار می گیرند و دارای دریچه های تخلیه بار در قسمت تحتانی یا در کناره ها هستند.

۵- واگن های مخزنی- واگن های باری ویژه حمل سیالات را می گویند که به علت تنوع سیالاتی که باید حمل شوند، دارای انواع مختلفی می باشند. مخازن می توانند از نوع عایق بندی شده، تحت فشار و یا دارای طراحی ویژه جهت حمل چند نوع سیال (چند محفظه ای) باشند.

۶- واگن های بیچالدار- این واگن ها به منظور حمل کالاهای فاسد شدنی بوده لذا دارای سیستم های تبرید درون واگنی می باشند. این واگن ها معمولاً به ۴ گروه عمده حمل لبندی، حمل میوه و سبزیجات، حمل غذایی کارخانه ای و حمل گوشت تقسیم بندی می شوند.

۷- واگن های حمل خودرو- این واگن ها به منظور حمل خودروهای سواری و یا وانت های سبک از کارخانه تا مراکز فروش به کار می روند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- **واگن های حمل کالاهای سنگین** - این واگن ها به منظور حمل بارهای بسیار سنگین و با حجم زیاد طراحی شده اند از مشخصه های بارز این واگن ها تعداد زیاد محورهای آنها می باشد . این واگن ها به علت شرایط ویژه ای که دارند (طول زیاد و بار سنگین) در سرعت های کم سیر داده می شوند.

- **واگن های حمل حیوانات** - این واگن ها به منظور حمل حیوانات زنده طراحی می شوند.

- **واگن کابوس** - آخرین واگن که دارای آشپزخانه و امکانات استراحت برای مأمورین قطار می باشد را واگن کابوس یا اصطلاحاً کابوس می نامند. [۲]

۳-۲- اجزاء اصلی واگن ها

۱- بوژی

بوژی وسائل نقلیه ریلی سازه ای فلزی است که بدنه اصلی واگن ها یا لکوموتیوها بر روی آن قرار گرفته و بر روی ریل های فولادی حرکت می کند. بوژی به عنوان رابط بین ریل ها و سازه وسائل نقلیه وظیفه انتقال وزن آنها به خط و همچنین جذب و انتقال نیروهای واردہ از سوی خط به بدنه واگن ها را دارد. سیستم تعليق بوژی که معمولاً شامل سیستم فنربندی اولیه و ثانویه می باشد وظیفه انتقال آرام و ایمن نیروهای دینامیکی فی مابین چرخ و ریل و همچنین قاب بوژی و شاسی اصلی وسیله نقلیه را به عهده دارد. از موارد مهمی که در طراحی بوژی ها اهمیت زیادی دارد میتوان به موارد زیر اشاره کرد

- امکان سازی حرکت پایدار وسیله نقلیه بر روی ریل ها در مسیرهای مستقیم و در قوس ها
- ایجاد راحتی سفر از طریق جذب ارتعاشات دینامیکی ناشی از حرکت
- کاهش میزان سایش چرخ و ریل از طریق توزیع مناسب بار محوری و کنترل حرکت چرخها
- کاهش احتمال بروز سوانح ریلی نظیر سوانح خروج از خط
- کاهش نیروهای واردہ از چرخها به ادوات روسازی خطوط

اجزاء بوژی

در حالت کلی و عمومی هر بوژی از اجزاء اصلی زیر تشکیل می گردد:

- چرخ-محورها که هر کدام شامل یک محور، دو عدد چرخ و دو جعبه یاتاقان سر محور می باشد.
- قاب بوژی که سنگین ترین جزء بوژی محسوب می شود از یک یا دو قطعه که به طریق ریخته گری یا ماشینکاری تولید می شوند تشکیل می گردد.
- گهواره بوژی که در واقع نقش یک تیر عرضی را دارد در مرکز بوژی و در حد فاصل بین بوژی و سازه واگن قرار می گیرد. گهواره بوژی وظیفه تحمل بار واگن و انتقال آن به قاب (سازه اصلی) بوژی و نیز ارتباط دینامیکی مناسب با سازه اصلی واگن را دارد.
- سیستم تعليق اولیه شامل آن دسته از ادات تعليق است که بین محورها و قاب بوژی قرار می گيرد تا از انتقال مستقیم نیروها و ضربات ناشی از خط به قاب بوژی جلوگیری شود.

- سیستم تعليق ثانویه آن دسته از ادوات تعليق که بین قاب بوژی و گهواره آن قرار دارد را شامل می شود.
- ادوات و اجزای سیستم ترمز که بر روی بوژی قرار می گيرند.
- اجزاء و ادوات میراکننده انرژی
- اتصالات و قیود

بسته به نوع طراحی و کاربرد، بوژیها می توانند اجزای دیگری را نیز شامل گردند که از آن جمله می توان به تراکشن موتورها، سیستم های کنترل لغزش، فنرهای هوایی، ... و نیز سیستم های کنترل مانند سیستم کج کننده واگن ها و سیستم های

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فرمان پذیری بوژی ها در قوس ها اشاره داشت. امروزه بوژیها با توجه به شرایط مختلف بهره برداری، چگونگی و نوع وسائط نقلیه، ... و مشخصات خطوط ریلی طراحی و ساخته می شوند. بوژی ها با توجه به رفتار دینامیکی که از سیر و حرکت آنها انتظار است و نیز با توجه به کاربردهای مختلف آنها در انواع مختلفی طراحی شده اند. [۲]

۲- چرخ - محورها

بوژی ها معمولاً دارای چند مجموعه چرخ-محور بوده که هر مجموعه خود از یک محور که دو چرخ به طور ثابت بر روی آن قرار می گیرند تشکیل می شود. سطح مدور چرخ ها از دو قسمت فلانج و قسمت مخروطی تشکیل شده است. شیب قسمت مخروطی چرخ نو معمولاً ۵ درصد در نظر گرفته می شود که البته در محدوده وسیعی تغییر می کند. در چرخ های فرسوده این شیب چندین مرتبه بیشتر یا کمتر می گردد. تأثیر این شیب بر روی سایش چرخ و ریل، اینمی حرکت وسیله نقلیه، راحتی سفر و نیروهای خرسنی بین چرخ و ریل و از طرف دیگر فرمان پذیری و پایداری بوژی ها در قوس ها و در خطوط مستقیم حائز اهمیت بسیاری است.

جهت کاهش نیروهای دینامیکی بین چرخ و ریل و راحتی حرکت در قوس هاریال گاهای بوژی ها به نحوی ساخته می شوند که یک نوع حرکت شعاعی برای هر مجموعه چرخ-محور امکان پذیر باشد. در چنین حالتی محورها در داخل قاب بوژی به صورت شناور حرکت می کنند. بدین ترتیب تنش های اعمالی به قاب بوژی و نیروهای اعمالی به چرخ ها به طور قابل توجه کاهش می یابد. آرایش و ارتباط چرخ و محور در وسائط نقلیه ریلی متنوع بوده و به دو دسته کلی محرک و غیر محرک تقسیم می شوند. در این رابطه دو قاعده کلی برای معرفی آنها رعایت می گردد: اول آنکه معمولاً چرخ ها نه بطور منفرد بلکه بصورت جفتی تحت عنوان یک مجموعه چرخ-محور معرفی و مشخص می شوند. دوم آنکه چرخ-محورهای غیر محرک با عدد و چرخ-محورهای محرک با حروف نامگذاری می شوند.

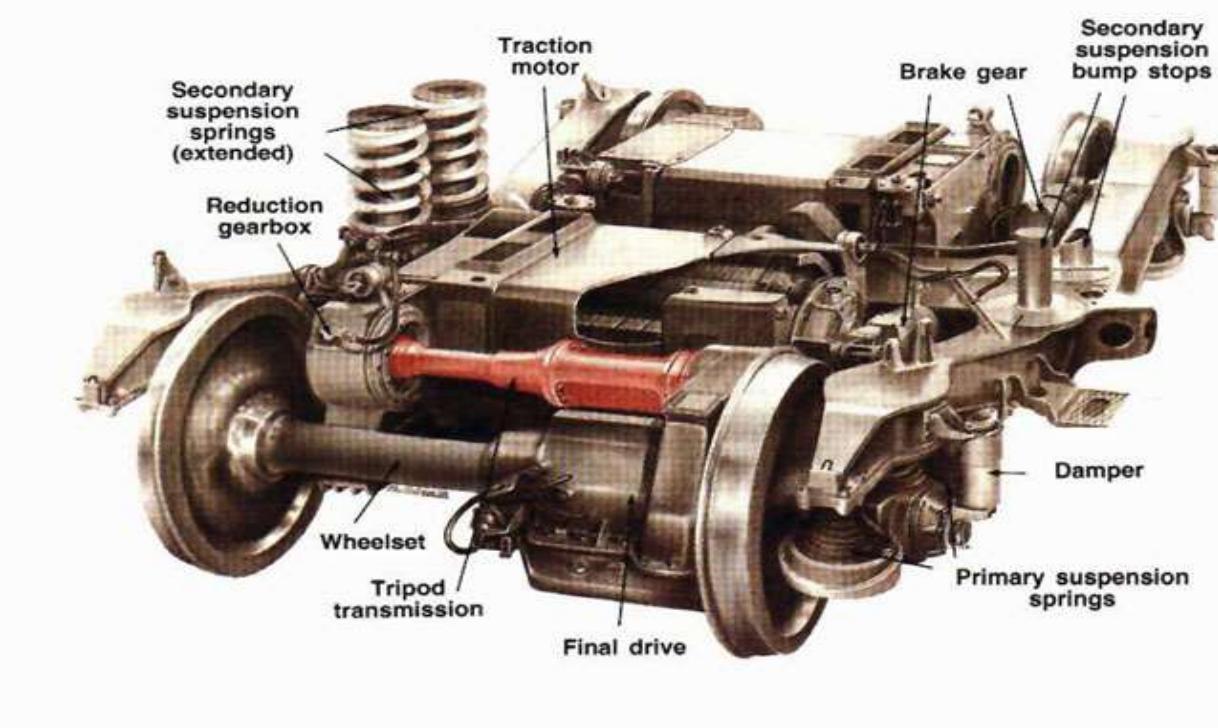
در لکوموتیوهای دیزلی قدیمی نیز معمولاً از یک یا دو تراکشن موتور قوی برای به حرکت در آوردن چندین محور استفاده می گردید. در قطارهای شهری و در تکنولوژی های نوین آرایش چرخها و محورها از تنوع بیشتری برخوردار است. فارغ از اینکه بوژی ها در تقسیم بندی کلی تحت عنوان بوژی های مخصوص واگن های باری یا مسافری و یا لکوموتیوها قرار می گیرند، دسته بندی عمومی تر زیر از منظر درک عملکرد آنها مناسب تر به نظر میرسد.

- باری، مسافری و لکوموتیو
- با قوای محرکه یا بدون قوای محرکه
- سرعت بالا و سرعت پایین
- تعداد محور (تک محوره، دو محوره و سه محوره)
- نوع تعليق (اوليه یا ثانويه یا هر دو)
- عرض خط (استاندارد با گیج ۱۴۳۵mm)
- طريقه ساخت فرييم (ريخته گري یا جوشکاري)
- اتصال بوژی به واگن (با گهواره یا بدون گهواره)
- فرمان پذيری و ساده بودن
- كاربرد برای وسائط نقلیه هج شونده یا عادي
- عرض ثابت یا متغير [۲]

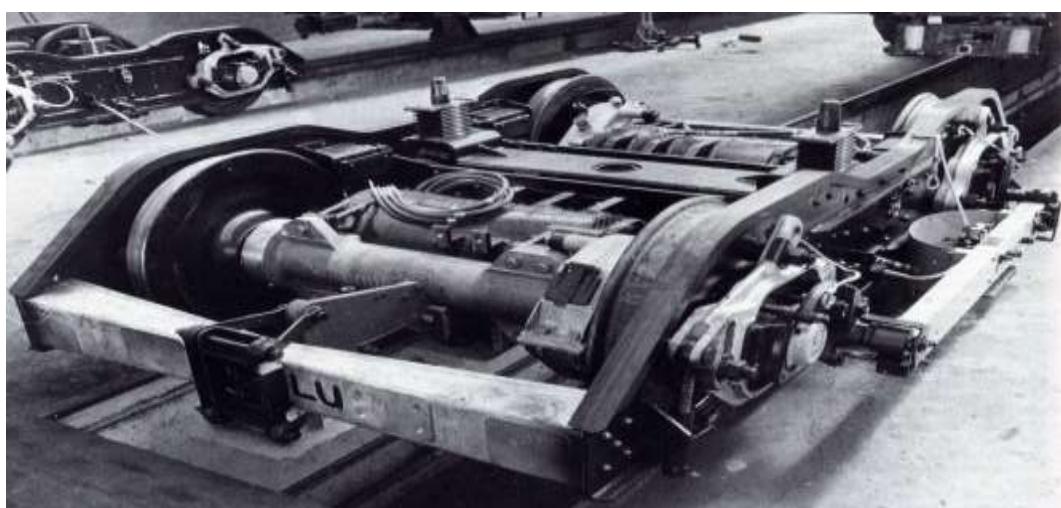
۳- سیستم های تعليق بوژی ها

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

سیستم های تعليق در بوزیها نیز از اهمیت بسیار بالایی در اینمنی، راحتی و پایداری حرکت برخوردارند. معمولاً واگن های مسافری و لکوموتیوها به دو نوع سیستم تعليق اولیه و ثانویه و واگن های باری غالباً مجهز به یک نوع سیستم تعليق می باشد.



شکل ۲-۱- یک نوع بوزی مسافری با سیستم های تعليق اولیه و ثانویه



شکل ۲-۲- یک نوع بوزی باری با سیستم تعليق اولیه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در لکوموتیو های باری معمولاً از سیستم تعليق اولیه با ضریب سختی بیشتری استفاده می شود. سختی کمتر سیستم تعليق اولیه در این لکوموتیوها به این دلیل است که بار محوری یکنواخت تر روی محورها اعمال گردد. اما در مقابل، جهت جلوگیری از کاهش سختی کلی سیستم تعليق ضریب سختی مربوط به سیستم تعليق ثانویه بیشتر انتخاب می شود. در واگن های مسافری جهت ارتقاء شاخص های راحتی سفر سختی سیستم تعليق ثانویه کمتر از سیستم تعليق اولیه انتخاب می گردد. در این واگن ها چگونگی و راحتی حرکت قطارها به مقدار زیادی تابع پارامترهای مربوط به عملکرد سیستم تعليق ثانویه بوده و حال آنکه نقش مستقیم سیستم تعليق اولیه متعادل کردن اثر ناهمواریهای خط و توزیع یکنواخت بار محوری و هدایت بهتر مجموعه چرخ-محورها در قوس ها و در خطوط مستقیم است. از نظر دینامیک حرکت قطارها انتظارات عمومی از یک سیستم تعليق اولیه مناسب را می توان به صورت زیر برشمرد:

- سیستم تعليق اولیه باید به گونه ای باشد که حرکت قابل قبول بوزی در خطوطی که دچار پیچیدگی و ناهمواری های قابل توجه می باشند را بگونه ای تضمین کند که عدم تقارن بار محوری از حد ۶۰ درصد مقدار متوسط بیشتر نشود.
 - قرار دان مجموعه چرخ-محور، و لذا سیستم تعليق اولیه، در مجاورت قاب بوزی به نحوی که نیروهای موثر کششی و یا ترمی بصورت مناسب قابل انتقال باشند. همچنین درجات آزادی حرکت با توجه به تحلیل دینامیکی وسیله نقلیه باید به گونه ای باشد که موجب ناپایداری وسیله نقلیه نگردد.
 - انعطاف پذیری قائم سیستم تعليق اولیه باید بگونه ای باشد که برای توجه قاب بوزی را از جرم چرخ-محور مجزا ساخته و تأثیر جرم های بدون فنر و نیروهای ناشی از خط را نیز کاهش دهد.
- سیستم تعليق اولیه بوزیها در انواع مختلفی طراحی شده اند. در ابتدا بیشتر از صفحات سایشی استفاده می شد که از یک طرف سایش زیاد و از طرف دیگر آزادی حرکت و تغییر شکل های زیادی که منجر به ناپایداری شدید وسائط نقلیه می گردید را به دنبال داشت. در سیستم های تعليق جدید، جهت تأمین تعليق قائم و جانبی مناسب از فنرهای مارپیچ دوتایی بر روی جعبه یاتاقان های سر محورها با استفاده از میله نگهدارنده استفاده می شود. [۲]

نو ع بوزی	مشخصات عملکردی عمدۀ بوزی
مسا فری	<p>بوزی واگنهای مسافری معمولاً دارای تعليق ثانویه و اولیه می باشد.</p> <p>به دلیل ضرورت افزایش راحتی سفر تعليق بوزی واگنهای مسافری معمولاً نرمانه استفاده از بوزی واگنهای باری و لکوموتیو می باشد.</p> <p>معمولًا از دمپر ویسکوز برای تعليق استفاده می شود.</p> <p>در حال حاضر به دلیل مزیت بالای فنر هوایی در تعليق ثانویه بیشتر از آن استفاده می شود.</p> <p>معمولًا محرك یا متحرک هستند.</p>
بار ی	<p>بوزی واگنهای باری معمولاً برای تناز بالا و سرعت پایین طراحی می شوند. بنابراین استحکام لازمه را باید در برابر بارهای مختلف را داشته باشند.</p> <p>بوزی واگنهای باری معمولاً یک نمونه تعليق بیشتر ندارند.</p>

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

<p>بوژی لکوموتیو بسته به نوع طراحی دارای انواع مختلفی هستند. که در اینجا بوژی آلستوم و GM معرفی خواهند شد.</p> <p>تعليق بوژی لکوموتیوها معمولاً دارای صلبیت بالایی می باشند.</p> <p>فریم بوژی لوکوموتیوها معمولاً به صورت ریخته گری و بعضًا ماشینکاری ساخته می شوند.</p>	لکو موتیو
--	----------------------

جدول ۱-۲- مقایسه بوژی های مختلف از نظر مشخصات عمدۀ عملکردی

۴- یاتاقان های سر محورهای وسائط نقلیه ریلی

جعبه یاتاقان محورهای ماشین های ریلی وظیفه انتقال کلیه بارهای عمودی، طولی و عرضی را از قاب بوژی ها به چرخ محور و بر عکس را بر عهده دارند. این یاتاقان ها در ضمن حرکت وسائط نقلیه تحت نیروهای ضربه ای، به دلیل وجود ناهمواری ها و ناسازگاری های چرخها و ریل ها قرار می گیرند. نیروهای ضربه ای به یاتاقان ها در ضمن حرکت در قوسها و در شرایط بروز هانتینگ، وابسته به میزان بار محوری و سرعت حرکت شدید بوده باعث استهلاک و کاهش شدید عمر یاتاقان ها می شود.

در گذشته بیشتر یاتاقان های لغزشی (ژورنال و صفحه ای) با آلیاژی مقاوم به سایش مثل برنز یا بابیت برای تحمل بارهای شعاعی و محوری مورد استفاده قرار می گرفته است. ولی در حال حاضر اکثرًا از انواع یاتاقان های غلتشی (رولبرینگ ها) استفاده می شود. علت این امر از یک طرف اصطکاک کمتر یاتاقان های غلتشی و از طرف دیگر استهلاک کمتر، عمر بیشتر و در عین حال آسانی مونتاژ آنها می باشد.

اجزاء غلتشی یاتاقان های سر محور وسائط نقلیه ریلی از سه نوع رولبرینگ های مخروطی، رولبرینگ های استوانه ای و رولبرینگ های کروی می باشند که بصورت یک ردیفه و یا دو ردیفه (در صورت بزرگ بودن بارهای وارد) در طرفین محورها نصب می شوند. به طور کلی در انواع یاتاقان های سر محورها، از آنجا که بارهای وارد بر روی کنس (رینگ) داخلی رولبرینگ اعمال ترانس مناسب بین قطر محور و قطر داخلی کنس رولبرینگ امکان پذیر می باشد. برای مونتاژ نیز از پرسهای هیدرولیک یا روش های سرمایش و گرمایش استفاده می شود.

نکته مهم در مورد رولبرینگ های مخروطی، این است که به علت تماس اصطکاکی لبه انتهایی ساقمه ها با لبه های کنس داخلی و با توجه به نیاز آنها به پیش بار برای کارکرد مناسب، مقاومت دورانی آنها نسبت به انواع دیگر رولبرینگ ها بالاتر است. این نوع یاتاقان ها برای استفاده در سرعت های خیلی زیاد مناسب نیستند. ولی مزیت آن ها تحمل همزمان بارهای شعاعی و محوری می باشد.

رولبرینگ های استوانه ای به علت تماس خطی ساقمه ها با کنس های داخلی و خارجی تحمل بارهای شعاعی خیلی بزرگ را دارا می باشند. همچنین با توجه به اصطکاک و مقاومت غلتشی کم می توانند در سرعت های خیلی بالا مورد استفاده قرار گیرند. مونتاژ آنها نیز با توجه به جدا شدن ساقمه ها از کنس ها نسبت به انواع دیگر آسان تر می باشد. ضعف رولبرینگ های استوانه ای در تحمل کم بارهای محوری می باشد. برای حل این مشکل راهکارهای مختلفی نظیر استفاده از کنس های داخلی و خارجی شیاردار و یا استفاده از یک یاتاقان دیگر نوع دوم برای تحمل بارهای محوری معمول است.

رولبرینگ های کروی جهت رفع محدودیت مهم رولبرینگ های مخروطی و استوانه ای یعنی عملکرد مناسب آن ها در هنگام نامیزانی نصب جعبه یاتاقان ها بر روی قاب بوژی مورد استفاده قرار گرفته است.

این رو لبرینگ ها توانایی تحمل همزمان بارهای شعاعی و محوری را داشته و در مواردی که بارها بزرگ باشند می توانند بصورت دو ردیفه نیز استفاده شوند. البته در این حالت توانایی خود میزانی خود را از دست می دهند. سالانه تعداد زیادی از وسائط نقلیه به علت خرابی یاتاقان های سر محورهای خود از خط خاج می شوند. بطور کلی اکثر خرابی یاتاقان ها را می توان در سه دسته زیر تقسیم بندی نمود:

- فرو رفتن نقطه ای ساقمه هادر سطح کنس ها به علت بارهای ضربه ای بزرگ

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- کندگی یا بریدگی سطح کنس ها به علت خستگی ناشی از تنش های لهیدگی سیکلی که باعث کنده شدن ذرات فلز از سطح قطعات و ناصافی آن ها می شود.
- لق شدن کنس داخلی روی محور که می تواند به علت صحیح نبودن ترانس پرس اولیه بین کنس داخلی و محور، مونتاژ ناصیح آنها و یا به علت سایش سطح رولبرینگها در اثر کارکرد زیاد باشد. در هر صورت لقی می تواند باعث افزایش تنش سطحی و تسلیم قطعه شود که نتیجه آن تغییر شکل قطعه، افزایش اصطکاک و ارتعاشات و در نهایت گرم شدن یاتاقان ها می باشد.

ممکن است دو روش اندازه گیری دمای جعبه یاتاقان ها در حین کار و اندازه گیری ارتعاشات یاتاقان ها با استفاده از سنسورهای صوتی جهت تشخیص خرابی یاتاقان های سر محورها بکار گرفته می شود. در روش های سنتی برای آگاه کردن لکو موتیوران یا مأمورین ایستگاه از داغی سرمحورها از مواد دودزا یا بودار در یاتاقان ها استفاده می شد. همچنین مأمورین قطارها در ایستگاه ها با دست خود دمای جعبه یاتاقان ها را تست می کردند. در روش های مدرن از سنسورهای اندازه گیری دما که خروجی آنها سیگنال های الکتریکی است برای آگاهی مأمورین قطار یا ایستگاه ها استفاده می شود. این سنسورها یا بر روی بوژی ها نصب می شوند یا در کنار خط ثابت شده و دمای جعبه یاتاقان عبوری را اندازه گیری و مخابره می کنند. روش های اندازه گیری ارتعاشات نیز بر این مبنای استوارند که دامنه و فرکانس ارتعاشات اندازه گیری شده برای یک یاتاقان خراب در مقابل مقادیر متناظر موجود برای یاتاقان های سالم مقایسه می شود. روش های اندازه گیری ارتعاشات دقیق بالاتر و خطای کمتری را نسبت به روش های اندازه گیری دما دارا می باشند. [۲]

۵- سازه اصلی واگن ها و لکوموتیوها

سازه اصلی واگن ها و لکوموتیوها از جمله قسمت ها و اجزاء مهم وسائل نقلیه ریلی بحساب می آید که از نظر مقاومت در مقابل ضربه های دینامیکی ناشی از بارها، مقاومت در مقابل نیروهای ناشی از سوانح واژگونی و خروج از خط، ... و نیروهای دینامیکی حاصل از اندرکنش واگن های متواالی یک قطار حائز اهمیت است. همچنین شکل، اندازه و ویژگی های توزیع جرم سازه وسائل نقلیه ریلی تأثیر مستقیمی در رفتار دینامیکی قطارها دارد. این مسائل در رابطه با سازه لکوموتیوها اهمیت بیشتری پیدا می کند. باید توجه داشت که تغییر شکل دائمی سازه اصلی لکوموتیوها و تا حدی واگن های باری از جمله مسائلی است که بطور مستقیم و غیر مستقیم رفتار دینامیکی لکوموتیوها را تحت تأثیر قابل توجه خود قرار می دهد. [۲]

۶- قلاب و تامپون واگن ها و لکوموتیو ها

الف) تامپون های وسائل نقلیه ریلی

از تامپون ها به منظور جلوگیری از ضربه شدید واگن های یک قطار به همدیگر هنگام ترمزگیری یا شتاب گیری استفاده می گردد. در واقع تامپون واگن ها همان کار ضربه گیر در قلاب های اتوماتیک را انجام می دهد. هر واگن دارای ۴ دستگاه تامپون می باشد که دو دستگاه آن ها در جلو و دو دستگاه دیگر در عقب واگن ها نصب می شوند. از هر چهار دستگاه تامپون واگن ها دو دستگاه آن ها تخت و دو دستگاه دیگر محدب می باشد.

تامپون ها معمولاً از دو جداره استوانه ای شکل تو خالی تشکیل شده اند که در داخل یکدیگر قرار می گیرند. یکی از این جداره ها ثابت و دیگری نسبت به آن متحرک می باشد. سطح ضربه تامپون ها نیز در دو نوع محدب و تخت می باشند. در موقع تشکیل قطارها تامپون های محدب و تخت واگن ها روبروی یکدیگر قرار داده می شوند تا واگن ها بتوانند هنگام عبور از قوس ها بر احتی گردش کنند. تامپون ها معمولاً بوسیله پیچ و مهره به شاه تیر عرضی شاسی واگن ها متصل می شوند. قطر صفحات سپری تامپون ها طبق اندازه های بین المللی بوده که برای واگن های دو محوره حداقل 350 میلیمتر و برای واگنهای چهار محوره حداقل 450 میلیمتر است. این مقدار برای واگن های مسافری 600 میلیمتر می باشد. سپری ها معمولاً برای واگن های باری بصورت دایره ای شکل و برای واگن های مسافری ذوزنقه ای می باشند. تامپون ها با توجه به انواع سیستم های فنری مورد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

استفاده در آن ها، نوع بشقابک و پیوسته مورد نیاز، میزان کورس، چگونگی و قابلیت گردش میله تامپون در داخل پوسته به انواع مختلف تقسیم بندی می شوند.

در اکثر تامپون ها استوانه داخلی در داخل استوانه خارجی بصورت کشویی می باشد. در این حالت استوانه خارجی ثابت و استوانه داخلی متحرک است. در انتهای پوسته ثابت تامپون ها صفحه ای چهار گوش جوشکاری شده و مستقیماً با صفحه دیگری که نقش نگهدارنده تامپون را بر عهده دارد توسط پیچ و مهره به شاسی اصلی واگن متصل می گردد. اندازه قطر سپری تامپون ها بستگی به طول واگن ها دارد.

قدرت ضربه گیری با مقاومت تامپون ها در برابر ضربات بستگی مستقیم به نوع فنر آن ها دارد. در حال حاضر در رایج ترین نوع تامپون ها از فرهای نوع حلقوی یا رینگی استفاده می شود که بتوانند حداقل دو سوم ضربات وارد را جذب کرده و دارای طول عمر بالایی باشند. در شرایط بهره برداری، سطح سپری ها باستی آغشته به روغن باشد تا از ساییدگی آن ها جلوگیری شود. همچنین بین دو استوانه نیز باید گریسکاری شده تا حرکت تامپون ها را آسان سازد.

(ب) قلاب ها

برای اتصال و انفعال وسائل نقلیه ریلی تشکیل دهنده قطارها به یکدیگر و جهت انتقال نیروهای فی مابین آن ها از قلاب و زنجیر کشش استفاده می شود. این اجزاء در وسط شاسی عرضی طرفین واگن ها نصب می شوند. قلاب ها به طور کلی به دو نوع قلاب های کشش معمولی و قلاب های اتوماتیک تقسیم بندی می شوند. قلاب های اتوماتیک از ساختار پیچیده تری برخوردار بوده و مهمترین وجه تمایز آن ها با قلاب های معمولی قابلیت مقاومت در برابر نیروهای فشاری است که وضعیت مشابه با وضعیت در تامپون ها را دارند. قلاب های کشش معمولی در حالت کلی شامل میله قلاب، میله اتصال مجموعه فنر به میله قلاب و مجموعه فنر قلاب می باشند. قلاب های معمولی از نظر اتصال قلاب به مجموعه فنر به دو دسته قلاب های کشش سراسری و قلاب های کشش منقطع که در آن ها زنجیر کشش خود دو قلاب واگن را به یکدیگر متصل می کند تقسیم می کنند. [۲]

۴-۲- سیستم ترمز هوایی واگن ها و لکوموتیوها

در وسائل حمل و نقل ریلی از انواع مختلف سیستم های ترمز نیز به فاکتورهایی مانند نیروی ترمیزی مورد نیاز، وزن وسیله نقلیه ریلی، شاخص های ایمنی، قابلیت اطمینان و مسایل اقتصادی که به ساخت، تعمیرات و نگهداری مربوط می باشد بستگی دارد. بدین جهت تاکنون سیستم های ترمز مختلفی طراحی، ساخته و بکار گرفته شده و تلاش در ارتقاء قابلیت های عملکردی آن ها همچنان ادامه دارد. اندازه گیری قابلیت های یک سیستم ترمز در مقایسه با انواع دیگر براساس معیارهای مختلفی بشرح زیر صورت می گیرد.

- امکان اعمال ترمز تدریجی و اضطراری
- امکان انجام ترمز اتوماتیک و مستقیم
- قابلیت استفاده همزمان با دیگر سیستم های ترمز
- قابلیت تنظیم نیروی ترمیزی مناسب با وزن واگن
- قابلیت اعمال حداکثر نیروی ترمیزی در یک محدوده زمانی مشخص
- میزان وابستگی کمتر ماکریم نیروی ترمیزی به سرعت حرکت وسیله نقلیه ریلی
- یکنواختی مناسب ترمیزگیری و آزادسازی در طول قطار
- سرعت انجام ترمز و آزادسازی آن
- طول عمر و مقاومت زیاد قطعات و نیز سهولت در تعمیر و نگهداری اجزاء سیستم ترمز
- قابلیت بازیابی انرژی

به غیر از سیستم ترمز سایشی یا همان ترمز هوایی، لکوموتیوها و یا واگن ها ممکن است مجهز به یک سیستم ترمز غیر سایشی به نام ترمز دینامیکی نیز می باشند.

۵-۲- اجزاء اصلی لکوموتیوها

اجزاء و سیستم های اصلی واگن ها که توضیح داده شد در لکوموتیوها هم بکار گرفته می شوند. اما در لکوموتیوها اجزای مهم دیگری وجود دارند که معمولاً واگن ها فاقد آن ها هستند که در زیر توضیح داده می شود.

معرفی اجزاء اصلی دیگر لکوموتیوها

معمولًاً اجزاء تشکیل دهنده لکوموتیوهای دیزل الکتریک (لکوموتیوهای موجود در راه آهن ایران عمدتاً از این نوع می باشند) به شرح زیر است:

- شاسی لکوموتیو که اجزاء لکوموتیو بر روی آن نصب می شوند. با توجه به نوع طراحی ممکن است تعدادی از اجزاء لکوموتیو از زیر به سازه لکوموتیو متصل گردند.
- بوژی لکوموتیو که شاسی لکوموتیو بر روی آن ها قرار گرفته و همان گونه که قبل اشاره شد شامل اجزاء اصلی قاب چرخ- محور، سیستم تعليق و ادوات و اجرای سیستم ترمز می باشد.
- واحد مولد توان که عموماً موتور احتراق داخلی دیزلی یا موتور بخار می باشد. منبع توان در لکوموتیوهای برقی همان شبکه انتقال قدرت الکتریکی است. لازم به ذکر است که امروزه مولدهای توان نوع بخاری در صنعت حمل و نقل ریلی چندان مورد استفاده قرار نمی گیرند.
- سیستم انتقال قدرت که وظیفه آن انتقال قدرت از منبع مولد توان به چرخهای است. این سیستم انتقال قدرت به صورتهای مختلف الکتریکی، هیدرولیکی یا میکانیکی طراحی شده مورد استفاده اند.
- سیستم های مصرف کننده جنبی که به طور موقت یا پیوسته از مولد قدرت لکوموتیو قدرت می گیرند ولی این قدرت جهت کشش قطار به کار نمی رود. سیستم های جنبی نظیر کمپرسور هوا، فن های رادیاتورها، فن های مکنده هوا، ... و فن های تأمین کننده هوای خنک کاری، از جمله دیگر اجزاء و واحدهای موجود در لکوموتیوها می باشند.
- سیستم ترمز که از نظر ایمنی سیر و حرکت اصلی ترین سیستم در هر لکوموتیو، واگن و قطاری می باشد. این سیستم میتواند به صورت هوایی، دینامیکی و مغناطیسی باشد. سیستم ترمز و نیروهای ترمی در رفتار دینامیکی وسیله نقلیه در فرآیندهای ترمیگیری و آزادسازی ترمی تأثیر قابل توجهی دارد.
- سیستم های کنترل که وظیفه ارتباط و هماهنگی اجزاء تحت کنترل در یک لکوموتیو را با توجه به فرامین لکوموتیوران یا فرامین هوشمند به عهده دارند. مدول های کنترل در لکوموتیوهای مختلف بسیار متنوع و گسترده اند. [۲]

واحد مولد قدرت در لکوموتیوهای دیزل الکتریک

واحد مولد قدرت وظیفه ایجاد و تأمین انرژی لازم برای حرکت لکوموتیوها و قطارها را بر عهده دارد. به طور کلی انرژی شیمیایی موجود در سوخت های مصرفی در این واحد تبدیل به انرژی مکانیکی می شود. همانگونه که قبلًا اشاره شد لکوموتیوهای برقی فاقد واحد تولید توان مستقر در لکوموتیو هستندو بر عکس واحدهای مولد توان در لکوموتیوهای دیزل الکتریک معمولًاً شامل موتورهای احتراقی درونسوز و یا موتورهای توربینی می باشند.

در آغاز پیدایش، موتورهای دیزلی بسیار سنگین از توان پایینی برخوردار بودند. از این نظر لکوموتیوهای دیزلی از لحاظ توان مخصوص بویژه برای سرعت های بالا نامناسب بودند. لذا همزمان با پیدایش و استفاده از لکوموتیوهای دیزلی، لکوموتیوهای توربینی نیز که دارای نسبت توان به وزن بالایی بودند نیز برای استفاده در لکوموتیوها تکامل یافتهند. اما سیستم های مبتنی بر توربین گازی به علت کارایی پایین و نامناسب در بارهای میانی و نیز کم بودن بازده و در نهایت آمار بالای خرابی ها و هزینه های هنگفت تعمیر و نگهداری به تدریج میدان را به نفع موتورهای دیزلی رقیب تر کردند. اخیراً دوباره با ساخت و معرفی توربین

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

های گازی با راندمان بالا و استفاده از روش های نوینی جهت جبران معایب آن ها، کاربرد این نوع واحدهای مولد توان مجدداً مطرح گردیده است. [۲]

اجزاء و ویژگی های اصلی سیستم انتقال قدرت لکوموتیوها

وظیفه سیستم انتقال قدرت در لکوموتیوها تغییر مشخصه های توان یا قدرت ترمزی (قدرت خروجی از موتور دیزلی) جهت استفاده از آن در چرخ های محرك لکوموتیوها می باشد. به عنوان نمونه در یک لکوموتیو دیزل الکتریک قدرت مرکزی موتور دیزل به صورت گشتاور پایین و دور بالا به پنراتور داده می شود که در لبه چرخ ها و بخصوص در آغاز حرکت لکوموتیو به گشتاور بالا و دور پایین تبدیل می شود. به طور کلی یک سیستم انتقال قدرت مناسب در لکوموتیوها باید دارای ویژگی های زیر باشد:

- امکان انتقال قدرت ثابت در گستره وسیعی از دور و گشتاور (به این معنی که سیستم انتقال قدرت بتواند در هر توان ثابت دریافتی از موتور محدوده وسیعی از مشخصه های دور و گشتاور را در خروجی خود تحويل دهد).
- راندمان بالا در گستره وسیعی از دور و گشتاور ورودی و خروجی (در اینجا منظور از راندمان نسبت توان خروجی به توان ورودی سیستم انتقال قدرت است)

سهولت تعمیر و نگهداری و عمر بالای اجزای تشکیل دهنده سیستم

ارزان بودن (اقتصادی بودن) از نظر سرمایه اولیه خرید، تعمیرات و نگهداری

در راه آهن های دنیا سیستم های انتقال قدرت مختلفی در لکوموتیوها بکار گرفته می شود که به انواع کلی آن ها در زیر اشاره می شود.

- سیستم انتقال قدرت مکانیکی: یک سیستم انتقال قدرت ارزان و مناسب برای توان های پایین می باشد. که با وجود راندمان پایین به واسطه ارزان بودن برای لک.م.تیوهای مانوری و صنعتی مورد توجه و مناسب است.
- سیستم انتقال قدرت هیدرودینامیکی: این سیستم نسبت به سیستم انتقال قدرت مکانیکی در محدوده توان بالاتر مورد استفاده است. اما در عوض راندمان آن در محدوده نسبتاً کوچکی بهینه است.
- سیستم انتقال قدرت الکتریکی: یک سیستم کارآمد برای انتقال قدرت در توان های بالاست که در محدوده بسیار گستره ای از دور و گشتاور با راندمان بالا عمل می کند. به هر حال از محدودیت های سیستم انتقال قدرت الکتریکی گرانی، پیچیدگی، ... و نرخ خرابی بالای آن ذکر کرد.

ماشین های الکتریکی اعم از موتورهای کششی و ژنراتورها بعنوان اجزای اساسی سیستم انتقال قدرت الکتریکی در لکوموتیوهای دیزل- الکتریک و لکوموتیوهای برقی از اهمیت بالایی برخوردارند. در ابتدا از موتورها و ژنراتورهای جریان مستقیم استفاده می شد اما با تکامل المان های یکسو کننده توان بالا، بتدريج ژنراتورهای جریان متسابق جايگزين ژنراتورهای جریان مستقیم شده اند. [۲]

شناخت و بررسی مسائل تراکشن موتورهای لکوموتیوها

شناخت و بررسی مسائل مربوط به واحد مولد قدرت و سیستم انتقال قدرت از منبع تغذیه قدرت به چرخها در دینامیک حرکت قطارها بسیار مهم، ضروری و مفید است. مکانیزم انتقال قدرت از منبع تغذیه قدرت به لبه چرخ ها در لکوموتیوهای الکتریکی و لکوموتیوهای دیزل الکتریک و قطارهای خودکشش به صورت الکتریکی توسط موتورهای کششی (تراکشن موتورها) صورت می گیرد.

بکارگیری موتورهای کششی در صنعت حمل و نقل ریلی به سال ۱۸۹۰ میلادی بر میگردد که تراکموهای اولیه با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم ولتاژ پایین که مستقیماً از نیروگاه تأمین می شد به حرکت در می آمدند. پس از آن در سال ۱۹۰۰ تراکشن موتورهایی که با ولتاژ بالاتر از ۶۰۰ ولت و جریان مستقیم کار می کردند مورد استفاده قرار گرفتند. انرژی الکتریکی مورد نیاز توسط پست های فرعی که خود از نیروگاههای مولد جریان الکتریکی متنابوب ولتاژ بالا تغذیه می شدند تأمین می گشت. پیشرفت های مداوم تکنولوژی تراکشن موتورها استفاده جریان الکتریکی با ولتاژ بالا تا حدود ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ ولت متنابوب را تا

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سال ۱۹۱۰ ممکن ساخت. در حدود سال ۱۹۲۰ بود که با توسعه تکنولوژی یکسوکننده ها امکان استفاده از تراکشن موتورهای جریان مستقیم اما ولتاژ بالا بوجود آمد. در ادامه این موفقیت ها، لکوموتیوهای دیزل- الکتریکی در سال ۱۹۳۰ در راه آهن های مختلف مورد استفاده قرار گرفتند. به دنبال آن استفاده از تراکشن موتورهای ۲۵ کیلو ولت AC در فرکانس صنعتی تا سال ۱۹۵۰ عملی گشت. تقریباً از سال های حدود ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۰ تراکشن موتورهای الکتریکی خطی نیز هم در قطارهای سریع السیر و هم در قطارهای باری تناز بالا مورد استفاده قرار گرفته اند. در حال حاضر با استفاده از موتورهای کششی سه فاز القابی امکان حمل و نقل ریلی تا سرعت ۳۵۰ کیلومتر در ساعت را ممکن ساخته است. سیستم های کشش الکتریکی برای خطوط ریلی بین شهری و مواردی از قطارهای سیک شهری و طول فرازهای تند زیاد باشد، بسیار مناسب تر از سیستم های کششی نوع دیزل- الکتریک است. [۲]

معیارها	ردیف	سیستم های دیزل- الکتریک	سیستم های دیزل	سیستم های الکتریکی
ظرفیت بار	۱	بالا	بالا	بسیار زیاد (مقید به اندازه موتور)
عملکرد در فرازهای تند و طولانی	۲	محدود و مقید به زمان کوتاه (حدود یک ساعت)	محدود و مقید به زمان کوتاه (حدود چند ساعت)	خوب و ظرفیت بالای افزایش بار در زمان طولانی
نیروی کشش در راه اندازی	۳	محدود به ماکزیمم قدرت اسمی موتور	محدود به ماکزیمم قدرت اسمی موتور	ظرفیت بالای افزایش بار (محدود به ضریب چسبندگی و کنترل آن)
بازیافت انرژی	۴	ضعیف و غیرمرسوم	ضعیف و غیرمرسوم	امکان پذیر و مرسوم
آلودگی هوا	۵	نامناسب از نظر تولید گازهای گلخانه ای، دود، ذرات معلق	نامناسب از نظر تولید گازهای گلخانه ای، دود، ذرات معلق	خوب و محدود به نیروگاه
نوع سوخت	۶	سوخت مرغوب و منابع محدودتر	سوخت مرغوب و منابع محدودتر	متنوع (حتی سوخت های نامرغوب)
سرمایه اولیه	۷	پایین	پایین	بالا
هزینه برداری	۸	بالا	بالا	پایین
تنوع	۹	محدود	محدود	واسیع
قابلیت اعتماد	۱۰	زیاد و مستقل	زیاد و مستقل	کم و وابسته
طول عمر مفید	۱۱	در حدود ۱۵ سال	در حدود ۱۵ سال	نسبتاً طولانی تر (در حدود ۴۰ سال)
کاربرد	۱۲	خطوط باری و مسافری در سرعت های متوسط	خطوط باری و مسافری در سرعت های متوسط	خطوط مسافری (سریع السیر) و باری (تناز بالا)
راندمان حرارتی	۱۳	پایین (ماکزیمم حدود ۳۰٪)	پایین (ماکزیمم حدود ۳۰٪)	بالا (ماکزیمم حدود ۴۰٪)
هزینه های برداری	۱۴	بیشتر	بیشتر	کمتر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۲-۲- مقایسه سیستم های کشنش لکوموتیوهای دیزل- الکتریکی و لکوموتیوهای الکتریکی

سیستم های کنترل در لکوموتیوها

در شرایطی که لازم است کار کرد المان های اصلی و مهم یک لکوموتیو به طور خودکار با توجه به فرامین راننده و یا فرامین هوسمند و شرایط کاری لکوموتیو و با در نظر گرفتن حفاظت این اجزاء بدون دخالت عامل انسانی کنترل گردد مبحث سیستم های کنترلی لکوموتیوها مطرح می گردد.

سیستم های کنترل لکوموتیوها می توانند بسیار ساده (برای لکوموتیوهای سبک با سیستم انتقال قدرت مکانیکی) یا بسیار گستره و پیچیده (در لکوموتیوهای دیزل الکتریک مدرن) باشند. اصولاً نمیتوان سیستم کنترل یک لکوموتیو را یک سیستم متمرکز دانست چرا که این سیستم با توجه به وظیفه خود در تمام لکوموتیو و اجزاء اصلی آن پراکنده است. از گاورنر موتور که وظیفه کنترل دور و توان موتور دیزلی را بر عهده دارد تا ترمومترات های کنترل کننده دمای آب موتور و مدول های الکتریکی مختلف که با دریافت سیگنال ها وظیفه کنترل و حفاظت اجزاء و عملکرد قسمتهای مختلف لکوموتیو را بر عهده دارند همه جزء سیستم های کنترل لکوموتیو محسوب می شوند. به طور کلی سیستم کنترلی یک لکوموتیو دیزلی وظایف زیر را انجام می دهد:

- نگاه داشتن اجزاء و سیستم های عمدۀ لکوموتیوها شامل موتور دیزلی، ژنراتور، تراکشن موتور و کمپرسور (در لکوموتیوهای دیزل الکتریک) در نقاط کار تعریف شده آنها با حداکثر راندمان با توجه به فرامینی که توسط لکوموتیوران صادر می شود.
- حفاظت از اجزاء و سیستم های فوق در صورت خروج آن ها از نقاط کار ایمن و تعریف شده آن ها با ارائه هشدار به راننده یا با ارسال و اعمال فرامین خودکار.
- کنترل عملکرد اجزاء اصلی لکوموتیوها با توجه به شرایط کاری قطار

سیستم ترمز دینامیکی در لکوموتیوها

علاوه بر ترمز سایشی لکوموتیوها مجهز به یک سیستم ترمز غیر سایشی به نام ترمز دینامیکی نیز می باشند. در لکوموتیوها یا واحدهای کشنده برقی یا دیزل- الکتریک تراکشن موتورها از طریق جعبه دنده با محور چرخ ها در ارتباط بوده و از این طریق نیروی کششی به چرخ ها اعمال می شود. به هنگام اعمال نیروی کششی، تراکشن موتورها به گونه ای تغذیه می شوند. که اعمال گشتاور القایی بر محور تراکشن موتور که به چرخدنده پینیون متصل است انجام شده و این گشتاور از طریق چرخ دنده محور به چرخ ها اعمال می شود.

در حالت کششی تراکشن موتورها به اعمال گشتاور در جهت موافق دوران چرخ ها می پردازد. در حالت ترمزگیری دینامیکی با تغییراتی که در مدار تغذیه تراکشن موتورها داده می شود تراکشن موتورها نه تنها نیروی کششی اعمال نی کنند بلکه مانند یک ژنراتور در مقابل دوران چرخ ها مقاومت کرده و از این طریق انرژی جنبشی قطار را به صورت انرژی الکتریکی از آن خارج می کنند. در بسیاری از وسائل نقلیه ریلی این انرژی بدون اینکه مورد استفاده قرار گیرد بوسیله یک جعبه مقاومت الکتریکی که در مسیر جریان الکتریکی خروجی از ترمز دینامیکی قرار داده شده به صورت انرژی حرارتی دفع می گردد. این نوع سیستم ترمز الکترودینامیکی بدون بازیاب شناخته و معروفی شده اند. [۲]

سیستم های جنبی در لکوموتیوها

در لکوموتیوها به هر قسمتی که در زنجیره تولید و انتقال قدرت به چرخ ها به طور مستقیم دخالت نداشته ولی به نوعی مصرف کننده قدرت برای مقاصدی غیر از ایجاد نیروی کششی در لبه چرخ ها باشد سیستم جنبی گفته می شود. سیستم های جنبی خود به دو گروه عمدۀ زیر تقسیم می شوند:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- سیستم هایی که وظیفه آن ها نگهداشتن اجزاء و سیستم های اصلی لکوموتیو در نقاط کاری تعریف شده آن ها بوده و به این منظور بخشی از توان لکوموتیو را مصرف می کنند. این سیستم ها در یک لکوموتیو دیزل الکتریک شامل فن ها خنک کننده آب رادیاتورها، ... و فن های خنک کننده ماشین های الکتریکی می باشند.
 - سیستم هایی که جهت مقاصد دیگری مستقلأً مصرف کننده انرژی الکتریکی یا مکانیکی می باشند که در یک لکوموتیو دیزل الکتریک شامل کمپرسورها، انواع سیستم های رفاهی کابین نظری یخچال، کولر، بخاری، ... و توان سرباره مورد نیاز واگن ها در لکوموتیوهای مسافری می باشند.
- لازم به ذکر است که به هر میزان بتوان این سیستم های جنبی و توان مصرفی آن ها را محدود نمود توان کششی بالاتر خواهد رفت. [۲]

۶-۲- اصطلاحات و تعاریف مربوط به خطوط ریلی

روسازی: بدنه اصلی یک راه آهن است که وظیفه تحمل، انتقال و توزیع بار واردہ از چرخ های وسائط نقلیه ریلی به بستر زیر سازی را بر عهده دارد. روسازی متدال خطوط ریلی از دو ریل ممتد و موازی، تراورس های زیر ریل، لایه بالاست و زیر لایه بالاست، ادوات اتصال ریل ها و تراورس ها، ... و عایق بندی آن ها تشکیل می شوند.

بستر یا زیر سازی آهن: بالاترین سطح زیر سازی است که روسازی راه آهن بر روی آن قرار میگیرد. قطعه (بلک): معمولاً به فاصله بین مبادی ورودی و خروجی بین ایستگاه ها و مراکز علائم و کنترل قطارها در خطوط راه آهن گفته می شود که در آن واحد یک وسیله نقلیه (در شرایط و خطوط عادی) می تواند در آن قرار داشته باشد. اخیراً با پیشرفت های تکنولوژی که در رابطه با علائم و ارتباطات و کنترل قطارها صورت گرفته است مدل بلک یا قطعه متحرک مطرح شده که از نظر بهره برداری از خطوط، کاربرد و اهمیت فراوانی پیدا کرده است.

عرض خط یا گیج: کوچکترین فاصله عرضی بین لبه های داخلی دو ریل از عمق ۱۴ میلیمتری از سطح فوقانی آن ها است. انواع رایج عرض خط عبارتند از:

- عرض خط استاندارد (معمولی یا کامل) برابر ۱۴۳۵ میلیمتر
- عرض خط پهن (عریض) بیشتر از ۱۴۳۵ میلیمتر
- عرض خط متریک ۱۰۰۰ تا ۱۴۳۰ میلیمتر
- عرض خط باریک کمتر از ۱۰۰۰ میلیمتر

بار محوری: حد بالای برآیند بارهای قائم واردہ از یک چرخ- محور هر وسیله نقلیه ریلی به ریل ها، در وضعیت سکون و بدون در نظر گرفتن اثرات دینامیکی آن، بار محوری نام دارد. بار محوری از تقسیم بیشترین وزن ناخالص وسیله نقلیه ریلی بر تعداد محورهای آن محاسبه می شود.

بار طولی وسیله نقلیه: بار واردہ بر هر متر طول روسازی است و از تقسیم وزن ناخالص وسیله نقلیه عبوری به طول آن (از ابتدای تامپون های یک طرف تا انتهای تامپون های طرف دیگر در وضعیت آزاد) محاسبه می شود. بار ناخالص سالانه: وزن ناخالص ناوگان عبوری از یک محور در یک سال است که شامل وزن ناخالص رفت و برگشت ناوگان باری، مسافری و عملیاتی می باشد.

سرعت طرح: بیشترین سرعت مجاز مورد نظر در یک خط است که مشخصات هندسی مسیر براساس آن محاسبه و طراحی می شوند.

فراز یا شیب طولی خط: تغییر تدریجی فراز خط در امتداد آن است که از تقسیم اختلاف ارتفاع به طول متاضر با آن بدست می آید. معمولاً فراز خط بر حسب درصد یا در هزار بیان می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شیب عرضی خط (دور): اختلاف ارتفاع عرضی دو ریل نسبت به همدیگر که برای جبران یا کاهش آثار نیروی گریز از مرکز ناوگان عبوری در قوس ها منظور می شود را می گویند. دور براساس شعاع قوس، سرعت ناوگان عبوری و با توجه به مقدار حدی شاخص بار واژگونی، خروج از خط، راحتی سفر و تنش مجاز واردہ به اجزاء خط و وسائط نقلیه عبوری محاسبه می شود.

ریل ها: عناصر اصلی روسازی خطوط می باشند که حرکت چرخ های وسائط نقلیه ریلی بر روی آن ها صورت میگیرد. ریل ها اصلی ترین و آنی ترین نقش در اندرکنش خط با وسائط نقلیه را بازی می کنند.

تراورس ها: تیرهای عرضی زیر ریل در خطوط ریلی می باشند که از جنس چوب، فولاد، بتون، پلاستیک های فشرده، سرامیک یا ترکیب آن ها ساخته شده و ریل ها بر روی آن ها تثبیت می شوند. در مرتبه ای بعد از ریل ها، تراورس ها در اندرکنش دینامیکی خطوط و وسائط نقلیه حائز بیشترین اهمیت اند.

پابندها: وسایلی برای اتصال ریل ها به تراورس ها می باشند که وظیفه تثبیت ریل ها بر روی تراورس ها و جلوگیری از حرکت طولی، عرضی، دورانی و کمانش قائم و جانبی آن ها را دارند.

لایه بالاست: لایه ای از دانه های درشت سنگی یا سرباره کوره های ذوب آهن با ابعاد ۲۰ تا ۶۰ میلیمتر می باشد که عنوان یک تکیه گاه مناسب شناور برای تثبیت تراورس ها در نظر گرفته می شود.

زیر لایه بالاست: لایه میانی بین لایه بالاست و بستر خط است که از دانه های ریز شن، ماسه و خاک تشکیل شده و مانع نفوذ و فرورفتان قطعات بالاست در بستر روسازی و نیز موجب توزیع بهتر بارهای خارجی واردہ بر خط و تسريع زهکشی آب باران می شود. [۱]

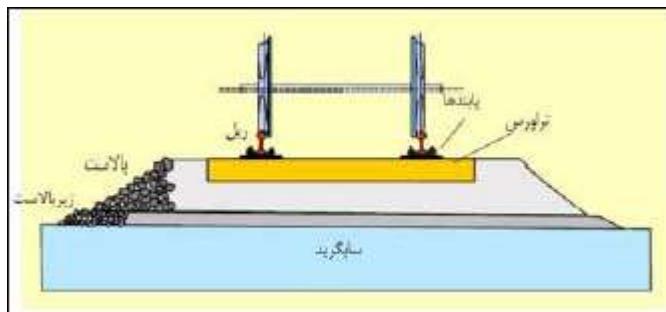
۷-۲- دسته بندی خطوط ریلی از نظر سازه خط

خطوط و سیستم های مختلف حمل و نقل ریلی به دلیل تنوع در طراحی، ساخت، اجرا و بهره برداری و گستردگی تکنولوژی مربوطه انواع مختلفی را شامل می شوند. خطوط راه آهن به دو دسته کلی خطوط با بالاست و خطوط بدون بالاست تقسیم می شوند.

۷-۱- خطوط با بالاست:

این نوع خطوط شامل قسمت های مختلف زیر سازی، زیر لایه بالاست، لایه بالاست، تراورس ها، پابندها و ریل هاست. استفاده از این نوع خطوط بسیار متداول بوده و عملکرد دینامیکی بسیار خوبی در راه آهن های مختلف جهان از خود نشان داده است. اگر چه هزینه تعمیر و نگهداری این نوع خطوط زیاد است ولی هزینه احداث آن ها کمتر از خطوط بدون بالاست است. تراورس ها در توزیع یکنواخت بار اعمالی از ریل ها به لایه بالاست و دیگر اجزاء خطوط مفید و ضروری بوده و در حفظ گیج خط و تنظیم پروفیل عرضی و طولی خطوط ریلی بسیار موثرند. تراورس هایی که ریل ها بر رویشان نصب می شوند در لایه بالاست بصورت شناور قرار می گیرند. لایه بالاست از حرکت ریل ها به دلیل نیروهای جانبی و قائم که از وسائط نقلیه به آن ها وارد می شود جلوگیری می کند. لایه بالاست با حدود ۳۰ سانتی متر ضخامت، تا حدود ۵۰ سانتی متر از دو سر تراورس ها بصورت فشرده و متمرکز وجود دارد تا از حرکت جانبی ریل ها جلوگیری بیشتری بشود. اندازه، جنس و شکل سنگ های بالاست براساس استانداردهای مربوط به زیر سازی خطوط ریلی تعیین می گردد. زیر لایه بالاست به عنوان حد فاصل بین لایه بالاست و فنداسیون استفاده می شود. فنداسیون خط نیز عنوان پایه و تکیه گاه اصلی لایه های بالاست و زیر لایه بالاست بر روی سطح زمین تعییه می شود. [۱]

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۲- نمونه خط با بالاست

۴-۲- خطوط بدون بالاست

این نوع خطوط شامل یک دال بتنی پیش ساخته و یا بتن درجا (دال دفنی) می باشد که ریل و صفحه لاستیکی زیر ریل بر روی آن قرار گرفته از طریق پابندها ثبیت می شوند. دال یا تیر بتنی می تواند از نوع پیش تنیده معمولی باشد. در این نوع خطوط لایه بالاست وجود نداشته و هزینه احداث روسازی آن ها نسبتاً زیادتر (حدود ۳۰ درصد) است. ولی در عوض هزینه های تعمیرات و نگهداری آن ها تقریباً پایین است. در مقابل، به دلیل حذف لایه های بالاست سر و صدا در خطوط بدون بالاست در مقایسه با خطوط بالادستی بیشتر است. استفاده از این نوع خطوط در پل ها، تونل ها، محوطه بنادر و محدوده شهرها مرسوم تر است. خطوط بدون بالاست به دو دسته کلی پیش ساخته و بتن ریزی در محل تقسیم بندی می شوند. تأثیر خطوط با بالاست و بدون بالاست بر رفتارهای دینامیکی حرکت قطارها و اندرکنش فی مابین آن ها تفاوت اساسی دارند. این تفاوت ها به دلیل تفاوت در اجزاء تشکیل دهنده روسازی خطوط و به خصوص لایه بالاست و نحوه اتصال ریل ها و خطوط می باشد. [۱]

اجزاء روسازی و زیر سازی خطوط بدون بالاست	اجزاء روسازی و زیر سازی خطوط با بالاست
ریل ها	ریل ها
ادوات اتصال ریل ها و تراورس ها	ادوات اتصال ریل ها و تراورس ها
تراورس های کامپوزیت، بتنی و یا تکیه گاه های مدفون	تراورس های چوبی، فلزی، بتنی و یا کامپوزیتی
لایه های تقویت کننده و نگهدارنده بتنی یا آسفالتی	لایه بالاست
بستر یا لایه چسبنده محافظ روئی	لایه زیر بالاست
بستر یا لایه غیر چسبنده قوی تر زیرین	بستر یا لایه شکل دهنده
اساس یا فونداسیون قویتر	اساس یا فونداسیون قویتر

جدول ۳-۲- اجزاء اصلی تشکیل دهنده خطوط با بالاست و خطوط بدون بالاست

۵- ویژگی ها و مشخصات مختلف ریل ها

از نظر تاریخی تا قبل از سال ۱۷۸۹ میلادی عموماً ریل های چوبی کا بر روی آن ها تسمه و نوارهای فلزی نصب می شد. مورد استفاده قرار می گرفتند. پس از آن ریل های چدنی و سپس در سال ۱۸۰۵ استفاده از ریل های آهنی معمول گشت. نهایتاً ریل های فولادی با ویژگی های امروزی در سال ۱۸۲۹ بکار گرفته شدند. ریل های فولادی در سه گروه ریل های دو سر، ریل های یک سر ضخیم و ریل های با پای تخت طراحی و ساخته شده اند. [۱]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قسمت های مختلف ریل ها

ریل ها از سه قسمت اصلی پایه ریل، تاج ریل و جان ریل تشکیل می شوند.

پایه ریل: قسمتی از ریل است که بر روی تراورس ها یا صفحات اصطکاکی زیر ریل قرار می گیرد و نیروهای عمودی و افقی (نیروهای طولی و عرضی) چرخ را به تکیه گاه های زیر آن منتقل میکند.

تاج ریل: سخت ترین قسمت ریل است که در تماس مستقیم با چرخ های وسائط نقلیه عبوری بوده و بیشترین وزن ریل را به خود اختصاص می دهد. عمدۀ معایب و خرابیهای ریل ها مربوط به تاج آن ها است.

جان ریل: قسمت بین پایه ریل و تاج ریل می باشد که عهده دار انتقال نیروهای واردۀ از تاج ریل به پایه ریل میباشد. ریل ها لازم است از ویژگی ها و کیفیت مناسبی از لحاظ حرکت مناسب قطارها برخوردار باشند که به مواردی از آن ها مختصراً اشاره می شود:

- توزیع جرم در سه قسمت مختلف تاج، جان و پایه باید به نوعی باشد که توزیع تنش یکنواخت مناسبی را تحت بارهای مختلف داشته باشد.
- توزیع جرم در سه قسمت ریل باید به گونه ای باشد که مرکز جرم تا حد ممکن در فاصله میانی ارتفاع ریل قرار گیرد ات تنش های فشاری و کششی (برشی) ماکزیمم ناشی از خمش تقریباً هم برابر کنند.
- پروفیل زیر و روی پایه ریل ها باید به گونه ای باشد که اتصال مقاوم و مناسب ادوات اتصال ریل ها به تراورس ها و یا دیگر اجزاء خود را تضمین کند.
- تاج ریل باید از چنان ضخامتی برخوردار باشد تا بر اثر سایش ضخامت آن در زمان کوتاه از حداقل لازم کمتر نشود.

ریل لازم است از سختی جانبی و قائم مناسبی برخوردار باشد.

پروفیل تاج ریل باید در راستای سازگاری مناسب با پروفیل چرخ از ابعاد هندسی مناسبی برخوردار باشد. معمولاً سطح تاج ریل ها دارای سه قوس به شعاع های حدود ۸۰، ۳۰۰ و ۸۰ میلیمتر می باشند.

سطح بالای تاج ریل و سطح جانبی داخلی آن باید در مقابل سایش غلتتشی و سایش ناشی از تماس فلاچ چرخ ها مقاومت و سختی خوبی داشته باشد.

عرض پایه ریل ها باید در حدی باشد که ریل ها در مقابل نیروهای واژگونی و بروز گشتاورهای دورانی ناشی از حرکت قطارها و بروز خروج از خط مقاومت نماید.

پروفیل ریل ها باید به گونه ای طراحی شود که اندازه سطح تماس چرخ و ریل در حد کافی وسیع باشد. ضمن اینکه سازگاری هندسی دینامیکی خوبی با پروفیل عرضی چرخ ها داشته باشند.

تنش در ریل

ریل ها تحت تأثیر بارهای واردۀ و اثرات محیطی متحمل تنش های مختلفی می گردند که مهمترین آن ها عبارتند از:

- تنش های مماسی ناشی از تماس چرخ و ریل و نیروهای خرزشی و لغزشی فی مابین آن ها
- تنش های کششی و فشاری ناشی از خمش طولی ریل ها بر روی تراورس ها و لایه بالاست
- تنش های کششی و فشاری ناشی از خمش عرضی ریل ها (دوران ریل ها حول محور طولی آن ها)
- تنش های کششی و فشاری ناشی از انبساط و انقباض حرارتی در ریل ها
- تنش های پسماند ناشی از نورد ریل ها

لازم به ذکر است که مجکووه تنش های فوق نباید از مقاومت مجاز ریل ها بیشتر باشند. مقاومت ریل ها حد تنش کششی مجاز یا مقاومت کششی فولاد آن ها است. مقاومت ریل بر حسب جنس فولاد و سختی آن ها متفاوت است.

مشخصات ریل ها از لحاظ مواد تشکیل دهنده آن ها

در صنعت حمل و نقل ریلی معمولاً از دو نوع ریل فولادی کم کربن و پر کربن استفاده می گردد. ریل نوع اول معمولاً در خطوط مستقیم و در شرایط معمولی و عادی مورد استفاده قرار می گیرد و از آلیاژی با ترکیب زیر ساخته شده است: کربن حدود ۶۸٪ تا ۵۵٪ درصد

منگز حدود ۶۵٪ تا ۹٪ درصد

سیلیکن، سولفور و فسفر هر کدام کمتر از ۰.۵٪ درصد

ریل های پر کربن بیشتر در سوزن ها، قوس ها، فرازهای شدید و محیط هایی که آلایندگی زیادی وجود دارد بکار می رود و دارای سه نوع آلیاژ مختلف بصورت زیر می باشند:

- فولاد پرکربن با درصد منگنز متوسط که درصد مواد دیگر آنت بصورت زیر می باشد.
- منگنز ۱٪ تا ۴٪ درصد

کربن ۰.۴۵٪ تا ۰.۵۵٪ درصد

سیلیکن، سولفور و فسفر هر کدام کمتر از ۰.۵٪ درصد

فولاد پرکربن با درصد منگنز بالا که درصد مواد دیگر آن بصورت زیر است.

منگنز ۰.۵٪ تا ۱٪ درصد

کربن ۰.۹۵٪ تا ۱٪ درصد

فولاد پرکربن کروم دار که درصد مواد دیگر آن معمولاً مطابق زیر می باشد.

کروم ۰.۷۵٪ تا ۱٪ درصد

منگنز ۰.۶۵٪ تا ۰.۸۵٪ درصد

کربن ۰.۴۲٪ تا ۰.۵۳٪ درصد

خرابی موضعی ریل ها

ترک های طولی در جان ریل ها و در ناحیه اتصال تاج و جان ریل ها: این نوع خرابی معمولاً در انتهای ریل بوجود می آید

و باعث جدا شدن کلاهک از جان ریل می شود. شروع این ترک ها به موازات کلاهک است و سپس به سمت بالا، پایین و یا هر دو طرف منحرف می شود. این نوع ترک باید با جایگزینی یک قطعه ریل در ناحیه ترک خورده و جوش دادن آن ترمیم شود.

ترک های ستاره ای در سوراخ های ریل ها: این نوع ترک ها معمولاً تحت تأثیر بارهای عبوری در سوراخ های مربوط به قطعات اتصالی ریل ها بوجود می آیند و در ابتدا دارای زاویه ۴۵ درجه اند. این نوع خرابی ها باید با برش ریل در طول خرابی و جایگزینی آن با ریل های سالم ترمیم شود.

شکست عرضی ریل ها: این نوع خرابی معمولاً بصورت ناگهانی و بدون وجود علائم قبلی و بیشتر در مناطق و نواحی سرد اتفاق می افتد. در صورتی که این نوع خرابی حین عبور قطارها ایجاد شود ممکن است باعث بروز سانحه گردد. پس از ایجاد و مشاهده شکست بلافصله باید نسبت به تعویض ریل های معیوب اقدام شود. [۱]

۹-۲- نیروهای وارد بر ریل ها

معمولتاً سه نوع نیرو در ضمن حرکت قطارها به خطوط ریلی اعمال می شود.

نیروهای قائم: این نیروها به دلیل اثر بارهای قائم ناشی از وزن وسیله نقلیه در ریل ها ایجاد می شوند. اجزایی چون ریل ها و تراورس ها در مقابل نیروهای قائم معمولاً بصورت کاملاً الاستیک عمل می کنند. در مقابل تجربه نشان داده است که لایه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بالاست و قسمت های زیر سازی رفتاری الاستیک-پلاستیک از خود نشان می دهند. این نیروها در رابطه با طراحی اجزاء خط و اندرکنش خط و قطار از اهمیت فوق العاده ای برخوردار بوده. نیروهای قائم وارد بر ریل ها ناشی از عوامل زیر می باشند:

- بار استاتیکی ناشی از وزن چرخ ها
- بار دینامیکی ناشی از حرکت وسائل نقلیه
- نیروهای آئرودینامیکی ناشی از وزش باد
- مولفه نیروی گریز از مرکز در حین حرکت قطارها در قوس ها
- مولفه نیروی وزن در شبها و فرازهای خطوط
- ناهماهنگی و عدم تقارن نیروهای قائم وارد بر ریل های یک خط نیز معمولاً به عوامل زیر نسبت داده می شود:
- تأثیر خرابی وسائل نقلیه بخصوص سیستم تعلیق آن ها
- خرابی ادوات روسازی خطوط
- اعمال نامناسب نیروهای ترمزی و کششی به واگن ها و لکوموتیوها
- ناهمواریهای خطوط
- ناهماهنگی در پروفیل عرضی چرخ ها و ریل ها
- نامساوی بودن قطر چرخ های وسائل نقلیه
- کیفیت غیر استاندارد تراورس ها و فاصله بین آن ها
- غیر استاندارد بودن پروفیل عرضی خطوط (وجود دور نامناسب اضافی یا نقصانی در قوس ها)

نیروهای جانبی: این نیروها بیشتر بر پایداری حرکت، رفتار ایمن وسائل نقلیه، قوس پیمایی و سایش چرخ ها تأثیر میگذارند. ضمن اینکه نرخ شدید خرابی اجزاء و ادوات روسازی خطوط را نیز باید به آن نسبت داد. شدت نیروهای جانبی زیاد ممکن است منجر به خروج از خط وسائل نقلیه ریلی نیز بگردد. علل بروز نیروهای جانبی می تواند همه یا تعدادی از عواملی که در یروز نیروهای قائم مؤثرند بوده با این تفاوت که نقش ناهمواری های خطوط، ناسازگاری پروفیل های عرضی ریل ها و چرخ ها و شرایط تماس غلتی چرخ ها در ایجاد و شدت نیروهای جانبی اساسی تر است.

نیروهای طولی: فرآیند اعمال گشتاور ترمزی یا کششی به چرخ ها موجب اعمال نیروهای طولی نسبتاً شدیدی به خطوط می گردد. مخصوصاً در طراحی پل های راه آهن و نیز فرازهای خطوط تأثیر نیروهای طولی باید مورد ملاحظه بیشتری قرار داده شود. نیروهای طولی وارد بر ریل ها معمولاً و بطور کم و بیش ناشی از همان عواملی می باشد که (با تأکید بر اهمیت اعمال گشتاورهای کششی و ترمزی و نقش عمدۀ نیروهای خرزی که از طرف چرخ ها در سطح تماس آن ها در راستای طولی به ریل ها وارد می شود) در مورد نیروهای قائم توضیح داده شد. اما در نتیجه باید نیروی ترموالاستیک را نیز منظور داشت. نیروی ترموالاستیک یا نیروی ناشی از افزایش دمای ریل ها به صورت زیر محاسبه می شود:

$$F = A \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (1-2)$$

که در آن F نیروی طولی است که در مقطع ریل عمل می کند، A سطح مقطع ریل، E مدول یانگ مربوط به جنس ریل، α ضریب انبساط حرارتی و ΔT اختلاف دما نسبت به زمان جوشکاری ریل و یا نصب پابندها می باشد. [۱]

۱۰-۲- ادوات روسازی خطوط ریلی

در قسمت های قبلی در مورد انواع خطوط توضیح داده شد. در این قسمت درباره آن دسته از ادوات روسازی که در دینامیک حرکت قطارها تأثیر عمدۀ ای دارند توضیح داده می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پابندها

استفاده از پابندها به عنوان وسیله ای برای اتصال قوی و ایمن ریل ها و تراورس ها ضروری است. مهمترین مشخصه یک پابند، نیروی فشاری وارد از طرف آن به ریل است که به عنوان نیروی شاخص خوانده می شود. نیروی شاخص وارد از طرف پابند باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند:

- عرض خط را در تمامی قسمت های راه آهن ثابت نگه دارد.

- از لغزش عرضی ریل نسبت به تراورس به ویژه در اثر تغییرات دما جلوگیری کند.

- از لغزش طولی غیر مجاز ریل نسبت به تراورس به ویژه در اثر تغییرات دما جلوگیری کند.

- از چرخش ریل نسبت به کف آن (کله کردن ریل) در اثر نیروهای جانبی شدید جلوگیری کند.

حداکثر نیروهای شاخص لازم بایستی بر حسب حداکثر بار محوری، حداکثر سرعت ناوگان عبوری، حداقل شعاع قوس ها وحداکثر شیب و فراز مسیر تعیین شود. پابندهای مورد استفاده باید توانایی اعمال حداقل نیروی شاخص لازم را با حداقل ضربی اینمی داشته باشد.

انواع پابندها

پابندها به دو دسته کلی پابندهای صلب و پابندهای ارجاعی تقسیم می شوند. پابندهای صلب می توانند در خطوط که سرعت تا حداکثر ۸۰ کیلومتر در ساعت مورد استفاده قرار گیرند. از انواع مهم این پابندها نوع K می باشد. معمولاً برای خطوط با سرعت های بالای ۸۰ کیلومتر در ساعت و خطوط مسافری سریع السیر از پابندهای ارجاعی استفاده می شود. از انواع مهم این پابندها وسلو، K و پاندرول می باشد. استفاده از پابندهای دیگر نیز با رعایت مشخصات فنی مربوطه و توجیجه اقتصادی صورت می گیرد.

پابند وسلو

این نوع پابند شامل یک فنر است که به وسیله پیچ بر روی تراورس ثبیت می شود، استفاده از این پابند در تراورس های چوبی و بتونی امکان پذیر است. در تراورس های بتونی از صفحه فولادی برای اتصال استفاده می شود که این صفحات امکان پیش بینی اضافه عرض خط در قوس ها را فراهم می کند.



شکل ۴-۲ - پابند وسلو

پابند پاندرول

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این پابند شامل فنر و شانه پابند (شولدر) می باشد. شانه پابند در داخل تراورس و فنر داخل سوراخ آن ریل را به تراورس ثبیت می کند.

پابند K

این پابند دارای یک صفحه فولادی با شیب $\frac{1}{2}$ می باشد. ریل به کمک یک صفحه لاستیکی بر روی صفحه فولادی قرار میگیرد و از طریق گیره های مخصوص و پیچ های مناسب ثبیت می شود. [۱ و ۳]

۱۱-۲- تراورس ها

تراورس ها از مهمترین اجزاء روسازی خطوط ریلی می باشند که بین ریل و بالاست قرار می گیرند. انتقال نیروها بین ریل و بالاست توسط تراورس ها انجام می گیرد.

در خطوط ریلی اولیه، ریل ها مستقیماً بر روی بلوك هایی که روی زمین قرار داشتند نصب می شدند. بعدها نیاز به توزیع مناسب تر بر منجر به استفاده از تراورس و بالاست گردید. وظایف اصلی تراورس ها عبارتند از:

- حفظ و ثبیت خطوط ریلی به صورتی که فاصله صحیح بین ریل ها حفظ شود.
- تحمل، انتقال و توزیع صحیح بار از ریل ها به لایه بالاست
- تأمین شیب مناسب برای نصب ریل ها
- ارائه مقاومت مکانیکی کافی در جهت های قائم و افقی

بعلاوه در خطوط ریلی، تراورس ها باید عایق الکتریکی نیز باشند.

طبقه بندی انواع تراورس ها:

اگر چه می توان معیارهای متعددی همچون شکل و ابعاد هندسی، نحوه و موقعیت قرارگیری در طول خط آهن و ... را جهت طبقه بندی تراورس ها در نظر گرفت، اما مهمترین و متداول ترین معیاری که به منظور طبقه بندی تراورس ها به کار می رود جنس آن ها می باشد. بر این اساس تراورس ها به چهار گروه چوبی، فلزی، بتی و کامپوزیتی طبقه بندی می شوند.

انتخاب نوع تراورس ها

انتخاب نوع تراورس ها باید بر حسب شرایط محیطی، نحوه بهره برداری و نگهداری، مشخصات هندسی مسیر، منبع موجود و ملاحظات اقتصادی صورت گیرد.

استفاده از تراورس های چوبی دارای مزایایی از قبیل انعطاف پذیر بودن، کاهش سر و صدای قطار، امکان تعمیر ادوات آن در خط و عایق بودن می باشد. استفاده از تراورس های چوبی بر روی پل ها و در محل هایی که بستر خط ضعیف است توصیه می شود، از معایب تراورس های چوبی عمر نسبتاً کوتاه، هزینه ساخت بالا و مقاومت جانبی کم آنهاست. استفاده از تراورسهای چوبی اشیاع شده با رعایت توجیه اقتصادی و مسائل زیست محیطی در تمامی خطوط راه آهن با شرایط اقلیمی و هندسی مختلف مجاز است. استفاده از تراورس های چوبی در مناطق نسبتاً گرم و مرطوب توصیه نمی شود.

از مزایای تراورس های بتی این است که به علت وزن زیاد پایداری بیشتری در برابر نیزه های وارد بر خط داشته و میتوان از بالاست ریزدانه تری در زیر آن ها استفاده کرد بعلاوه که غیر قابل احتراق می باشند. از معایب تراورس های بتی می توان به تمایل شدید آن ها به خرد شدن در زیر بارهای تراورس های بتی نیز می تواند از معایب دیگر آن ها به شمار آید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کاربرد تراورس های بتنی در تمامی خطوط راه آهن و شرایط محیطی به جزء تقاطع ها و پل های بدون بالاست مجاز است. در صورت استفاده از تراورس بتنی برای خطوط با شعاع کم باید تمہیداتی برای تأمین اضافه عرض فراهم شود.

مزایای تراورس های فولادی عبارتند از تولید و نصب ساده، ثبات و پایداری خط، مقاومت جانبی بالا و عمر زیاد و معایب آن ها تمایل به خوردگی، خستگی و زنگ زدگی آن ها می باشد. استفاده از این نوع تراورس ها در تمامی مناطق و خطوط با رعایت هماهنگی آن با نوع ریل و شرایط بهره برداری به جزء در خطوط راه آهن بر قی، پل های فلزی بدون بالاست، محدوده کارخانجات شیمیایی و مناطق کاملاً مرتبط مجاز است. در مناطقی که نیاز بیشتری به تثبیت خط باشد (مانند قوس های تند مناطق کوهستانی، پل ها و تونل ها) بهتر است از تراورس فلزی استفاده شود.

استفاده از تراورس های ترکیبی (انواع چوب فشرده، فلز بازیافته، مواد مصنوعی، پلیمری، پلاستیکی یا سرامیکی) در صورت داشتن توجیه افتصادی و رعایت شرایط زیست محیطی لازم، قابلیت بازیافت ساده، عدم آلودگی شیمیایی، دوام زیاد در برابر حرارت و آتش، عدم حساسیت های پوستی برای کارکنان، مقاومت شیمیایی بالا در برابر نفوذ مواد نفتی و شیمیایی، در صورت تعییت از یک استاندارد معتبر مجاز است.

فاصله بین تراورس ها

فاصله محور به محور تراورس ها باید طوری انتخاب شود که اولاً خط پایداری کافی در برابر نیروهای طولی و عرضی را داشته باشد و ثانیاً نیروهای داخلی ایجاد شده در ریل ها کمتر از مقاومت مجاز آن ها باشد. فاصله محور تراورس ها به عوامل متعددی از قبیل سرعت و بار محوری ناوگان عبوری، تناز ناخالص بار عبوری سالیانه، نوع ریل و مقاومت آن، نوع تراورس، جنس بالاست و ضخامت آن، شرایط هندسی مسیر، نحوه تعمیرات خط و ماشین آلات مورد استفاده بستگی دارد. [۱ و ۳]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم- ترمز وسائط نقلیه ریلی

۱-۳- مقدمه

در طراحی ساخت و بهره برداری وسایط نقلیه ریلی از انواع مختلف سیستم های ترمز استفاده می شود. انتخاب نوع سیستم ترمز به فاکتور هایی مانند نیروی ترمزی، وزن وسیله نقلیه ریلی، شاخص های ایمنی و قابلیت اطمینان و مسائل اقتصادی که در طراحی و ساخت و تعمیرات و نگهداری پیش می آید بستگی دارد. بدین جهت تاکنون سیستم های ترمز مختلفی طراحی و ساخته و بکار گرفته شده و تلاش در جهت افزودن قابلیت های عملکردی آنها همچنان ادامه دارد. اندازه گیری قابلیت یک سیستم ترمز در مقایسه با انواع دیگر آن براساس معیارهایی صورت می گیرد که به تعدادی از آنها در زیر اشاره خواهد شد.

- قابلیت اعمال حداقل نیروی ترمزی در یک محدوده زمانی مشخص و کوتاه
- میزان عدم وابستگی ماکریزم نیروی ترمزی به سرعت حرکت وسیله نقلیه ریلی
- سرعت انجام ترمز و آزاد سازی آن میزان یکنواختی ترمزگیری و آزادسازی در طول قطار از نظر رفتار دینامیکی قطار
- طول عمر و مقاومت بالای اجزا و قطعات یدکی و نیز سهولت در تعمیر و نگهداری آنها
- امکان اعمال ترمز تربیجی و اضطراری
- امکان اعمال ترمز اتوماتیک
- قابلیت تنظیم نیروی ترمزی مناسب با وزن وسایط نقلیه ریلی
- قابلیت بازیابی انرژی
- قابلیت استفاده موثر و همزمان با دیگر سیستم های ترمز [۲]

بر این اساس سیستم های مختلف ترمز از آغاز استفاده از حمل و نقل ریلی تا به حال ساخته و بکار گرفته شده است. بسیاری از این سیستم ها به دلایل مختلفی همچون کارابی و کیفیت عملکرد نامناسب و بازدهی پایین و ایمنی و عدم قابلیت کاری ناکافی و... کنار گذاشته شده و بندرت مورد استفاده قرار میگیرند. انواع سیستم های ترمز مرسوم و معمول امروزی نیز هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف زیادی می باشند. از این رو در صنعت حمل و نقل ریلی معمولاً ترکیبی از سیستم های مختلف ترمز همزمان بکار گرفته می شود تا حتی المقدور در سیر و حرکت قطارها افزایش یابد.

۲-۳- انواع مختلف سیستم های ترمز وسائط نقلیه ریلی

۲-۳-۱- سیستم های ترمز سایشی

سیستم های ترمز سایشی انواع مختلف هوایی و خلابی و هیدرولیکی را شامل می شوند. در سیستم های ترمز هوایی به دلایل زیر از هوای فشرده به عنوان سیال عامل استفاده می گردد:

- هوا بعنوان سیال عامل به مقدار کافی در دسترس می باشد.

نوسانات درجه حرارت محیط تاثیر چندانی بر خواص عملکردی هوا ندارد.

هوای فشرده باعث انفجار و آتش سوزی نشده نیازی به تاسیسات حفاظتی نمی باشد.

سیستم های ترمز هوایی بر اساس نحوه عملکردشان به انواع مختلف ترمز هوایی مستقیم (غیر اتوماتیک) و ترمز هوایی غیر مستقیم (اتوماتیک) و هوایی- الکتریکی معمولی و نوع پیشرفته دسته بندی شده اند. [۲]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(الف) سیستم های ترمز هوایی مستقیم(غیر اتوماتیک)

سیستم های ترمز هوایی غیر اتوماتیک یا مستقیم ساده ترین نوع سیستم ترمز در وسائل حمل و نقل ریلی میباشد که در سال های اولیه استفاده از راه آهن توسط وستینگ هاووس ابداع شد. اجزاء اصلی این سیستم عبارتند از:

- کمپرسور به منظور تامین هوای فشرده
- مخزن اصلی و برای ذخیره هوای فشرده
- لوله اصلی هوا و اتصالات مربوط برای انتقال هوای فشرده به داخل سیلندرهای ترمز
- کفشهک ترمز برای اعمال نیروی موثر ترمزی به چرخ - محورها خواهد شد. [۲]

(ب) سیستم های ترمز هوایی غیر مستقیم(اتوماتیک)

بدلیل معايبی که برای سیستم ترمز هوایی مستقیم اشاره شد سیستم ترمز هوایی اتوماتیک در سال ۱۸۶۳ توسعه وستینگ هاووس ابداع و طراحی شد. سیستم ترمز غیر مستقیم علاوه بر اجزایی که یک سیستم ترمز مستقیم دارد شامل یک شیر توزیع و نیز یک مخزن کمکی هوا می باشد. مهمترین مزیت این سیستم اتوماتیک بودن آن می باشد. بدین شکل که در حالتهای غیر طبیعی و بحرانی (برای مثال گسیختگی قطارها) با کاهش فشار ناگهانی فشار لوله اصلی ترمز انجام می گیرد. در سیستم های ترمز اتوماتیک نیز عمل ترمزگیری واگن های یک قطار در مقایسه با سیستم ترمزنوع مستقیم بطور قابل ملاحظه ای کمتر است. [۲]

۲-۲-۳- سیستم های ترمز غیر سایشی

هزینه مربوط به خسارات ناشی از سایش در صنعت حمل و نقل ریلی سیار قابل توجه می باشد. در این رابطه سهم سایش در سیستم های ترمز قابل توجه بوده لذا جهت کاهش آن سعی در استفاده از سیستم های غیر سایشی میشود. سیستم ترمز غیر مستقیم دو نوع مختلف دینامیکی (الکترودینامیکی) و هیدرودینامیکی را شامل می شود. [۲]

سیستم های ترمز دینامیکی

عموماً در وسائل نقلیه ریلی کشندهای دیزلی و برقی سیستم های انتقال قدرت و اعمال نیزی کشنش از نوع الکتریکی می باشد. در لکوموتیوهای نوع برقی انرژی الکتریکی بوسیله پانتوگراف از شبک مدارات تغذیه بالاسری و یا ریل سوم دریافت شده و با استفاده از سیستم های انتقال قدرت به تراکشن موتورها منتقل می شود.

اصول عملکرد سیستم ترمز هیدرودینامیکی: سیستم ترمز هیدرودینامیکی دارای یک موتور با پره های زاویه دار است که بر روی محور محرک خروجی جعبه دنده (که همواره مرتبط با چرخها است) قرار داده می شود. همچنین این مجموعه دارای یک استاتور پره داری که بر روی پوسته جعبه دنده صلب شده است می باشد که نقش اساسی را در اعمال ترمز بازی می کند. [۲]

۲-۳-۳- سیستم های ترمز ترکیبی

در مواردی به دلیل گستردگی و تنوع شرایط سیر و حرکت وسائل نقلیه ریلی و همچنین محدودیت های عملکردی سیستمهای ترمز، ممکن است بکارگیری یک نوع سیستم ترمز جوابگوی نیازهای بهره برداری و همچنین ضرورت های اینمی حرکت قطارها نباشد. در اینگونه موارد با توجه به نوع و شرایط سیر قطارها معمولاً چند سیستم ترمز بصورت یک سیستم ترمز ترکیبی در کنارهم بکار گرفته می شوند در زیر به چند نوع سیستم ترمز ترکیبی متداول اشاره می شود. [۲]

(الف) سیستم های ترمز ترکیبی سایشی - دینامیکی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

سیستم ترمز دینامیکی تنها در محدوده سرعت مشخصی قابلیت اعمال نیروی ترمزی مؤثر مناسبی را دارد. بر عکس ترمز هوایی در محدوده وسیع تری از سرعت قابلیت اعمال نیروی ترمزی مؤثری دارد اما این المنها اصطکاکی بهره می برد خرابی این المنها موجب بالا رفتن قابل توجه هزینه های تعمیر و نگهداری خطوط و وسائل نقلیه می شود. بنابراین برای آن که پروسه ترمزگیری بالاترین بازدهی و کارایی را داشته باشد می توان از این دو سیستم ترمز بصورت توأم استفاده کرد. در این صورت نقاط ضعف هر یک از سیستم های ترمز توسط دیگری تحت پوشش داده می شود. [۲]

ب) سیستم های ترمز ترکیبی آئرودینامیکی - مغناطیسی - سایشی

در صورتی که از سیستم های ترمز اصطکاکی در قطارهای سریع السیر به تنهایی استفاده شود حرارت بالایی بوجود آمده موجب خرابی زود هنگام اجزاء سیستم ترمز خواهد شد. از سوی دیگر با افزایش سرعت میزان ضربی چسبندگی بین چرخ ریل و به تبع آن قابلیت اعمال نیروی ترمزی کاهش می یابد. از این رو در قطارهای سریع السیر از انواع مختلف سیستم های ترمز مغناطیسی و آئرودینامیکی در کنار سیستم ترمز اصطکاکی عنوان یک سیستم ترمز ترکیبی کامل استفاده می شود. [۲]

۳-۳-۱- نقش ترمز و چگونگی اعمال آن در دینامیک طولی قطارها

پارامترهای موثر بر چگونگی دینامیک طولی قطارها را میتوان بصورت زیر ذکر کرد.

- تعداد لکوموتیوها و واگنهای تشکیل دهنده قطارها و مشخصات هندسی و جرمی و نیز مشخصات مکانیکی دینامیکی
- آرایش قطارها از نظر موقعیت قرار گرفتن وسائل نقلیه مختلف (لکوموتیوها و واگن ها)
- مشخصات هندسی خطوط و پروفیل های عرضی و طولی آن ها
- مشخصات سیستم ترمز قطارها و چگونگی بکارگیری آن ها
- نوع و مشخصات سیستم اعمال نیروی کششی موثر
- نوع و مشخصات سیستم های اتصال وسائل نقلیه تشکیل دهنده قطارها
- سرعت حرکت، بار محوری و چیدمان بار وسائل نقلیه و نیز چیدمان بار در طول قطار
- کیفیت خطوط و شرایط محیطی
- سیستم کنترل حرکت قطارها

از این میان نقش سیستم ترمز و چگونگی اعمال آن از اهمیت فوق العاده ای در رابطه با اینمنی راحتی و اقتصادی بودن حرکت قطارها از منظر چگونگی دینامیک طولی دارد. [۲]

۳-۳-۲- نقش ترمز و چگونگی اعمال آن در دینامیک طولی قطارها

نحوه اعمال ترمز بر دینامیک حرکت قطارها از نظر نیروهای دینامیکی و ضربه های بین واگنهای بسیار مهم میباشدند. در این رابطه نوع ترمز واگنهای مختلف تشکیل دهنده قطارها و نیز چگونگی سیستم ترمز نظر هماهنگ بودن در طول قطارها حائز اهمیت زیادی می باشد. در صورت اعمال نیروی ترمزی غیر هماهنگ به واگنهای مختلف یک قطار ممکن است شتاب و در نتیجه سرعتهای نامساوی قابل توجهی گرفته باعث بروز ضربه های شدیدی فی ما بین خود بشوند.

عوامل متعددی نظیر متفاوت بودن سیستم ترمز بکار رفته در وسائل نقلیه تشکیل دهنده هر قطار تاخیر زمانی، نامناسب در انتقال سیگنال ترمز و همچنین نامناسب بودن سیستم تنظیم نیروی ترمزی در طول قطار در ناهماهنگی سیستم ترمز قطارها موثر می باشند. [۲]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۲-۳- متفاوت بودن سیستم ترمز واگنهای تشکیل دهنده قطارها

در پروسه ترمز گیری قطارهایی که از واگنهای با سیستم های ترمز مختلف تشکیل می شوند به دلیل متفاوت بودن مشخصات کاری این سیستم ها اندرکش شدیدی بین واگنهای متواتی بوجود می آید. برای مثال در بعضی از راه آهن ها ممکن است به دلایلی قطارهای باری بصورت ترکیبی از واگن ها بی با سیستم ترمز روسی و کنوری تشکیل شود. در این صورت از آنجا که در سیستم ترمز واگن های روسی زمان حصول ماکریزم نیروی ترمزیدر حدود ۸ تا ۱۵ ثانیه و در سیستم ترمز کنوری این زمان در حدود ۲۰ تا ۳۰ ثانیه می باشد نا هماهنگی شدیدی در ترمز واگن های تشکیل دهنده قطارها ممکن می گردد. مضافاً که نیروی ماکریزم سیلیندر ترمز و نسبت اهرم بندی ترمز برای این دو نوع سیستم نیز متفاوت است. [۲]

۳-۳-۳- تاخیر زمانی در انتقال سیگنال ترمز به واگن های متواتی در طول قطارها

در قطارهای طویل موج فشاری ترمز چند ثانیه طول می کشد تا از طریق لوله اصلی هوا از ابتدای قطار (لکوموتیو) به واگن های انتهایی قطار برسد. در نتیجه لحظات اولیه پروسه ترمز گیری کسری از واگن ها که نزدیک لکوموتیو قرار دارند ترمز شده و بقیه واگنها هنوز به این مرحله نرسیده اند. طبیعی است که چنانچه انرژی جنبشی واگن ها بالا باشد واگن های انتهایی نیروهای طولی قابل توجهی را به واگن های جلویی اعمال می کنند که این ممکن است حتی باعث سوانحی چون خروج از خط گردد. قابل تأمل است که اگر فرض شود یک لکوموتیو همراه با یک واگن متصل به آن در حال حرکت بوده و راننده بخواهد قطار را متوقف کند و مقدار نیروی ترمزی و تغییرات آن با زمان برای این دو وسیله متفاوت باشد چه اتفاقی خواهد افتاد. در اینجا از طرفی نیروی ترمزی نا مساوی میخواهد این دو جرم را در مدت زمان های متفاوت متوقف کند از سوی دیگر با توجه به اینکه دو جرم از طریق ادوات اتصالی نظیر قلاب ها به هم کوپل شده اند کمی اختلاف سرعت پیدا کرده و با توجه به شرایط از هم دور یا نزدیک می شوند. در این حالت سیستم کوپلینگ حرکت نسبی آن ها را محدود کرده در نتیجه این دو جرم از طریق قلاب فی مابین به همدیگر نیروهای ضربه ای وارد می کنند تا پس از مدت زمان کوتاهی هم سرعت شوند. اما از آنجا که شتاب ترمزی وارد همراه این دو جرم متفاوت است دوباره اختلاف سرعت پیدا کرده نیروهای ضربه ای با جهتی مخالف تکرار می شود. این سیکل تا زمانی که شتاب ترمزی وارد بر آن ها مساوی شود ادامه می یابد. بدینهی است که تکرار این ضربه ها باعث خستگی ساز واگن ها و لکوموتیو ها شده مضافاً که این خود باعث تغییرات ناگهانی در نیروهای اندر کش جرخ و ریل در سطح تماسشان نیز می شود. این مطالب در مورد قطارهای طویلی که متشکل از چند لکوموتیو و تعداد زیادی واگن باشند از جنبه های مختلف بهره برداری قابل توجه زیادی می باشد. مخصوصاً اگر قطار مسافری باشد موضوع از نظر راحتی و ایمنی سیر و حرکت قابل توجه تر می گردد. [۲]

۳-۳-۴- مناسب نبودن سیستم تنظیم نیروی ترمزی در قطارها

در پروسه ترمز وسائل نقلیه ریلی جهت جلوگیری از لغزش زیاد باید نیروی ترمزی کمتر یا حداقل مساوی نیروی چسبندگی بین چرخ و ریل باشد. در غیر اینصورت از آنجا که چرخ های قطار فلزی بوده و حالت کاملاً الاستیک چرخ های یک وسیله نقلیه جاده ای را ندارند لغزش چرخ ها بر روی ریل ها رخ داده موجب صاف شدن قسمت هایی از سطح غلتاش چرخ ها می گردد. این پدیده تحت عنوان بردگی چرخ در راه آهن مشهور می باشد. در یک سیکل از دوران چرخ بردگه شده ضربه های دینامیکی شدیدی به چرخ و ریل وارد میشود. این گونه ضربات باعث ارتعاشات شدید در سازه های خط و واگن و در نتیجه افزایش نرخ خرابی ادوات و اجزاء تشکیل دهنده آن ها می گردد.

موارد مختصر مذکور جهت نشان دادن تاثیر بالای کیفیت عملکرد سیستم ترمز بر دینامیک طولی قطارها بصورت کلی بود. جهت بررسی دقیق و جزئی دینامیک طولی قطارها در پروسه ترمز گیری به یک مدل دینامیک طولی نیاز می باشد. [۲]

۴-۳- انتقال نیرو در اهرم بندی سیستم های ترمز هوائی واگن ها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم های ترمز وسائل نقلیه ریلی به دو دسته کلی وابسته به چسبندگی بین چرخ و ریل و غیر وابسته به آن تقسیم می گردند. در سیستم های ترمزی غیر وابسته به چسبندگی از هیچ مکانیزم واسطه ای به منظور افزایش و انتقال نیروی ترمزی اتفاده نمی شود و نیروی ترمزی مستقیماً به خود وسائل نقلیه ریلی اعمال می شود. بر عکس تقریباً در تمام سیستم ترمزی که بر اساس چسبندگی بین چرخ و ریل عمل می کند (جز سیستم ترمز دینامیکی و هیدرونامیکی) از مکانیزم اهرم بندی به منظور انتقال و افزایش نیروی ترمزی استفاده می گردد. [۲]

۴-۱- محاسبه نسبت اهرم بندی سیستم های ترمز هوایی واگن ها

چنانچه اتصال اهرمها به عنوان تکیه گاه اهرمها در نظر گرفته شود و از این طریق نسبت افزایش نیرو از محل سیلندر ترمز تا هریک از اجزاء اصطکاکی محاسبه گردد نسبت اهرم بندی جزئی محاسبه شده نهایتاً از جمع نسبت های اهرم بندی جزئی نسبت اهرم بندی کل بدست می آید. [۲]

۴-۲- ضریب راندمان اهرم بندی ترمز

آزمایشات صورت گرفته نشان داده است که مجموع نیروهای عمودی در محل کفشکهای ترمز نسبت به نیروی خروجی از سیلندر ترمز کمتر از نسبت اهرم بندی واگن بود و بعلاوه این نسبت ها در حالت توقف و حرکت وسائل نقلیه ریلی تفاوت از یکدیگر می باشند. از اینرو راندمان دینامیکی و استاتیکی سیستم اهرم بندی تعریف می گردد. از ضرب راندمان اهرم بندی در نسبت اهرم بندی نسبت افزایش نیروی واقعی در اهرم بندی بدست می آید که طراحی سیستم های اهرم بندی بر اساس این نسبت صورت می گیرد. راندمان سیستم های اهرم بندی استاندارد از فیش ۵۴۴ استاندارد UIC قابل استخراج می باشند. [۲]

۵-۳- محاسبه خط ترمز و وسائل نقلیه ریلی

۱- روش کلاسیک تعیین خط ترمز (استفاده از استاندارد UIC)

روش کلاسیک تعیین خط ترمز متداول ترین روش محاسبه خط ترمز در راه آهن های مختلف می باشد که در آن ضریب اطمینان بالای در نظر گرفته می شود.

۲- روش استفاده از روابط تجربی

روابط تجربی جهت تعیین خط ترمز وسائل نقلیه ریلی مختلف با اجام آزمایشات میدانی متعدد در شرایط بهره برداری مورد نظر بدست می آیند. طبیعی است که تعیین آن ها برای تمامی شرایط خطای زیادی را در برخواهد داشت. مزیت این گونه روابط دقیق امکان استفاده از آن ها جهت مدلسازی سیر و حرکت قطارها می باشد. برای وسائل نقلیه ریلی ویژه که روابط خط ترمز مشخصی برای آن ها تعریف نشده و نیز تعیین کدهای UIC در مورد آن ها صادق نباشد استفاده از روش تجربی ضروری می گردد.

۳- روش شبیه سازی کامپیوتری

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در این روش اگر پارامترهای مؤثر در ترمزگیری به خوبی مدلسازی شوند، نتایج محاسبات دقیق خوبی در حد روش های قبلی خواهند بود. غالباً لازم است نتایج شبیه سازی با آزمایشات محدودی اصلاح شود.

۶-۳- تأثیر طول قطار بر خط ترمز

خط ترمز یک قطار با خط ترمز یک واگن ممکن است به دلایل مختلفی که در زیراشاره می شود متفاوت باشند.

- در طول یک قطار معمولاً نیروی ترمز واگنهای مختلف به صورت هم زمان اعمال نمی شود.

- در طول قطار تامپون ها با گرفتن جزئی از انرژی جنبشی قطار در کاهش خط ترمز تاثیر گذارند.

- مقاومت آئرودینامیکی برای واگن های جلوئی، میانی و انتهایی یک قطار کاهش می یابد.

- اندر کش قائم و جانبی واگن های قطار بر یکدیگر و لذا بر خط ترمز قطار تاثیر گذار می باشند.

مطابق استاندارد UIC در صورتیکه طول قطار از حدود ۵۰۰ متر (برای قطارهای باری) بیشتر باشد تاثیر عوامل مذکور قابل صرف نظر کردن نمی باشد. بنابراین برای محاسبه مسافت توقف در استاندارد UIC یک ضریب تصحیح طول قطار تعريف شده است. [۲]

۷-۳- تعیین خط ترمز با استفاده از روابط تجربی

فرمول های تجربی متعددی برای محاسبه خط ترمز انواع مختلف قطارها ارائه شده است. با توجه به کارگیری گسترده سیستم ترمز کنور در وسائط نقلیه ریلی ابتدا فرمول های ارائه شده در رابطه با این نوع سیستم بررسی می شود و سپس روابط دیگر که جهت محاسبه خط ترمز در راه آهن های کشورهای مختلف تعریف شده اند ارائه می گردد. [۲]

۱- فرمول های ارائه شده توسط شرکت کنور

معمول ترین سیستم ترمز در وسائط نقلیه متدالول در حمل و نقل ریلی ایران از نوع هوایی اتوماتیک و ساخت شرکت کنور (KE) می باشد. این شرکت به منظور محاسبه خط ترمز وسائط نقلیه ریلی که مجهز به سیستم ترمز کنوری می باشند. فرمول هایی را ارایه کرده که بر اساس آن ها و با توجه به چگونگی تنظیم مکانیزم های در نظر گرفته شده و نیز با توجه به شرایط بهره برداری یعنی شبیه خط، طول قطار ... و سرعت خط ترمز محاسبه می گردد. این روابط در زیر توضیح داده می شود. فرمول میندن بصورت زیر برای ترمز های دیسکی و کفشکی و برای حالت ترمز (قطارهای مسافری) و حالت ترمز (قطارهای باری) به ترتیب به صورت روابط (۱-۳) و (۲-۳) ارائه شده است.

$$S = \frac{3.85 v^2}{6.1 \Psi + \frac{c_1 \lambda}{10} \pm i \times c_i} \quad (1-3)$$

$$S = \frac{3.85 v^2}{6.1 \Psi + \frac{\sqrt{c_1 \lambda}}{5} \pm i \times c_i} \quad (2-3)$$

که در آن ها داریم :

S خط ترمز

V سرعت حرکت قطار (کیلومتر بر ساعت)

λ درصد وزن ترمز

C_1 ضریب تصحیح برای طول قطار بر اساس جدول ۱-۳

c_i ضریب تصحیح برای طول قطار بر اساس جدول ۲-۳

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Ψ ضریب تابع سرعت ویژه مدل کفشاک و ترمز طبق جدول ۳-۳

i شیب خط بر حسب در صد

مراحل استفاده از روابط کنوری فوق الذکر به ترتیب زیر می باشد.

الف : مقادیر در صد وزن ترمز برای حالت های مختلف سیستم ترمز (باری G ، مسافری P و سریع السیر R) و طول قطار (تعداد محورها) شیب خط و سرعت حرکت قطار ها تعیین می گردد.

ب : مقادیر C_1 و C_i با توجه به جدول ۱-۳ و جدول ۲-۳ مشخص می شود.

ج : سپس با توجه به نوع مکانیزم ترمزی مورد استفاده از جدول ۳-۳ مقدار Ψ خوانده می شود.

د : با قرار دادن مقادیر فوق در رابط ۲-۳ و یا ۳-۳ خط ترمز برای حالت مورد نظر خواهد آمد.

جدول ۱-۳ - مقادیر ضریب C_1 مربوط به روابط (۱) و (۲)

الات R/P	تعداد محور	تا	۴۷-۴	۶۰-۸	۸۰-۰	۶	۱۰۰-۸۰
		۱	۱	۱	۰۵/	۰/	۹۲/۰
		۱۰/	۱۰	۱۰	۰۰/	۹۷/	۱۵۰-۱۲۰
		۴۰	۴	۸	-۰	۱	۹/۰

ضریب C_i										
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	رعت K m /h
/ ۹	/ ۹	/ ۸	/ ۸	/ ۸	/ ۸	/ ۷	/ ۷	/ ۶	/ ۶	الات R /P

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	الا
۷	۷	۷	۷	۷	۶	۶	۶	۶	۶	۶	ت
۵	۴	۲			۸	۶	۴	۲			G

جدول ۳-۲- مقادیر ضریب C_i مربوط به روابط (۱) و (۲)

سرعت Km/hr	ضریب Ψ						
	ترمز کفشکی ساده	ترمز کفشکی دوبله	ترمز کفشکی ساده	ترمز کفشکی دوبله	ترمز کفشکی	ترمز دیسکی	ترمز
۱۰	۰.۷۵	۰.۵	۰.۶۳	۰.۴	۰.	۴۵	۰.۴۱
۲۰	۱.۰۴	۰.۷۳	۰.۸۷	۰.۶	۰.	۶۴	۰.۶۱
۳۰	۱.۱۷	۰.۸۷	۱.۰۰	۰.۶۹	۰.	۷۶	۰.۷۵
۴۰	۱.۲۳	۰.۹۷	۱.۰۹	۰.۷۴	۰.	۸۴	۰.۸۵
۵۰	۱.۲۵	۱.۰۲	۱.۱۴	۰.۷۶	۰.	۹	۰.۹۲
۶۰	۱.۲۴	۱.۰۵	۱.۱۵	۰.۷۷	۰.	۹۴	۰.۹۷
۷۰	۱.۲۱	۱.۰۶	۱.۱۵	۰.۹۲	۰.	۹۶	۱۰۰
۸۰	۱.۱۷	۱.۰۵	۱.۱۴	۰.۹۶	۰.	۹۹	۱۰۰
۹۰	۱.۱۳	۱.۰۴	۱.۱۱	۰.۹۸	۱.	۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱.۰۹	۱.۰۳	۱.۰۸	۱.۰۰	۱.	۰۰	
۱۱۰	۱.۰۴	۱.۰۲	۱.۰۴	۱.۰۰	۱.		

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

.					..	
۱۲	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.	
.					..	
۱۳	۰.۹۶	۰.۹۸	۰.۹۶	۰.۹۹	۰.	
.					۹۹	
۱۴	۰.۹۲	۰.۹۶	۰.۹۲	۰.۹۸	۰.	
.					۹۸	
۱۵				۰.۹۶	۰.	
.					۹۷	
۱۶				۰.۹۳	۰.	
.					۹۶	

جدول ۳-۳ - مقادیر ضریب Ψ مربوط به روابط (۱) و (۲)

برای محاسبه خط ترمز با استفاده از فرمول های ذکر شده لازم است موارد زیر مد نظر قرار گیرد.

- برای قطارهایی که در آن ها واگن ها از چند نوع مختلف سیستم (G.P.R) ترمز استفاده می کنند از همان

جدول ۲-۳ استفاده می شود اما ردیف مربوط به آن نوعی از وسائط نقلیه ریلی که تعدادشان در قطار بیشتر است انتخاب می شود.

- در قطارهای باری سریع السیر که تعداد محور های آن ها بیش از ۱۸۰ عدد باشد مقدار Ψ مانند سیستم ترمز کفشه کی ساده محاسبه می گردد.
- در قطارهای مجهز به مکانیزم تسريع کننده و برای هر یک از وسایل نقلیه کشنی و واگنهای حمال c_1 برابر با یک فرض می گردد.
- در صورتی که قطار مسافری باشد (R/P) درصد وزن ترمز در حدود ۲۰ تا ۱۰۰ و در صورتی که قطار از نوع باری باشد (G) درصد وزن ترمز در حدود ۵۰ تا ۲۵۰ می باشد.
- جهت اطمینان بیشتر به میزان ۱۰٪ به مقادیر محاسبه شده از روابط (۱) و (۲) افزوده می گردد. [۲]

۲- فرمول میسن

فرمول میسن از قدیمی ترین روابط در زمینه محاسبه خط ترمز قطارهای مجهز به سیستم ترمز کنوری می باشد که برای سرعت های کمتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت بصورت زیر ارائه شده است.

$$L = \frac{4.24 V^2}{1000 \varphi + 0.0006 V^2 + 3 - i} \quad (3-3)$$

که در آن i شب خطر (در هزار) است که برای سر پایینی مثبت و برای سر بالایی منفی در نظر گرفته می شود، φ ضریب اصطکاک است که برای شب برای $i = 0/10$ برابر با $\varphi = 0/00133$ و برای شب $i = 15$ برابر با $\varphi = 0/00100$ در نظر گرفته می شود. [۲]

۳- فرمول پدلاک

به منظور محاسبه خط ترمز برای قطارهایی که سرعت بالاتری نسبت به حد تعیین شده در فرمول میسن (بین ۷۰ تا ۱۴۰ کیلومتر بر ساعت) دارند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$L = \frac{\phi V^2}{1.09375 \lambda + 0.127 - 0.235 i \phi} \quad (4-3)$$

در رابطه فوق λ نسبت نیروی موثر ترمزی به وزن کل وسیله نقلیه یا در صد وزن ترمز می باشد. همچنین بقیه پارامتر های مورد استفاده در این رابطه همانند موارد تعریف شده فرمول میندن می باشند. [۲]

۸-۳- تعیین خط ترمز با استفاده از شبیه سازی کامپیوتروی

برای محاسبه خط ترمز قطار می توان از مدلی که برای دینامیک طولی یک قطار در حالت ترمز گیری استفاده شود. اما برای محاسبه خط ترمز برای یک واگن منفرد به روش زیر عمل می گردد .

مرحله اول :

نوشتن رابطه نیوتون در لحظه بصورت زیر :

$$a_t = \frac{\sum F_t + \sum W_t}{m_e} \quad (5-3)$$

مجموع نیروهای ترمزی موثر، $\sum W_t$ مقاوم در برابر حرکت قطار، m_e جرم دینامیکی قطار و a_t شتاب در لحظه می باشد.

مرحله دوم :

محاسبه سرعت در لحظه $t + \Delta t$ با استفاده از شتاب در لحظه قبلی

$$V_{t+\Delta t} = V_t - a_t \times \Delta t \quad (6-3)$$

یک بازه زمانی کوتاه سرعت در آغاز بازه زمانی و $V_{t+\Delta t}$ سرعت در انتهای بازه زمانی می باشد.

مرحله سوم :

بدست آوردن سرعت متوسط در بازه زمانی

$$V_m = \frac{V_t + V_{t+\Delta t}}{2} \quad (7-3)$$

مرحله چهارم :

بدست آوردن فاصله طی شده با سرعت متوسط محاسبه شده

$$\Delta t \times \Delta S = V_m \quad (8-3)$$

محاسبه مسافت طی شده تا لحظه $t + \Delta t$

$$S = S + \Delta S \quad (9-3)$$

خط ترمز قطارها و وسائل نقلیه ریلی علاوه بر نوع سیستم ترمز مورد استفاده در آن ها به نحوه عمل کردن لکوموتیوران، شرایط بهره برداری و نیز شرایط محیطی بستگی دارد. لذا مناسب است که جهت رعایت امور ایمنی، خط ترمز وسائل نقلیه ریلی با توجه به این موارد تعیین گردد. [۲]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم- سیستم های تغذیه الکتریکی در حمل و نقل ریلی

۱-۴- مقدمه

توسعه و بهبود شبکه های ریلی، از راههای گوناگون و با اجرای پروژه های مختلف محقق می شود. یکی از این راه حل ها، ارتقاء خطوط موجود راه آهن از طریق برقی کردن آنهاست.

با بر قی کردن یک خط و جایگزینی انرژی الکتریکی به عنوان منبع تأمین نیروی محرکه؛ مزایای متعددی حاصل می شود. اصلی ترین مزیت این جایگزینی، افزایش نسبت توان کشش به بار در مقایسه با وضعیت پیشین است. همچنین در لکوموتیوهای برقی که مجهز به تراکشن موتور^۱ هستند، افزایش یا کاهش سرعت با کارآیی بسیار بالاتری انجام می شود.

برخی دیگر از مزایای برقی کردن خط به اختصار عبارتند از:

- نیاز به تعداد لکوموتیو کمتر به دلیل بالاتر بودن نسبت توان کشش به بار
- هزینه کمتر بهره برداری و نگهداری لکوموتیو و واگن
- بالاتر رفتن حد سرعت
- کاهش اثرات منفی بر محیط زیست؛ این مزیت حتی در صورت استفاده از برق تولیدی توسط سوختهای فسیلی نیز صحت دارد.
- کاهش آلودگی صوتی

مجموعه های قطار شهری در تمام شهرها با بهره گیری از انرژی الکتریکی کار می کنند و سیستم تامین برق برای چنین مجموعه هایی بسیار حیاتی و قابل توجه است چون بدون وجود برق، تمام بخش های مجموعه قطار شهری از کار و حرکت باز می ایستند لذا دست اندر کاران نباید سیستم تامین برق مجموعه های قطار شهری را یک بخش فرعی و درجه ۲ تلقی نمایند بلکه اهمیت این بخش را چه از نظر فنی و چه از نظر اقتصادی همسان با سایر بخش هایی مانند بخش های اجرایی تونل، ایستگاه ها و ... بدانند. زیرا نگرش درست به بخش های مختلف یک مجموعه و تلقی از اهمیت و جایگاه هر یک از بخش های باعث برنامه ریزی و تصمیم گیری های صحیح خواهد شد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

^۱ Traction Motor

در این فصل سعی می گردد پارامترها و عوامل مهم و موثر از نقطه نظر سیستم های انتقال قدرت و نیز روش های مختلف تولید و انتقال آن بررسی گردد. بطور کلی پست ها و خطوط انتقال انرژی به دو دسته کلی DC و AC تقسیم می شوند. امروزه با پیشرفت های مختلفی که در زمینه تکنولوژی تراکشن موتورها و نیمه هادی ها صورت پذیرفته، سیستم های مختلف انتقال و تبدیل انرژی الکتریکی ابداع و بکار رفته است.

قابل ذکر است که تعیین نوع شبکه انتقال قدرت بستگی به عوامل متعددی به شرح زیر دارد.

- نوع سیستم حمل و نقل (مترو، قطار سبک شهری و ...)
- نیازها و درخواست های بهره برداری
- مشخصات فیزیکی مسیر
- منابع و شبکه های الکتریکی موجود در کشور
- سطح تکنولوژی مورد نظر و موجود تراکشن موتورها و واگن ها (اعم از نوع کانورتر، موتور تراکشن، دستیابی به انرژی ترمیزی)

تا قبل از دهه ۶۰ میلادی و کشف و توسعه تکنولوژی نیمه هادی ها، محدودیت های بسیار زیادی برای خطوط انتقال قدرت وجود داشت و نوع تراکشن موتورها براساس نوع خط انتقال تعیین می شد. پیشرفت های علم نیمه هادی ها کمک فراوانی به طراحی پست ها و خطوط انتقال و ظرفیت بیشتر قطارها نمود. امروزه در اکثر سیستم های حمل و نقل ریلی جدید از این تجهیزات در طراحی پست ها و انتقال انرژی استفاده می شود. برای این اساس، سیستم های مختلف خطوط انتقال قدرت، پست های کششی و اجزاء مربوط به آنها مطرح شده که در این فصل توضیح داده خواهد شد. [۹ و ۳]

۴-۲-۴-آشنایی با تعاریف و تجهیزات مورد استفاده در برق قدرت

CT: چون جریان خطوط زیاد می باشد و نمی توان مستقیماً آن را اندازه گرفت با استفاده از این دستگاه از جریان نمونه برداری می کنند. این دستگاه به صورت سری در مدار قرار می گیرد. همچنین برای ایزوله شدن شبکه های فشار قوی از سیستم های اندازه گیری و حفاظت از این وسیله استفاده می شود.

CVT: به موازات برگیر این دستگاه نصب می گردد و علت استفاده آن برای سد کننده فرکانس ۵۰ هرتز برای سیستم مخابراتی و اندازه گیری ولتاژ و محافظت برای رله ها مورد استفاده قرار می گیرد و فرق آن با PT این است که پی تی فقط برای اندازه گیری و حفاظت مورد استفاده قرار می گیرد.

PLC: روشی است که سیگنال های مخابراتی را از یک پست یا نیروگاه توسط خطوط فشار قوی ارسال کرده و در پست یا نیروگاه دیگر دریافت می کنند.

PT: چون ولتاژ خطوط زیاد می باشد و نمی توان مستقیماً آن را اندازه گرفت با استفاده از این دستگاه از ولتاژ نمونه برداری می کنند. این دستگاه به صورت موازی در مدار قرار می گیرد. همچنین برای حفاظتی که نیاز به نمونه ولتاژ مانند رله های ولتاژی مانند رله های اندر ولتاژ یا آور ولتاژ و رله دیستانس دارد استفاده می شود.

REF: این رله مشابه رله دیفرانسیل می باشد و برای اتصالیهای فاز با زمین در داخل ترانس به کار می رود و به طور جداگانه در دو طرف ترانس نصب می شود.

SF6: کلیدی که در آن برای خاموش کردن جرقه ناشی از قطع و وصل از گاز خاموش کننده ای استفاده می شود که آن گاز SF6 نامیده می شود.

استراکچر: استراکچر پایه های فلزی که نگهدارنده تجهیزات در پست می باشند.

اونت رکوردر: دستگاهی است که وقایع وحادثه هارادر پستها ثبت می کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

اینکامینگ: ورودی ترانس می باشد. (خروجی اصلی ترانس که کلیه فیدرهای خروجی از آن تغذیه می شوند).

اینترلاک: برای جلوگیری ازمانور اشتباه معمولاً بین یونرها و بریکر چفت و بست مکانیکی یا الکتریکی قرار می گیرد. که از آن به عنوان اینترلاک نام برده می شود.

اینورتر: این دستگاه ولتاژ مستقیم را به متناوب تبدیل می کند. مورد استفاده آن برای مصارف اضطراری و پر اهمیت در پست می باشد.

برقگیر: به منظور حفاظت از شبکه در مقابل اضافه ولتاژها و تخلیه آنها به زمین از برق گیر استفاده می شود. اضافه ولتاژهایی که در شبکه ایجاد می شوند یا ناشی از عوامل خارجی بوده نظری ساعقه و یا ناشی از اختلالات داخلی سیستم نظری-قطع ناگهان بار- سوئیچینگ- اتصال کوتاه، عدم تنظیم ریگلاتوری ولتاژ وغیره.

برقگیر در ابتدای پست و طرفین ترانس و در شبکه توزیع در ابتدای خط و در مسیر خط نصب می شود.

بریک: کلید قدرتی است که در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه و جریان زمین را سریع قطع نماید این کلید قطع جریان را در یک فضای عایق انجام می دهد بنابراین این کلید میتواند در زیر بار قطع کند.

پارالل کردن ترانس یا ژنراتور: یعنی موازی کردن دو ترانس فورماتور یا دو ژنراتور با هم که هدف از پارالل کردن بالا بردن ضربی اطمینان شبکه و تعدیل بار بین خطوط و ترانس ها و ژنراتورها و استفاده مناسب از قدرت و ظرفیت تجهیزات می باشد.

پست: محلی که در آنجا تبدیل ولتاژ انجام گرفته یا کلید زنی صورت می پذیرد.

تپ چنجر: وسیله ای است که با تغییر دادن سبب تغییر ولتاژ خروجی ترانس می گردد. این وسیله بیشتر در طرف فشار قوی ترانس نصب می شود.

ترانس مصرف داخلی: برای مصرف داخلی پست(روشنایی، شارژر، تغذیه رله ها و تجهیزات ارتباطات راه دور از این ترانس) استفاده می شود.

ترانس نولساز: به منظور ایجاد نقطه نول مصنوعی و در طرف مثلث ترانس ها و حفاظت ثانویه ترانس از ترانس نولساز استفاده می شود.

ترانسفورماتور: وسیله ای است که انرژی الکتریکی توسط القاء متقابل تبدیل می کنند و می توانند ولتاژ کم را به زیاد و بالعکس تبدیل نمایند.

ترموتر: برای اندازه گیری درجه حرارت از این دستگاه استفاده می شود

استیک: وسیله عایقی است برای باز یا بستن فیوز کتد یا گراند سیار از آن استفاده می شود.

خازن: جهت بالا بردن ولتاژ، جهت جبران بار راکتیو که در پستهای فوق توضیع استفاده میگردد.

خط انتقال: جهت انتقال جریان برق، جهت تبادل اطلاعات و جهت تبادل پیام با نصب سیستم PLC

دیسپاچینگ: مرکز کنترل پستهای انتقال و نیروگاهها میباشد. ثبت و قایع ایستگاهها فرمان قطع و وصل، روئیت مقادیر (جریان و ولتاژو...)) از وظایف آنهاست.

دیزلخانه: جهت تامین مصرف داخلی پست در زمانی که پست بی برق شده باشد.

دیفکت: در صورت به وجود آمدن اشکالی در تجهیزات جهت رفع عیب آن این برگ تکمیل و به گروه تعمیرات ارجاع داده میشود تا رسیدگی گردد و رفع عیب شود.

راکتور: به منظور کاهش ولتاژ شبکه در موقع افزایش ولتاژ شبکه (غیر عادی شدن ولتاژ) از راکتورها که جذب کننده بار راکتیو هستند استفاده می گردد. (جهت کاهش ولتاژ).

رله استند بای: وقتی که یک اتصال زمین بر روی فیدرهای خروجی باقیمانده و حفاظت فیدرهای مذکور عمل نکند این رله

به عنوان پشتیبان حفاظت ها عمل کرده و فرمان قطع را به طرف اولیه و ثانویه ترانس داده و باعث خارج شدن ترانس می شود.

رله بوخهلتس: این رله بین مخزن ترانس و کنسرواتور نصب می گردد. در اتصالی های شدید داخلی ترانس گازهای زیاد

همراه با جهش روغن ایجاد شده که فشار حاصله در رله بوخهلتس باعث عملکرد رله و تریپ ترانس می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

رله تانک پروتکشن: برای حفاظت ترانس در مقابل اتصالی با بدن از آن استفاده می شود.

رله جریان زمین: رله ای است که مانند رله جریان زیاد عمل می کند و اتصالیهای فاز به زمین را تشخیص داده و عمل میکند.

رله جریان زیاد: وقتی که جریان ورودی رله از ستینگ آن بالاتر رود این دستگاه بدون تاخیر فرمان لازم را صادر می کند.

رله جهتی: از جنس رله های توانی می باشد که بر اساس زاویه بین بردارهای ولتاژ و جریان عمل می کند. مانند رله جریان توان که برای جلوگیری کردن از موتوری شدن ژنراتور به کار می رود.

رله حفاظتی: دستگاهی که به طور خودکار جهت تشخیص خطأ در شبکه، حس کردن خطأ، نشان دادن خطأ و فرمان جدا کردن بخش معیوب بکار می رود.

رله دیستانس: از لحاظ هر پست هر نقطه از شبکه دارای یک امپدنس می باشد. که با به وجود آمدن خطأ جای این نقاط در صفحه جابجا می شود باشناسایی جابجایی این نقاط می توان به خطأ پی برد و آن را شناسایی کرد. این رله معمولاً دارای سه ناحیه عملکرد می باشد و بر روی خطوط انتقال نصب میگردد و نقطه اتصالی بوجود آمده بر روی خط را مشخص می نماید.

رله دیفرانسیل: با نمونه برداری از جریانهای دو طرف ناحیه حفاظت شده و مقایسه آن با یک مقدار مشخص شده می تواند خطأ را شناسایی و فرمان لازم را صادر کند.

رله ریکلوزر: این رله بر روی خطوط نصب میگردد تا در هنگام قطع در صورتی که علت قطع گذرا و لحظه ای بوده بعد از مدت زمان تعريف شده روی آن فرمان وصل را به صورت اتوماتیک صادرنماید.

رله فشار شکن: در صورتی که فشار رونمایشی یا گاز از حد تعريف شده بیشتر شود این رله باعث تخلیه اضافه فشار می شود.

رله های توانی: این رله ها بر اساس توان عمل می کنند به عنوان مثال رله هایی که جهت توان را اندازه گیری می کنند یا رله هایی که توان اکتیو و راکتیو را اندازه گیری می کند.

رله کمیود ولتاژ: این رله هنگامی عمل می کند که ولتاژ مقدار نامی پایین تر بیاید. معمولاً آن را روی ۸۰٪ مقدار نامی تنظیم می کنند.

یونرسر خط: جهت باز کردن خط از پست در صورتی که جریان از روی خط برداشته شده باشد و بریکر در ایستگاه مربوطه قطع باشد.

یونر: کلید قدرتی است که برای قطع و وصل ولتاژ به کار می رود این کلید نمی تواند جریان برق را در زیر بار قطع کند.

یونر ارت: به منظور اینمنی افرادی که روی خط انتقال و تجهیزات پست کار می کنند و همچنین تخلیه بارهای باقی مانده روی خطوط در ابتدای خطوط و پست های فشار قوی از یونر ارت استفاده می شود.

یونر بای پاس: یونری است که برای ارتباط بین دو بابس باز آن استفاده می کنند.

سیستم خنک کنندگی ترانس: جهت کاهش درجه حرارت ترانس ها و افزایش بازدهی و راندمان ترانسها از سیستم خنک کنندگی مختلفی بسته به قدرت و نوع ترانسها به کار گرفته می شود.

سیلیکاژل: جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت به ترانس ها از سنگ سیلیکاژل استفاده می شود در حالت عادی رنگ آن آبی میباشد و در صورت تغییر رنگ آن باید تعویض گردد.

شین یا بابس باز: تمام سیم ها و کابل های یک نیروگاه یا ایستگاه که ولتاژ مساوی دارند با یک شمش یا بابس در هر فاز

به هم متصل می شوند و سپس با تبدیل ولتاژ توسط ترانسفورماتور به ولتاژ دیگر تبدیل و به بابس های دیگر منتقل می شود.

صفحات هم پتانسیل: شبکه های آهنی هستند که زیر پای اپراتورها در بعضی نقاط مانند زیر یونرها و بریکرها برای از بین بردن ولتاژ تماس مورد استفاده قرار می گیرد.

فالت رکوردر: دستگاهی است که برای ثبت کردن خطاهای به وجود آمده از آن استفاده می شود. این دستگاه خطاهای را به صورت نموداری ثبت می کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فایر باکس: شامل یک جعبه می باشد جهت اتفا حریق که در داخل آن یک قرقه بزرگ و یک سر لوله با تعداد معینی لوله نواری در اندازه ۲۰ متری وجود دارد این جعبه به صورت عمودی یا افقی نصب می شود و بهترین فاصله برای نصب آن در داخل از کف تقریباً ۷۰ سانتی متر است.

گیج روغن: برای نشان دادن سطح روغن ترانس از این دستگاه که بر روی ترانس نصب است استفاده می شود.

لاین تراپ: این دستگاه سیم پیچ قطعی است که با یک خازن موازی شده است و در داخل سیم پیچ استوانه شکل قرار دارد و با آن موازی است و چون خازن با سیم پیچ موازی می باشد فقط در یک فرکانس خاص بنام فرکانس تشدید جریان مینیمم می شود. اگر مقدار سلف و خازن را طوری انتخاب کنیم که فرکانس تشدید روی فرکانس کاربر بیفتد، آن وقت سینکنال های مخابراتی چون جریان خیلی کم می شود نمی تواند وارد پست شود ولی برق فشار قوی (۵۰ هرتز) چون جریانش خیلی بالا است وارد پست می شود.

مقره: برای اتصال هادی های خطوط انتقال به دکل های که دارای ولتاژ زیادی نسبت به بدنه دکل و نسبت به یکدیگر میباشند از وسایل مجزا کننده استفاده می شود. که این وسایل عمدتاً به صورت مقره استفاده می شود.

میتر: دستگاهی است که برای اندازه گیری ولتاژ، جریان، بار اکتیو، راکتیو، فرکانس و... استفاده می شود.

نماتور برقگیر: سنجش تعداد عملکرد برق گیر را نشان می دهد که به منظور تخمین باقی مانده عمر برقگیر و تعیین محل عبور خط از نظر تعداد دفعات رعد و برق و اضافه ولتاژها از آن استفاده می شود.

گراند سیار: در موقعي مانند کار گروه تعمیرات بر روی خطوط بعد از بی برق کردن خط ها، جهت اطمینان از بی برق بودن خط و تخلیه بارهای الکتریکی احتمالی به زمین از گراند سیار استفاده می کنند.

باطری: به مجموعه ای از سلول ها که در آنها فعل و انفعالات الکترو شیمیایی قابل رفت و برگشت صورت می گیرد باطری میگویند که هر سلول مشکل از صفحات مثبت و منفی و ماده ای بنام الکترولیت که محلول از ۸ قسمت آب و ۳ قسمت اسید سولفوریک غلیظ می باشد.

باطری خانه: محل قرار گرفتن باطری در پست را باطری خانه گویند. [۹]

۴-۳- انواع شبکه تغذیه قطار برقی:

الف) DC برای قطارهای درون شهری ب) AC برای قطارهای برون شهری در قطارهای شهری نیاز به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار می باشد لذا از موتورهای DC سری استفاده می شود و برای سرعتهای بالای Km ۱۲۰ از سیستمهای AC به کمک یک کشنده استفاده می شود.

برای تغذیه قطار در سیستمهای ریلی شهری ولتاژ ۷۵۰ و ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ ولت DC است.

برای تغذیه قطار در سیستمهای ریلی بین شهری ۱۵ و ۲۵ و ۵۰ کیلوولت AC است.

در قطار های درون شهری مانند تراموا و مترو از برق DC استفاده می شود.

چون در قطارهای شهری نیاز به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار می باشد هر واگن خود کشش است و باید دارای موتور مستقل باشد و برای رسیدن به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار باید از موتور های DC سری استفاده شود.

به همین دلیل برق AC در پستها به DC تبدیل شده و به کمک شبکه در اختیار هر واگن قرار میگیرد. البته امروزه به کمک علم الکترونیک صنعتی میتوان از موتور های AC به جای موتور DC استفاده کرد اما بازهم به دلایل فنی شبکه باید DC باشد.

در قطار های سنگین بین شهری و حومه شهری از برق AC استفاده می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چون در قطارهای بین شهری و حومه شهری نیاز به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار نمی باشد هر واگن خود کشش نیست و کل واگن ها به کمک یک کشنده کشیده می شوند.

ولی بازهم در این کشنده از موتور های DC سری استفاده شود. به همین دلیل برق AC دریافت شده از شبکه بالاسری در قطار به برق DC تبدیل شده و در اختیار موتور ها قرار می گیرد. [۱۰ و ۱۱]

۴-۴- روش های برق رسانی به قطار

۱- شبکه بالا سری

به کمک شبکه ای که در بالای سر قطار است انرژی قطار تامین می شود. پانتوگراف یکی از اجزا قطار برقی است و وظیفه آن نگهداشتن اتصال بین خط هوایی و مدار قدرت لکوموتیو است. از پانتوگراف و سیستم تغذیه بالا سری در سیستم هایی استفاده می شود که دارای سرعت ۱۰۰ الی ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت می باشند.

۲- ریل سوم

به کمک یک ریل هادی که در کنار دو ریل دیگر نصب می شود انرژی قطار تامین می شود. این سیستم از سال ۱۹۲۷ در ژاپن به کار رفته است. در این سیستم، تغذیه قطار بوسیله یک ریل هادی به نام ریل سوم انجام می شود که مواری با ریل حرکت می باشد و به $\frac{3}{4}$ الی $\frac{1}{4}$ متر در کنار آن قرار دارد. در اکثر سیستم های ریل سوم، جمع کننده جریان به شکل کفش فولادی است که در بالای ریل قرار می گیرد. در بعضی از سیستم های ریل سوم، جمع کننده در سمت داخلی و یا کناری ریل قرار دارد که در این حالت امکان اتصال اشیاء خارجی به ریل کم است.

کیفیت دریافت جریان توسط ریل سوم در سرعت های بالا، ضعیف است. بنابراین برای ولتاژهای ۶۵۰ الی ۷۰۰ ولت و سرعتهای ۷۰ الی ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت مناسب می باشد. [۱۰ و ۱۱]

۵-۴- مزایا و معایب شبکه بالاسری و ریل سوم

مزایای شبکه بالا سری:

- در پست ها تنظیم کننده ها لازم نیست زیاد حساس باشند.
- ساییدگی پانتو گراف نسبت به جاروبک در ریل سوم کمتر است.
- صدا در شبکه بالاسری نسبت به ریل سوم کمتر است.
- برای تعمیرات ریل نیاز به قطع کردن برق نیست.
- خطرات جانی برای افرادی که از رو می یابند حرکت کنند بسیار کم است.

معایب شبکه بالا سری:

- دشواری در تنظیمات اولیه شبکه
- دشواری در ترمیم شبکه بعد از سوانح
- خطرات رعد و برق و شاخ و برگ درختان محیط های باز

مزایای ریل سوم:

- نصب شدن در قطعات کوچک با بهترین فاصله جدا کننده
- استفاده از برق متناوب محلی در شهر برای پست های حمل و نقل و رکتیفایرها
- ساده بودن سیستم
- هزینه نگهداری کمتری نسبت به شبکه بالاسری
- جریان های زیادی می کشد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

معایب ریل سوم:

- برای حفاظت بیشتر باید در مسیرهای مستقیم استفاده شود
- پیچیدگی در نصب کلیدها
- خطر برق گرفتگی برای پرسنلی که روی خط حرکت می کنند و برای حفاظت پرسنل لازم است از روکش های عایق استفاده شود.

چون سطح جریان در این سیتم بالاست و در ابتدای راه اندازی قطار جریان زیادی طلب می کند و بار زیاد است در هدوی کم ممکن است بعضی اوقات اتصال کوتاه رخ دهد و برای رفع مشکل باید کلید را باز کرد. [۱۰ و ۱۱]

۶-۴- انرژی برق در مترو

در مترو انرژی برق در دو بخش مهم استفاده می شود:

- ۱- برق ایستگاه ها: الف) روشنایی اماکن موجود در ایستگاه ب) نیرو (وسایل مکانیکی و تجهیزات)
- ۲- برق تراکشن (برای تغذیه قطارها)

۶-۱- مصرف کننده های الکتریکی داخل یک ایستگاه مترو شامل:

- ۱- روشنایی ایستگاه
 - ۲- سیستمهای حرارتی و برودتی
 - ۳- آسانسور و پله برقی ها
 - ۴- سیستم های مخابرات و اطلاع رسانی مانند بلندگوها و تابلوهای اطلاع رسانی^۱
 - ۵- سیستم های سیگنالینگ که اطلاعات قطار را منتقل می کنند
 - ۶- تجهیزات دیگر مانند گیت های ورودی، دوربین ها، سیستمهای اعلام حریق، پمپ های آب، آب گرمکن ها و ... درجه اهمیت این تجهیزات در ایستگاه های مترو از نظر قطع شدن برق با هم متفاوت است.
- چون حرکت قطار به فعل بودن سیستم سیگنالینگ بستگی دارد برق این سیستم نباید به هیچ عنوان قطع شود برق سیستم مخابرات نیز چون بستر انتقال اطلاعات است نباید قطع شود. معمولاً برای این سیستم ها از UPS های on line استفاده می شود که بعد از قطع شدن برق با توجه به ظرفیت باطری ها معمولاً از ۱۰ تا ۱ ساعت برق این تجهیزات از UPS ها تامین می شود.

اما مشکلی که وجود دارد این است که سیستم های خنک کننده اتاق های مخابرات و سیگنالینگ کولرهای گازی است و این سیستم ها را نمی توان توسط UPS تامین انرژی کرد و اگر قطعی برق طولانی شود گرم شدن سیستم، باعث مختل شدن کار می شود.

پس قطعی برق کل ایستگاه برای این سیستم ها نمی تواند بیشتر از چند ساعت باشد. قطع شدن برق گیت ها، سیستم های حرارتی و برودتی پمپ های آب، آب گرمکن، پله های برقی، آسانسورها به صورت موقت مشکل چندانی را در سرویس دهی ایجاد نمی کند.

قطع شدن برق در دوربین ها، بلندگوها، تابلوهای اطلاع رسانی (PIS)، ساعت ها، سیستم های اعلام حریق به علت داشتن UPS و مصرف کم نیز مشکل چندانی ایجاد نمی کند اما باز هم باید زمان آن کوتاه باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

^۱ passenger information system (PIS)

اما روشنایی در اکثر موارد نیاز است و تامین برق سیستم روشنایی نیز از برق عادی و سیستم اضطراری مخصوص روشنایی (UPS صنعتی) تامین می شود و در این رابطه حداکثر تا ۳ ساعت می توان از UPS صنعتی استفاده کرد. پس با این توضیح متوجه می شویم که ایستگاه مترو به دلیل حیاتی بودن دارای درجه اهمیت زیادی است حال برای اینکه قطعی برق در ایستگاه مترو کم شود و درجه اطمینان زیاد شود سیستم تغذیه اصلی ایستگاه باید دوبل و از دو سو تغذیه در نظر گرفته شود.

روش اول: این روش در ایستگاههایی استفاده می شود که به هم نزدیک هستند.

پست می تواند داخل یک ایستگاه باشد و در آن واحد ایستگاه از یکی پستها تغذیه می شود.

روش دوم: این روش در ایستگاههایی استفاده می شود که از هم دور هستند و در آن واحد ایستگاه از یکی از ترانسها تغذیه می شود پس دوبل بودن سیستم تغذیه به این دلیل است که برق ایستگاه نباید به هیچ عنوان قطع شود و اگر هم قطع شد، از توان UPS‌ها برای زمان تخلیه مسافرین از ایستگاه استفاده می توان کرد

در سیستم های قدیمی تر برای ایجاد اطمینان در برق ایستگاه از دو روش زیر به صورت مدار شکل استفاده می کردند.

- استفاده از دیزل ژنراتور برای ایستگاه ها
- استفاده از انشعاب های برق محلی برای ایستگاه ها . [۹]

۲-۶ سیستم برق تراکشن

الف - پستهای فرعی^۱ (S.S.)

این پستهای عموماً از نوع ۲۰/۶۰ کیلو ولت بوده و در اختیار شرکت برق منطقه ای می باشد که پس از انعقاد قرارداد خرید اشتراک برق منطقه ای، انشعاب مورد نیاز از این پستهای گرفته و به سوی مجموعه قطار شهری انتقال داده می شوند.

ب - خط انتقال^۲

خط انتقال عبارت است از یک شبکه کابلی ۲۰ کیلو ولت است که از پستهای فرعی (S.S.) 63/20 کیلو ولت منشعب شده و به نقاط تغذیه مجموعه قطار شهری که از قبل تعیین شده اند کشیده می شود. این خط انتقال یک شبکه کابلی اختصاصی برای مجموعه قطار شهری است که با نظارت و مسئولیت شرکت برق منطقه ای تاسیس می گردد. برای طراحی این خط انتقال توسط شرکت برق منطقه ای لازم است که طراحان قطار شهری موارد زیر را طراحی و سپس به شرکت برق ارائه نمایند:

- مقدار دیماند(قدرت الکتریکی) مورد نیاز مجموعه قطار شهری
- تعداد نقاط تغذیه مجموعه قطار شهری
- نوع مدار تغذیه (دو مداره یا تک مداره - مدار رینگ یا مدار شعاعی). [۹]

ج - نقاط تغذیه^۳

نقاط تغذیه مکانهایی است که طراحان سیستم برق تراکشن مجموعه قطار شهری پس از بررسی ها و محاسبات لازم آن جا را جهت ورود انشعابات برق خریداری شده از شرکت برق به مجموعه قطار شهری تعیین و طراحی می نمایند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

^۱ Sub-Station (S.S)

^۲ Transmission Line

^۳ Feeding Point

۵- پستهای پاساز^۱

پستهای پاساز کلید خانه ایی هستند که در نقاط تغذیه دایر میشوند و عملیات کلید زنی برق خریداری شده و ورودی به مجموعه قطار شهری و همچنین اندازه گیریهای پارامترهای الکتریکی و نصب کنتور مصرف برق در آن مکانها انجام می‌پذیرد.

[۹]

۶- پستهای یکسوساز^۲ (RS)

پستهای یکسوساز جهت تبدیل ولتاژ ۲۰ کیلو ولت AC خریداری شده و ورودی به مجموعه قطار شهری به ولتاژ ۷۵۰ وolt DC احداث میشوند. در سیستم های DC و ۷۵۰ وolt بطور مستمر یک واحد های پست یکسوساز مورد نیاز است علاوه بر این، در ابتدا و انتهای خطوط ریلی نیز که عموماً توقفگاه و دور برگدان و تعمیر گاه قطارهای هر کدام یک واحد پست یکسوساز نیاز می باشد. به عنوان مثال یک مسیر ۸ کیلو متری با سیستم ۷۵۰ V DC تقریباً به عواحد پست یکسوساز نیاز دارد. طراحی و اجرای پستهای یکسوساز به عهده طراحان مجموعه قطار شهری است و در طراحی این پستهای نمی توان مسیر را به چند مرحله طراحی تقسیم کرد و پستهای یکسوساز کل مسیر باید یکجا طراحی شود اما اجرای آنها را می توان به چند مرحله تقسیم نمود. [۹]

۷- شبکه بالاسری^۳ (OCS)

شبکه بالاسری یک نوع کابل کشی هوایی در بالای محور خطوط ریلی است بطوریکه قطارها بتوانند هنگام حرکت با سرعتهای دلخواه جریان مصرفی مورد نیاز خود را از این شبکه دریافت نمایند. شبکه بالاسری بر روی پایه های نصب شده در کنار خطوط ریلی و از طریق بازوهای نگهدارنده سیم کشی شده مدار تغذیه می شوند بطوریکه قطارها پس از دریافت جریان تغذیه از شبکه بالاسری، آن جریان را از طریق ریلها به پستی های یکسوساز برگشت می دهند. طراحی و اجرایی شبکه بالاسری به عهده طراحان مجموعه قطار شهری است و مثل پستی های یکسوساز نمی توان طراحی آن را به چند مرحله تقسیم کرد بلکه طراحی شبکه بالاسری کل مسیر بطور یکجا باید انجام پذیرد اما اجرای آن می تواند به چند مرحله تقسیم شود. [۹]

۸- مرکز کنترل برق تراکشن^۴

بدلیل تعدد پستهای گسترده بودن شبکه بالا سری در مجموعه قطار شهری و همچنین حساسیت بالای و تداوم بی وقفه برای تأمین برق تراکشن، به یک مرکز مجهز به تجهیزات کنترل از راه دور برای برق تراکشن نیاز است. مرکز کنترل برق تراکشن از نظر سخت افزاری دارای تجهیزات اپراتوری و پردازشگر ها و مانیتورهای مرکزی و همچنین یونیت ترمینالهایی (RTU) در پستهای یکسوساز و سایر مکانهای مورد نیاز بوده و از نظر نرم افزاری دارای سیستمهایی است که براحتی کلیه عملیات قطع و وصل برق در هر نقطه از پستهای یکسوساز شبکه بالاسری را بطور اتوماتیک یا دستی میسر می نماید و تمام پارامترهای الکتریکی و نمودارهای مورد نیاز را از طریق مانیتورها نمایش داده و از طریق چاپگرها مستند میسازد. طراحی و اجرای مرکز کنترل برق تراکشن به عهده طراحان مجموعه قطار شهری است و شرط طراحی آن اتمام طراحی پستهای یکسوساز و شبکه بالاسری کل مجموعه قطار شهری است. [۹]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

^۱ Passage Posts

^۲ Rectify Posts (RS)

^۳ Overhead Catenary System (OCS)

^۴ SCADA

ح- شبکه دیتا^۱

جهت مرتبط ساختن تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری مرکز کنترل برق تراکشن به ترمینالهای عامل در پستهای یکسو ساز و شبکه بالاسری نیاز به یک شبکه دیتا از نوع فیبر نوری و یا کابل کواکسیال همراه با مبدلها مربوطه در ترمینالهاست این شبکه باید اطلاعات مربوط به کلیه پارامترها و وضعیتهای دستگاههای الکتریکی را از تمام پستهای یکسو ساز و کل شبکه بالاسری دریافت نموده و به مرکز کنترل برق تراکشن را انتقال دهد و به نمایش بگذارد و کلیه فرمانهای صادره از مرکز کنترل برق تراکشن انتقال دهد و به نمایش بگذارد و کلیه فرمانهای صادره از مرکز کنترل برق رابه نقاط مورد نظر ارسال دارد و نتایج اجرای فرامین را به مرکز کنترل برق منعکس سازد طراحی و اجرای شبکه دیتا به عهده طراحان مجموعه قطار شهری است. [۹]

ج- گراف ترافیک روزانه قطارها^۲

هر شبکه حمل و نقل ریلی شهری باید براساس مطالعات جامع ترافیک شهری و سهم مسافر برای قطار شهری در ساعت مختلف روز اقدام به تهیه گراف ترافیک روزانه قطارها نماید. این گراف باید نشاندهنده تعداد قطارها، فاصله زمانی قطارها از همدیگر، آرایش قطارها، تعداد توقف قطارها در تمام ساعات کاری روزانه باشد. بدون وجود گراف ترافیک روزانه قطارها نمیتوان عمل شبیه سازی^۳ مصارف برق قطارها را انجام داد و نمی توان طراحی OCS و RS ها را شروع کرد. [۹]

د- پروفیل خطوط ریلی^۴

یکی دیگر از پیش نیازهای بسیار مهم برای طراحی RS ها، پروفیل خطوط ریلی است که نشاندهنده هندسه دقیق خطوط ریلی همراه با اطلاعاتی از قبیل شبیب، فراز، سطح، شعاع قوس (افقی و عمودی)، تونل، آبرو، زیرگذر، ترانشه و پل باشد. و قبل از نهایی شدن پروفیل خطوط ریلی نمی توان طراحی OCS و RS ها را شروع کرد. [۹]

و- دپوها^۵

عموماً ابتدا و انتهای خطوط ریلی مجموعه قطار شهری منتهی به دپو ساخته میشود و این دپوها دارای انبوهی از خطوط ریلی جهت دورزن، پارک نمودن، شستن و تعمیرگاه های قطارهای است. برخی از این خطوط در داخل فضاهای بسته و برخی دیگر در فضاهای باز دپو قرار میگیرند و خطوط دپو توسط سوزنهای متعدد به خطوط اصلی مسیر متصل می شوند. طراحی OCS و RS دپو منوط به طراحی و نهایی شدن خطوط ریلی و ساختمنها و تاسیسات جانبی دپوها میباشد و طراحی OCS و RS های مسیر اصلی منظور نمود. [۹]

۷-۴- منابع تامین برق ایستگاه

- عادی: از برق شهر تامین می شود.
- اضطراری: توسط دو عدد UPS 50 KW که در بعضی از ایستگاه های تهران در بالای ایستگاه مکانهای به منظور وصل دیزل ژنراتور در نظر گرفته شده است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

[۹]- اینمنی: چراگهای که دارای باتری سر خود هستند و در فضاهای حساس عملیاتی و کنترل سیستم.

^۱ Data bus

^۲ Traffic time table

^۳ Simulation

^۴ Track Profiles

^۵ Depotes

۸-۴- روشنایی ایستگاه

توسط نرم افزار Diallux بر اساس ابعاد اتاق، کاربری اتاق، ضرائب انعکاس رنگ دیوار و سقف و کف وسایلی که در اتاق نصب خواهد شد حساب می شوند.

نیرو ایستگاه: از روی توان موتور نوع کابل و برق مصرفی مشخص می شود و کلیه تجهیزات برقی در ایستگاه حداقل دارای IP 55 هستند.

IP: حفاظت بین المللی که عدد اول شامل مواد جامد و عدد دوم مواد مایع و زاویه پاشیدن مایع

۹-۴- اثرات نامطلوب ناشی از اجرای سیستم برق

در مورد سیستم برق تراکشن و پیش نیارهای طراحی آن توضیح داده شد. در اینجا لازم به ذکر است که اجرای سیستم تامین برق تراکشن در مجموعه قطار شهری باعث بوجود آمدن یک سری اثرات نامطلوب بر تاسیسات و تجهیزات همچو رانه در مقابل قطار شهری میشود که نیازمند مطالعات جامع در مورد بررسی اثرات نامطلوب آنها و تهیه طرحهای اجرایی پیشگیرانه در مقابل این اثرات نامطلوب است. مطالعه و تهیه طرحهای اجرایی در این مورد به عهده طراحان سیستم برق تراکشن مجموعه قطار شهری است که قبل از اجرای سیستم برق تراکشن باید این مطالعات و تهیه طرحها را انجام دهند تا همزمان با اجرای سیستم برق تراکشن به اجرا گذاشته شود. در زیر به موارد اثرات نامطلوب حاصله از سیستم برق تراکشن مجموعه قطار شهری اشاره میشود:

[۹]

الف- هارمونیک ها^۱

در سیستم برق تراکشن مجموعه قطار شهری عمل یکسوسازی برق ۲۰ کیلو ولت AC به برق ۷۵۰ یا ۱۵۰۰ ولت DC انجام میپذیرد که این عمل باعث پیدایش امواج مزاحم بنام امواج هارمونیک در موج اصلی برق میشود. امواج هارمونیک هم در تجهیزات الکتریکی شرکت برق منطقه ای و هم در تجهیزات مجموعه قطار شهری اثرات نامطلوب بصورت اتلاف انرژی، ایجاد پارازیت مخابراتی، ایجاد صدا و گرما در تجهیزات الکتریکی می گذارد. [۹]

ب- جریانهای سرگردان^۲

از آنجائیکه خطوط ریلی بخشی از مدار تغذیه برق تراکشن مجموعه قطار شهری است لذا جریانهای الکتریکی برگشتی از داخل ریل ها می توانند در تماس با زمین قرار گیرند که این امر باعث نشت مقداری از این جریان برگشتی ریل ها به زمین میشود این جریان نشتنی به زمین به صورت سرگردان به سراغ لوله های فلزی گاز، آب، فاضلاب و آرماتورهای فلزی داخل سازه های بتی میروند و ضمن عبور از این فلزات دوباره در جای دیگر به زمین نشت میکنند این عمل باعث جدا شدن تدریجی الکترونهای فلزات مذکور شده و در زمان کوتاهی باعث خوردگی فلزات و تخریب آنها میگردد و حاصل این واکنش ممکن است به تخریب لوله ها و سازه های بتی منجر شود. [۹]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ج- حفاظت زمین^۳

ساختمانهای و سازه های فلزی، تاسیسات و تجهیزات فلزی، بدنه فلزی دستگاههای الکتریکی که در جوار سیستم برق تراکشن مجموعه قطار شهری دایر میشوند در معرض القاء و اتصال کوتاه الکتریکی قارمی گیرند که برای جلوگیری از اثرات نامطلوب و مخرب آن نیاز به یک سیستم ارتینگ مطمئن جهت تخلیه تمام جریانهای الکتریکی نامطلوب و مخرب از تمام بدنه های فلزی مذکور به زمین میباشد. [۹]

^۱ harmonics

^۲ Stray Current

^۳ earthing and bonding

۱۰- حفاظت در مقابل صاعقه

بر اساس جذب، هدایت و دفع بار الکتریکی، از طریق مسیر عبور جریان برق جداگانه با حداقل مقاومت بدون اینکه خطری ایجاد کند.

۱- پایانه هوایی: میله بر قرگیر

۲- پایانه نزولی: تسمه های ۲۰***۳

۳- پایانه زمینی: شامل چاه و میله ارت

۱۱- انواع پست ها

۱- پست عمومی: شامل سلول فشار ضعیف و سلول فشار قوی و ترانس است.

۲- پست اختصاصی(LPS): سلول فشار متوسط و ترانس است.

۳- پست پاساژ: تنها سلولهای فشار متوسط همراه با لوازم اندازه گیری دارد.

(وروود خروج کابل فشار متوسط و تغذیه کننده پست اختصاصی هستند).

برق رسانی به پست پاساژ از طریق ۶ پست فوق توزیع شهر مشهد تغذیه خواهد شد.

که برق ورودی برای فاز اول راه اندازی خط ۲ قطار شهری ۵/۱۳ مگاوات برای هر پست پاساژ خواهد بود.

۴- پست کشش: تامین کننده برق مستقیم تغذیه کننده قطار. [۹]

۱۲- مقایسه روش های گوناگون برق رسانی در سیستم حمل و نقل ریلی

ضوابط انتخاب روش های برق رسانی

برای خطوط جدید ریلی که ساخته می شوند روش برق رسانی بیشتر وابسته است به نوع ناوگانی که در آن خط حرکت می کنند برای مثال در پروژه های دنیا از معیارهای عمومی زیر تبعیت می شود.

۱- برای ناوگانی مانند تراموا

در اکثر موارد چون مسیر حرکت ترامواها مستقیم نیست از شبکه بالاسری (OCS) سبک مدل واگن برقی با ساپورت های سبک استفاده می شود.

در خط هایی که کاملاً مستقیم هستند از ریل سوم می توان استفاده کرد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای تراموا بهترین رنج ولتاژ کار ولتاژ ۷۵۰ ولت مستقیم است و رنج توان و قدرت یکسو کننده ها در این سیستم نسبتاً کم است حدود ۶۰۰ تا ۹۰۰ کیلو وات.

۲- برای ناوگانی مانند متروی سبک

در خط هایی که کاملاً مستقیم هستند از ریل سوم استفاده می شود اگر این خط در مسیرهای مستقیم نباشد از شبکه بالاسری استفاده می شود برای متروی سبک بهترین رنج ولتاژ کار ولتاژ ۷۵۰ ولت و ۱۵۰۰ ولت مستقیم است رنج قدرت یکسو کننده ها در این سیستم ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلووات است.

۳- برای ناوگانی مانند مترو

مطمئناً به دلیل مستقیم بودن مسیر کانون انتخاب بر روی استفاده از ریل سوم با ولتاژ کار ۷۵۰ ولت مستقیم خواهد بود.

اما امروزه از شبکه بالاسری با ولتاژ ۱۵۰۰ ولت و ۳۰۰۰ ولت مستقیم توصیه می شود.

۴- برای ناوگانی مانند قطار حومه شهری

سیستم برق شبکه بالاسری با ولتاژ ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ ولت DC انتخاب خواهد شد. برای مسافت طولانی تر در حومه شهر با ماکزیمم سرعت ۱۲۰ کیلومتر سیستم برق شبکه بالاسری با ولتاژ ۲۵ کیلو ولت تک فاز جریان AC پیشنهاد بهتری می باشد.

۵- قطارهای بین شهری

برای مسافت طولانی بین شهرها با سرعت حرکت بیش از ۱۲۰ کیلومتر سیستم برق شبکه بالاسری با ولتاژ ۲۵ کیلو ولت تک فاز جریان AC باید باشد. [۹]

۱۳- مقایسه بین روش های برق رسانی

در توان های بالا با ولتاژ ۷۵۰ ولت استفاده از شبکه OCS مناسب نیست چون باعث سنگین شدن شبکه و قطور شدن پایه ها می شود و تنظیمات شبکه مشکل خواهد بود.

به لحاظ طبیعت ریل سوم در اتصال جاروبک به ریل نسبت به OCS انعطاف کمتری وجود دارد به همین دلیل در سرعت های بالا از ریل سوم نمی توان استفاده کرد و با کوچکترین غیر و یکنواختی جاروبک می شکند.

همان گونه که می دانید در OCS پانتوگراف به علت زیگزاگ بودن شبکه سایش کمری دارد. اما در ریل سوم به دلیل ثابت بودن محل جاروبک سایش در آن زیاد است و به همین دلیل مدام جاروبک ها در باید تعویض شود و آلودگی کردن در تونل زیاد خواهد بود و هزینه نگهداری ریل سوم نسبت به شبکه بالاسری زیاد است.

در OCS بیشتر سوانح مربوط به قطع شدن سیم بر اثر سایش و خوردگی است، تعمیر چنین سوانحی به ساعت ها وقت نیاز دارد به همین دلیل تعمیرات و نگهداری در OCS حساس تر است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

هزینه احداث ریل سوم از شبکه بالاسری بیشتر است ولی هزینه نگهداری و تعمیرات ریل سوم کمتر از شبکه بالاسری می باشد.

در سیستم ریل سوم احتمال برق گرفتگی پرسنلی که به تعمیرات خطوط مشغول هستند زیاد است و به همین دلیل حتما در زمان این گونه عملیات برق باید قطع شود.

این مسئله آنقدر مهم است که در روی سکوی ایستگاه ها شستی های اضطراری در اختیار مسافر خواهد بود که با احساس خطر برق شبکه قطع شود این شستی های اعلام حریق هستند که توسط یک شیشه حفاظت میشود. ما به صورت یکپارچه نمی توانیم ریل سوم داشته باشیم و باید برای اتصال قطعه های آن ها از کابل استفاده کنیم که این کابل ها و محل اتصال معمولا مشکل آفرین است.

در خطوط ریلی که قوس آن ها کمتر از ۵۰ متر است از ریل سوم نمی توان استفاده کرد.

در محل سوزن ها و قوسی ها معمولا سیستم ریل سوم دچار مشکل می شود و قطار با سرعت بسیار پایین در این نقاط باید حرکت کند.

به علت اینکه ریل سوم در پایین و در مجاورت خطوط نصب می گردد بروز حوادث طبیعی مانند سیل و آبگرفتگی، برف، باران، خطر برق گرفتگی را زیاد می کند و باعث از کار افتادن سیستم انتقال می شود.

بعد از هر آب افتادگی حتما کل ایزو لاتورها باید نظافت شود.

با خارج شدن قطار از ریل اولین جایی که آسیب می بیند ریل سوم است و پس از این حادثه اتصال کوتاه شدید رخ میدهد و جرقه های شدید به وجود می آید که در اکثر موارد باعث آتش سوزی در قطار و ترس و وحشت مسافران می شود این موضوع را ما در شبکه بالاسری نداریم.

چون سیستم با برق DC کار می کند با هریار جدا دشدن جاروبک از ریل سوم قوس الکتریکی شدید به وجود می آید. و این مسئله باعث آسیب جدی به ریل می شود.

درجہ بالائی اطمینان در تامین برق برای ناوگان مهم تر است به همین دلیل سیستم تغذیه قطار نیز باید از چند نقطه تامین شود. [۹]

۱۴-۴- آماده سازی توان الکتریکی برای قطار

برقی که از شبکه شهری دریافت می شود ابتدا به پست های پاساز منتقل می گردد و سپس به پست های کشش پست تغذیه قطار وارد می گردد و سپس به شبکه تغذیه قطار داده می شود منتقل می گردد. همانگونه که گفته شد با توجه به اهمیت حرکت قطار، برق این سیستم تحت هیچ شرایطی نباید قطع گردد لذا هر پست کشش نیز از دو پست پاساز و رینگ داخلی تغذیه می شوند. بنابراین فقط در شرایط بحرانی قطع برق کل شهر قطار بدون انرژی الکتریکی خواهد ماند.

برق انتقال یافته به پست های کششی ۲۰ KV است.

بیشترین توانی که در پست های کششی مصرف می شود، توان مصرفی قطار است و علاوه بر آن سیستم برقی ایستگاه ها نیز از همین برق استفاده می کند (جز واحدهای تجاری که از برق محلی استفاده می نمایند).

برق ایستگاه ها : از یک ترانسفورماتور ۲۰ KV به ۷۰۰ ۴۰۰ توسط کابل های دفنی تامین می گردد. [۹]

نوع برق مورد استفاده در قطار:

در هر پست ترکشن توسط دو ترانس و دستگاه یکسو کننده برق پس از یکسو شدن به ولتاژ ۷۵۰ V dc برای استفاده قطار تبدیل می گردد و توسط کابل هایی که از داخل داکتها عبور داده می شود برای تامین برق سیستم شبکه تغذیه قطار استفاده می شود .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مطمئنا برای تغذیه مناسب قطار در فاصله های باید پست های کشن و وجود داشته باشد که در پروژه قطار شهری مشهد این این فاصله معمولا ۲Km است به همین دلیل در فاصله ۱۸/۵Km طول خط یک پروژه قطار شهری مشهد از یازده عدد پست کششی استفاده شده است به علاوه چهار عدد پست پاساز که برق پست های کششی را تامین میکند.

۱۵-۴ - آشنایی با سیستم های U.P.S

شبکه های برق شهری که برای تغذیه دستگاههای الکتریکی و الکترونیکی مورد استفاده قرار می گیرند، همگی AC با شکل موج سینوسی هستند ولی ولتاژ و فرکانس شبکه های برق مختلف با هم تفاوت دارند.

به طور کلی دو شبکه با استاندارد اروپایی V 220 HZ 50/ 120 V 60 HZ بیشترین کاربرد را در سراسر جهان دارند. دسترسی به شبکه ای عاری از اختشاش همیشه میسر نیست و به طور ناخواسته اختلالات و اختشاشاتی در شبکه برق سراسری به وجود می آید که اعهم آنها و تاثیراتشان عبارتند از :

۱- ضربه ولتاژ شدید: ولتاژهای سوزنی با دامنه و فرکانس خیلی بالا ، بادوام چند ده میکروثانیه و با دامنه های چند صد ولت ، که می توانند موجب تخریب برخی قطعات الکترونیکی گردند.

۲- افزایش و کاهش ناگهانی ولتاژ حداکثر در یک پریود برق شهر این حالت دیده می شود و در اثر آنها ولتاژ برق به مدت ۱۰ الى ۲۰ میلی ثانیه بیش از ۱۰٪ از ولتاژ نامی شبکه تغییر می نماید.

۳- کاهش دراز مدت ولتاژ: گاهی در اثر وجود یک بار مصرفی بزرگ در بخشی از شبکه ولتاژ برق در آن بخش با کاهش مواجه می شود اگر میزان افت ولتاژ از حدی بیشتر باشد می تواند موجب اختلال در عملکرد دستگاههای الکتریکی مانند ریست شدن کامپیوترها شود.

۴- اعوجاج و نویز در شبکه: در اثر اتصال بارهای غیر خطی مانند سوئیچینگ تریستورها و موتورهای القائی جریان ضربه ای از شبکه کشیده میشود که موجب شکستگی و نویز در شکل موج ولتاژ شبکه می گردد. این نویزها در شبکه های کامپیوتری می توانند موجب خطا در خطوط دیتا و از دست رفتن سیگنالهای اطلاعاتی گردد.

۵- قطع برق: ممکن است برق بخشی از شبکه سراسری در اثر افزایش بار مصرفی یا در اثر خرابی تجهیزات توزیع، یا حوادث طبیعی برای مدتی کوتاه یا طولانی قطع گردد. قطع برق موجب از کار افتادن سیستم های کنترل صنعتی و شهری و نیز موجب ریست شدن کامپیوترها می شود که علاوه بر از دست رفتن اطلاعات نرم افزارهای در حال کار می تواند موجب صدمه کلی به نرم افزار و سخت افزار سیستم ها گردد.

UPS سیستمی است که در مسیر برق ورودی دستگاههای الکتریکی قرار گرفته و کیفیت برق ورودی را افزایش می دهد و در زمان قطع برق شبکه، یک مسیر تغذیه جانشین بار مصرفی ایجاد می کند به طوری که تغذیه دستگاههای مذکور تحت هر شرایطی عاری از نویز نوسان و وقفه باشد. هر اندازه که یک UPS مقادیر بیشتری از اختلالات موجود در برق شهر را تصحیح یا حذف نماید و شکل موج ولتاژ خروجی آن در هر شرایطی به شکل موج سینوسی بدون اعوجاج و با دامنه ثابت نزدیکتر باشد از کیفیت بالاتری برخوردار است.

به طوری که دیده می شود در هر UPS دو مسیر تغذیه برای بار وجود دارد یکی از طریق حذف ضربه های ولتاژ و فیلتراسیون برق ورودی از شبکه و دیگری از مسیر شارژر باتری و اینورتر که باتری در هنگام قطع برق شهر به عنوان سیستم پشتیبانی بار مصرفی را به عهده دارد. یکی از این دو مسیر به عنوان مسیر اصلی در هنگام کار نرمال سیستم بار را تغذیه می کند و در هنگام بروز خطا در مسیر اصلی مسیر دیگر به عنوان جانشین وارد مدار می شود UPS ها با توجه به نوع شکل موج خروجی و نیز مسیر اصلی و جانشین در بلوك فوق و ساختار مداری آن به انواع مختلفی با مزايا و معایب متفاوت تقسیم می شوند که بحث در مورد آنها به فرصت دیگر موقول می شود.

UPS ها به دو دسته کلی On Line و Off Line تقسیم می شوند. در نوع On line بارخروجی همواره از اینورتر و باتری که به وسیله شارژر متصل به شبکه در حالت شارژ دائم است تغذیه می گردد. یعنی اینورتر سیستم همواره فعل بوده و هر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گونه اختلال و اغتشاشی در برق ورودی به خروجی منتقل نمی گردد و خروجی مستقل از ورودی می باشد. بر عکس در نوع Off Line بار خروجی از طریق ولتاژ شبکه که فیلتر شده است تغذیه می شود و تنها در حالت قطع یا خطا در برق ورودی، اینورتر فعال شده و از طریق باتری خروجی را تغذیه می کند.

در UPS های نوع On Line شارژر و اینورتر هر دو همیشه فعال هستند و شارژر علاوه بر جریان باتری، جریان DC ورودی اینورتر را نیز تامین می کند که این تبدیل و انتقال توان از برق ورودی به شارژر و سپس اینورتر، بیش از ۳۰٪ تلفات در برخواهد داشت که حرارت تولید شده راندمان و طول عمر دستگاه را کاهش می دهد. ولی در نوع Off line اینورتر تنها در حالت وجود خطأ در برق ورودی، فعال می شود و شارژر نیز تنها جریان شارژ باتری ها را که بسیار کمتر از جریان مصرفی اینورتر است تامین می کند. بنابراین تلفات حرارتی در نوع Off Line بسیار کمتر است لذا این نوع UPS ها از راندمان و طول عمر بیشتری برخوردارند.

به طوری که قبل از گفته شد هر گاه یک UPS میزان بیشتری از اختلالات برق ورودی را حذف یا اصلاح نماید از کیفیت بهتری برخوردار است. یک UPS نوع On Line تقریباً تمامی این اختلالات را اصلاح می نماید ولی یک UPS نوع Off Line بخشی از اختلالات را حذف می کند ولی از آنجایی که یک UPS نوع On Line بسیار گران تر و حجمی ترازیک UPS نوع Off Line است با توجه به نیاز مصرف کنندگان و به منظور تلفیق برخی مزایای انواع On Line و Off Line بسیاری از UPS های موجود مطابق تعریف کلاسیک به صورت مشخص Off Line یا On Line نیستند بلکه با ساختاری متفاوت ساخته می شوند که چند نمونه پرکاربردتر به شرح زیر معرفی می شوند:

۱- UPS های مدل پیوندی : در این ساختار در مسیر اصلی برق ورودی یک یکسوساز قرار می گیرد که ورودی را یکسو نموده و بعد اینورتر ولتاژ یکسو شده را به ولتاژ AC در خروجی تبدیل می کند. در مسیر جانشین پس از شارژر و باتری یک مبدل DC به DC اضافه شده که هنگام وجود خطأ در برق شبکه ولتاژ باتری را به ولتاژ DC برابر با مقدار یکسو شده شبکه تبدیل نموده و به ورودی اینورتر اعمال می نماید. در این سیستم چون همواره اینورتر فعال است مشابه On Line عمل می کند و از آنجایی که مسیر جانشین از باتری و مبدل DC به DC در هنگام وجود خطأ در شبکه فعال می گردد مشابه UPS های Off Line می باشد.

۲- UPS های فرورزنانس: این ساختار بر اساس خواص نوعی از ترانس با هسته فرورزنانس و دارای یک سیم پیچ کنترل اضافه عمل می کند. ماده مخصوص فرورزنانس موجود در هسته با محدود کردن برخی نوسانات برق ورودی موجب رگولاتور و ثبیت شکل موج خروجی در وضعیت وجود برق شبکه نیز می شود همچنین ایزوگلاتیون بین خروجی و ورودی را هم ایجاد می کند. این ترانسفورمرها اگرچه به عنوان فیلتر جهت حذف نویزها و حالت های گذرا در شبکه عمل می کنند ولی به علت این که برای رگولاتور در منطقه اشباع کار می کنند موجب ایجاد اعوجاج ولتاژی در خروجی می شوند.

اشباع بودن ترانسفورمر، فرورزنانس حرارت زیادی تولید می کند لذا راندمان این گونه سیستم ها را بسیار کاهش میدهد در خروجی ترانسفورمر خازن هایی با ظرفیت نسبتاً زیاد قرار داده می شود که همراه با امپدانس ترانسفورمر ایجاد یک فیلتر LC با Q نسبتاً بالا می کنند که به تضعیف حالت های گذرا و اختلالات شبکه کمک شایانی خواهد نمود.

ترانسفورمر فرورزنانسی در هنگام بروز خطأ در برق ورودی و انتقال به اینورتر انرژی ذخیره شده در هسته اشباع شده را به صورت روزانه به خروجی منتقل می کند و زمان انتقال را گاه تا حد صفر ثانیه کاهش می دهد از این رو بعض این UPS ها را به عنوان On Line یا نیمه On Line معرفی می کنند. در صورتی که اینورتر این UPS ها فقط در هنگام قطع برق ورودی فعال شده و در حقیقت از نوع On Line می باشند.

۳- UPS های مدل Line Interactive : در این طرح یک مبدل DC به DC دو طرفه وجود دارد که در صورت وجود شبکه به عنوان شارژر باتری و در هنگام وجود خطأ در برق ورودی به صورت اینورتر عمل کرده و با را از طریق باتری تغذیه می کند. در این طرح بخشی از ترانسفورمر اینورتر همیشه به خروجی متصل بوده و به عنوان فیلتر برق شبکه عمل می کند. این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

UPS ها دارای راندمان و قابلیت اطمینان بالا بوده و بسیاری از اغتشاشات برق ورودی را حذف یا اصلاح می نمایند و زمان انتقال از برق ورودی به اینورتر نیز در این نوع سیستم ها کمتر از سیستم های Off Line معمولی می باشد.

به نظر می رسد که کلا دو نوع سیستم UPS صرفنظر از نوع شکل موج وجود دارد. Online و Standby اما در واقع شکل های مختلفی از سیستم های UPS موجود است که در این طبقه بندی ها قرار نمی گیرند.

امروزه انواع مختلف دیگری از UPS موجود است که در طبقه بندی همان دو سیستم ذکر شده قرار می گیرند که عبارتند از:

۱- Online بدون مسیر ثانویه

در این سیستم در واقع از مسیر یک استفاده نشده است.

بدین صورت هر گونه اشکال در هر کدام از سه واحد بالا باعث قطع ولتاژ می گردد در واقع سیستم یکی از دو مشخصه اصلی هر UPS را که تهیه ولتاژ بطور مداوم است را ندارد. در این سیستم به علت عدم وجود مسیر میان بر اصولا زمان تبدیل وجود ندارد. سیستم های بزرگ UPS جهت استفاده برای مینی کامپیوترها و مین فریم ها از این نوع انتخاب مستثنی هستند.

۲- ترکیب Online و Standby

این روش در واقع جهت رفع اشکال حالت او مورد استفاده است. شکل بلوک دیاگرام زیر:

در این روش زمان تبدیل وجود ندارد و از طرف ابعاد شارژ به اندازه حالت Standby است اما به هر صورت در خروجی دستگاه تنها یک مسیر خروجی وجود دارد که این یک نقص است برخلاف آنچه تصور می شود این سیستم از قسمت باطری تا خروجی به صورت نیمه Online و از قسمت مبدل DC_DC به صورت Standby می باشد.

۳- Standby با ترانسفورماتور Ferro

اصول کار این سیستم بر مبنای یک ترانس با سه سیم پیچ می باشد.

در حالت عادی برق شهر از طریق کلید تبدیل و ترانس خروجی متصل می گردد و در صورت ایجاد اشکال کلید تبدیل باز شده و UPS از طریق مسیر پایین کار می کند.

در این سیستم واحد مبدل به صورت Standby می باشد. اثر فروزنانس ترانسفورماتور باعث تغییراتی در شکل موج خروجی می گردد. گرچه حالت ایزو لاسیون در این نوع ترانسفورماتور باعث فیلتر شدن برق شهر می گردد اما خود ترانس باعث ایجاد امواج در شکل موج خروجی می گردد. از طرف دیگر حرارت تولید شده به علت وجود ترانس در این روش بسیار مهم است.

۴- UPS با ارتباط داخلی: طی این روش مسیر شارژر باطری از طریق کار مبدل AC و DC صورت می گیرد و در صورت کاهش برق شهر و یا قطع برق آن باطری کار تغذیه سیستم مبدل را بر عهده می گیرد چون مبدل همواره به خروجی متصل است بنابراین این اشکالات ناشی از زمان تبدیل و حالات گذرا را ندارد. [۹]

۱۶-۴- سیستم های تهویه

امروزه با توسعه شهرها و رشد جمعیت سیستمهای حمل و نقل زیر زمینی بویژه خطوط مترو، از اهمیت بالایی برخوردار شده اند. این خطوط علاوه بر ظرفیت بالا، دارای سرعت بالای جابجایی مسافر نیز هستند. یکی از مهمترین مسائلی که ممکن است در این سیستم روی دهد وقوع آتش سوزی است. مقدار شعله آتش سوزی و گرمای ناشی از آن به همراه دود و مواد آلاینده تولید شده از مهمترین مسائلی است که در آتش سوزی ها در مکان های بسته خصوصاً تونل ها و ایستگاه های مترو باستی مورد توجه قرار گیرد. سیستم تهویه اضطراری باستی توانایی تخلیه گرما، دود و مواد آلاینده را از مسیر فرار مسافرین داشته باشد. همچنین بتواند منطقه های امن و عاری از آلودگی را برای مدت خاصی ایجاد کند.

شرایط محیط زیست انسان نیز تاثیر مستقیمی بر چگونگی حالات روانی، وضعیت فیزیکی، نحوه انجام کار و بطور کلی تمام شئون زندگی او دارد. از آنجاییکه بخش عمده زندگی بشر امروزی در داخل ساختمان می گذرد، ایجاد شرایط مطلوب زیست محیطی در ساختمان، خواه محل کار باشد یا منزل و غیره، واجد اهمیت بسیاری است که مهمترین بخش آن تهویه هوایی مطبوع برای ساکنین ساختمان با توجه به نوع فعالیت آنهاست زیباترین و گرانبهاترین ساختمانها در صورتیکه فاقد سیستم تهویه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مطبوع مناسب باشند قابل سکونت نخواهد بود اهم وظایف یک سیستم تهويه مطبوع عبارتند از کنتزل دما، رطوبت و سرعت وزش هوا، زدودن گرد و غبار تعفن و سایر آلودگی های هوا و در صورت لزوم از بین بردن میکروب ها و باکتریها معلق در هوا، گرمایش و سرمایش هوا مناسب با فصل، عمدۀ ترین وظیفه یک سیستم تهويه مطبوع است. [۹]

۱۷-۴ - انتخاب نوع موتور

انتخاب نوع موتور به مشخصه سرعت - گشتاور بستگی دارد و در همه موتورها با کاهش سرعت، گشتاور افزایش می یابد. میزان کاهش سرعت با افزایش گشتاور، در انواع موتورهای جریان مستقیم شنت و سری و موتورهای AC القایی متفاوت است. [۱۳]

۱۸-۴ - مشخصه های سرعت - گشتاور موتورهای الکتریکی

مشخصه سرعت - گشتاور موتورهای الکتریکی به صورت زیر طبقه بندی می شوند:

- ۱- مشخصه سرعت - گشتاور کاملاً سخت که در آن با کاهش گشتاور سرعت تغییر چندانی نمی کند.
- ۲- مشخصه سرعت - گشتاور سخت که در آن با کاهش گشتاور، سرعت کمی افزایش می یابد.
- ۳- مشخصه سرعت - گشتاور نرم که در آن با کاهش گشتاور، سرعت افزایش می یابد. [۱۳]

۱۹-۴ - مقایسه موتورهای جریان مستقیم سری و شنت برای قطار برقی

موتورهای الکتریکی جریان مستقیم سری و شنت را با توجه به مشخصه سرعت - گشتاور در زیر مورد مقایسه قرار میدهیم.

- ۱- موتور سری توپانی اعمال گشتاور بزرگی را در لحظه راه اندازی دارد.
 - ۲- در موتور سری مطابق مشخصه گشتاور - سرعت نرم، با افزایش گشتاور، سرعت کاهش می یابد و به این ترتیب موتور در مقابل اضافه بار حفاظت می شود. در حالیکه موتور شنت دارای مشخصه گشتاور - سرعت سخت می باشد.
 - ۳- چرخهای با قطرهای نابرابر سبب می شود که موتورهای کوپل شده به هم دارای سرعتهای متفاوتی باشند. مشخصه گشتاور - سرعت موتور سری نشان می دهد که اختلاف در سرعت، اختلاف کمی را در گشتاور ایجاد می کند، در حالیکه در موتور شنت اختلاف زیادی را ایجاد می کند.
 - ۴- افزایش ناگهانی در ولتاژ موتور باعث ایجاد جریان هجومی در موتور می گردد که دامنه آن امپدانس مدار موتور EMF موتور بستگی دارد. در یک موتور سری امپدانس معادل شامل امپدانس آرمیچر و میدان است ولی در موتور شنت فقط شامل امپدانس آرمیچر است، بنابراین دامنه جریان هجومی در موتور سری کمتر از شنت می باشد.
- با توجه به موارد بالا دیده می شود که در سیستمهای DC، موتور جریان مستقیم سری مناسب تر از موتور شنت می باشد. [۱۳]

۲۰-۴ - کاربرد موتورهای القایی برای قطار برقی

موتورهای القایی از نوع قفس سنجابی، دارای مقاومت بالایی می باشند و نیاز به نگهداری کم و در نتیجه هزینه پایینی دارند این عوامل و همچنین رشد تکنولوژی الکترونیک قدرت از سال ۱۹۷۰ باعث به کار بردن موتورهای القایی در قطارهایی برقی شده است. با به کار بردن اینورترهای ولتاژ و فرکانس متغیر به همراه موتورهای القایی می توان به مشخصه گشتاور - سرعت موتورهای جریان مستقیم سری دست یافت. [۱۲]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۱-۴- مقایسه موتورهای القایی و جریان مستقیم سری

- ۱- موتور القایی دارای راندمان بالایی نسبت به موتور جریان مستقیم سری می باشد.
- ۲- موتور القایی نیاز به نگهداری کمی دارد.
- ۳- موتور القایی دارای توان خروجی و سرعت بالایی است . بنابراین وزن آن برای توان معینی کمتر از وزن موتور جریان مستقیم سری است. [۱۳]

۲۲-۴- موتور خطی

یک موتور خطی در واقع یک موتور الکتریکی است که /ستاتورش غیر/ستوانه شده است تا به جای اینکه یک گشتاور چرخشی تولید کند، یک نیروی خطی در راستای طول استاتور ایجاد کند.

طرح های بسیاری برای موتورهای خطی ارائه شده است که می توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد: موتورهای خطی شتاب بالا و شتاب پایین. موتورهای شتاب پایین برای قطارهای مگلیو و دیگر کاربردهای حمل و نقلی روی زمین مناسب هستند. موتورهای شتاب بالا عموماً خیلی کوتاه هستند و برای شتاب دادن به جسمی تا سرعت بسیار زیاد و سپس رها کردن آن به کار می روند. این موتورها عumوماً برای مطالعات برخورد سرعت بالا به عنوان تسلیحات نظامی یا به عنوان راهاندازی جرمی برای پیشرانه فضاییمابه کار می رود.

موتور خطی ای که برای شتاب دادن به یون ها یا ذره های زیر اتمی به کار می رود، یک شتاب دهنده ذره نامیده می شود. با نزدیک شدن ذره ها به سرعت نور، طراحی موتورها عumوماً متفاوت می شود و این ذره ها نیز عموماً داری بارالکتریکی هستند.

شتاب پایین: ایده موتور خطی اولین بار توسط پرفسور اریک لیتویت از کالج امپریال در لندن مطرح شد. در طرح وی و در اکثر طرح های شتاب پایین، نیرو توسط یک میدان مغناطیسی خطی سیار که بر روی هادی ها موجود در میدان عمل می کند، ایجاد خواهد شد. در هر هادی چه یک حلقه، چه یک سیم پیچ یا یک تکه از فلز تخت که در این میدان قرار گیرد جریان های گردابی القا شده وجود خواهد داشت و بنابراین یک میدان مغناطیسی مخالف را ایجاد خواهد کرد. دو میدان مغناطیسی همدیگر را دفع خواهند کرد و بنابراین جسم هادی را از استاتور دور خواهند کرد و آن را در طول جهت میدان مغناطیسی سیار حمل خواهند کرد.

به علت این ویژگی ها، موتور خطی اغلب در پیشرانه قطار مگلیو به کار می رود هر چند که می توان صرف نظر از پرواز مغناطیسی از آنها استفاده کرد، مانند استفاده در فن آوری انتقال پیشرفته و سریع نور که در سیستم ترن آسمانی ونکوور، Scarborough RT تورنتو، ترن هوایی فرودگاه JGK نیویورک Putra RTL کووالا لامپور به کار می رود. از این فن آوری با تغییراتی در برخی از قطارهای بازی نیز استفاده می شود .

موتورهای خطی عمودی نیز برای مکانیسم های بالابر در معدن های عمیق پیشنهاد شده است .

شتاب بالا: موتورهای خطی شتاب بالا برای کاربرهای متعددی پیشنهاد شده اند. به علت اینکه مهمات ضد زرهی کنونی باشستی گلوله های کوچکی با انرژی جنبشی بسیار بالا باشند یعنی دقیقاً آنچه که این موتورها فراهم می کنند، از آنها به عنوان تسلیحات استفاده شده است. این موتورها همچنین برای استفاده در پیشرانه فضا پیماها به کار گرفته می شود. در چنین شرایطی به این موتورها راهاندازهای جرمی گفته می شود. ساده ترین روش استفاده از راهانداز جرمی برای پیشرانه فضا پیما، ساخت یک راهانداز جرمی بزرگ است که بتواند محموله را تا سرعت گریز شتاب دهد.

طراحی موتورهای شتاب بالا به دلایل متعددی مشکل است. آنها مقادیر بزرگ انرژی را در مدت زمان کوتاه نیاز دارند. موتورهای خطی شتاب بالا نیازمند میدان های مغناطیسی بسیار قوی ای نیز هستند، در واقع میدان های مغناطیسی اغلب آنقدر قوی اند که اجازه استفاده از ابر رساناهای را نمی دهند. اما با طراحی دقیق می توان این مشکل را حل کرد. دو طرح متفاوت پایه ای از موتورهای خطی شتاب بالا ابداع شده است: تفنگ های ریلی و تفنگ های کویلی. [۱۳]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۳-۴- ترکشن موتور

ترکشن: این سیستم جهت تامین نیروی حرکتی و ترمزی (ترمز قطارها از نوع ترمز دینامیکی میباشد) قطار مورد استفاده قرار می گیرد که با توجه به نوع قطار ترکشن ها به دو دسته تقسیم میشوند:

- . ترکشن هایی که در قطارهای DC مورد استفاده قرار می گیرند.
- . ترکشن هایی که در قطارهای AC مورد استفاده قرار می گیرند.

۱- ترکشن هایی که در قطارهای DC مورد استفاده قرار می گیرند:

نیروی محرکه قطار بوسیله ترکشن موتورها تأمین می شود.

این ترکشن ها دارای قسمت های اصلی چون کموتاتور - جاروبک و جاروبک نگه دارنده (تعداد جاروبک ها ۴ عدد می باشد) - عایقی که روی جاروبک قرار می گیرد (ومقعر نام دارد) - سیم پیچی که بین کموتاتور و جاروبک قرار می گیرد تا با استفاده از خاصیت مغناطیسی خود سطح تماس بین کموتاتور و جاروبک را بالا ببرد - پیچ جرقه گیر - سیم پیچ روتور و سیم پیچ استاتور میباشد و مدارات کمکی که از مقاومت های راه انداز که تعداد انها ۴ عدد و با نام های R0-R1-R2-R3 می باشد (مقاومت های راه انداز در سقف قطار وجود دارند) و مقاومت ترمزی که آن را با نام R4 نشان می دهد تشکیل شده است.

هر واگن دارای چهار ترکشن می باشد. هر ترکشن یک موتور DC سری میباشد که چهار قطب بوده و دارای قطب کمکی نیز می باشد. کلکتورهای ترکشن از چهار قسمت با زغال ها ارتباط داردها قسمت نیزداری دوچفت زغال میباشد. اندازه زغال ها در حالت نو ۶۴ mm می باشد که با ۲ الی ۳ میلی متر مانده به خط شاخص تعویض، میباشد. اندازه زغال ها در ۱۳۰ KW می باشد. سر کابل های سیم پیچی روتور و استاتور به طور جداگانه از موتور خارج شده است و این کار باعث میشود که عمل تغییر جهت دادن چرخش روتور بوسیله تعویض جهت جریان از استاتور آسان گردد. هر ترکشن بوسیله گیر کوپلینگ به گیربکس اتصال دارد. جریان ماکزیمم هر ترکشن ۶۰۰ A بوده که هر ترکشن میتواند این جریان را یک ساعت تحمل کند.

مورد استفاده مقاومت های راه انداز: از مقاومت های راه انداز همانگونه که از نام انها پیداست در لحظه راه اندازی قطار ها استفاده میشود و این مقاومت ها پس از راه اندازی از مدار خارج میشوند. از انجا که قطارهای مترو در لحظه راه اندازی نیاز به حداقل گشتاور دارند تا استارت اولیه را بزنند و از انجا که گشتاور با سرعت رابطه عکس دارد (افزایش سرعت باعث کاهش گشتاور میشود) بنابراین در لحظه راه اندازی این مقاومتها در مدار قرار می گیرند تا با کاهش سرعت حداقل گشتاور راه اندازی را داشته باشیم (سرعت با بار رابطه عکس دارد) پس از راه اندازی این مقاومت ها به ترتیب از مدار خارج میشوند تا در یک بازه زمانی سرعت به حداقل مقدار خود برسد.

ترتیب خارج شدن مقاومت های راه انداز به این ترتیب است که قطارهای DC، ۳ وضعیت حرکت دارند - NOCH2-NOCH1-NOCH3 (منظور از NOCH همان دندۀ ای است که لوکومتیوران با تغییر ان سرعت قطار را کنترل میکند) در NOCH1 مقاومت R1 از مدار خارج شده سرعت قطار به ۱۶ Km تا ۲۵ Km میرسد در NOCH2 مقاومتهاي R2-R3 از مدار خارج میشوند و سرعت قطار به ۵۰ Km تا ۶۰ Km میرسد در NOCH3 مقاومتهاي R3,R0 از مدار خارج میشوند و سرعت قطار به ۸۰ Km میرسد. همه این مقاومتها به صورت اتوماتیک و توسط میکرو کامپیوتر از مدار خارج میشوند.

مورد استفاده مقاومت های ترمزی: ترمز قطارهای DC از نوع ترمز دینامیکی بوده و نحوه ایجاد این ترمز به این ترتیب است که چنانچه قطار در سرعت Km ۳۰ الی ۸۰ باشد و بخواهد ترمز کند در این حالت ترکشن از حالت موتوری به حالت ژنراتوری تغییر وضعیت میدهد و بجای مصرف کردن برق تولید کننده برق میشود (نحوه تولید برق به این ترتیب است که ترکشن در حالت حرکت قطار پسمندی در خود ایجاد میکند که این پسمند در حالت ترمزی در سیم پیچ روتور ایجاد برق میکند) در این حالت مقاومت ترمزی R4 به مجموعه مقاومت ها اضافه میشود تا برق تولیدی در سیم پیچ روتور در مقاومت ها تبدیل به حرارت شده و در این حالت است که قطار در حالت ترمزی قرار می گیرد. [۹]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۲۴-۱-جزء و ساختمان قطار شهری مشهد (خط ۱)

مشخصات کلی قطار شهری مشهد:

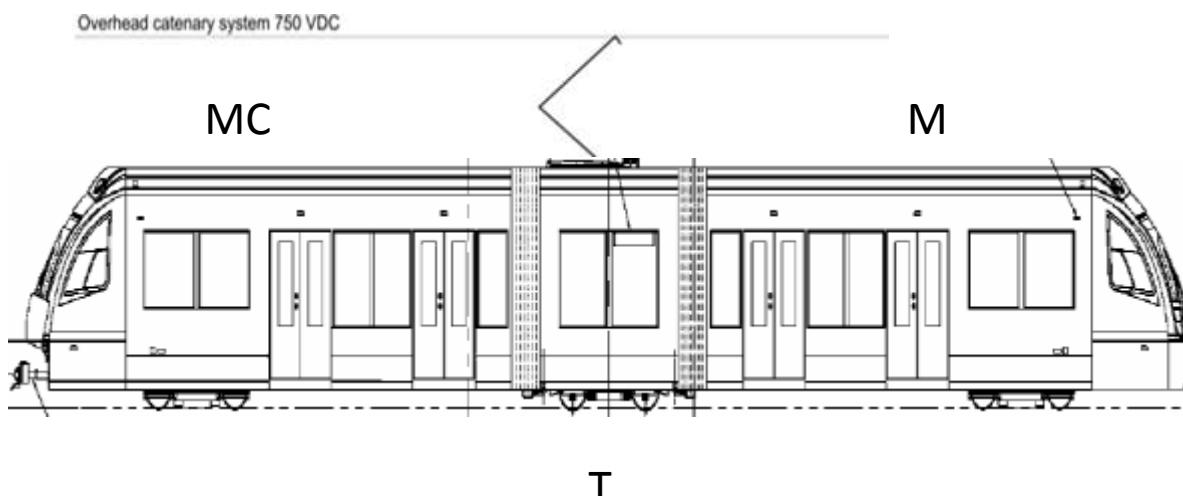
۱- ویژگی ها:

- نوع : (Light Rail Vehicle) LRV
- بوزی: دو بوزی موتور دار و یک بوزی کشنده
- امکان حرکت دو جهته
- طول هر واگن: ۲۸/۹ m
- عرض هر واگن: ۲۶۵۰ mm
- وزن خالص : ۴۳ تن
- وزن نامی(۴ نفر در هر متر مربع): ۵۷ تن
- حداقل سرعت: 80km/h
- ولتاژ شبکه بالاسری: ۷۵۰ VDC
- ترکشن موتورها: 4 x 130 kW per LRV
- ترکشن اینورتر: ETRIS T1000-Traction inverter
- تعداد مسافرین : ۶۰۰ نفر
- طول مسیر : ۱۹ کیلومتر
- ظرفیت نهایی حمل مسافر در هر جهت : ۱۳۰۰۰ نفر در ساعت
- تعداد ایستگاه : ۲۲ عدد
- ارتفاع کف تا سطح ریل : ۵۸۰ mm
- ۲- ساختار قطار:

همانطور که در شکل ۱-۴ مشخص است هر قطار به سه مازول T، M و MC تقسیم می شود:

- مازول M : شامل Motor Bogie و Motor Car و میز ساده راهبری
- مازول MC : شامل Motor Bogie و Motor Car و کابین
- مازول T : شامل Trailer Bogie با پانتو گراف

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۴ - مازول های قطار

۲۵-۴ - سیستمهای الکتریکی اصلی قطار شهری مشهد

۱- سیستم فشار قوی

این سیستم برای تامین جریان از شبکه بالاسری استفاده میکند. پاتوگراف جریان را از OCS دریافت میکند. ولتاژ 750VDC به وسیله HSCB و فیوزهای ولتاژ بالا در مازول T به مبدل تراکشن و مبدل APS در مازول های M و MC می رود. در حالت ترمزی، انرژی ترمز توسط مدار DC میانی به خط برق می گردد. هر قطار دارای دو مبدل کشش است که روی مازولهای M و MC نصب شده اند. تراکشن موتور استفاده شده از نوع سه فاز قفس سنجابی القایی و خود تهویه است. مقاومتهای ترمزی طراحی شده اند که وقتی سیستم بازگشت انرژی نداشته باشیم، انرژی ترمز را به خوبی تلف میکنند. مقاومتهای ترمزی روی سقف نب شده اند و با جریان طبیعی هوا خنک می شوند. [۱۴]

۲- سیستم تراکشن^۱

این سیستم اساساً وظیفه تبادل انرژی الکتریکی و مکانیکی بین شبکه، موتورها و بوژی ها را به عهده دارد و اجزای اصلی آن شامل مبدل کشش و موتور کشش می باشد.

۳- سیستم مبدل کمکی^۲

۴- سیستم کنترل و مانیتورینگ^۳

همانطور که از نام این سیستم پیداست، وظیفه کنترل و نظارت را در قطار به عهده دارد. این کنترل و نظارت از طریق نرم افزاری به نام IDU انجام میگیرد.

از طریق صفحات نرم افزار اینترفیس فوق در IDU امکان نظارت و کنترل روی سیستمهای زیر فراهم میشود:

- ۱- سیستم کشش
- ۲- سیستم اخبار
- ۳- سیستم مبدل کمکی
- ۴- سیستم تهویه هوا
- ۵- سیستم درب
- ۶- سیستم پخش
- ۷- سایر سیستمهای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از جمله دیگر عملکردهای این نرم افزار:

- نمایش کلیه پیامهای مربوط به رفع عیب
- ضبط تمامی فالت ها

۵- سیستم اطلاع رسانی عمومی^۴

موارد استفاده این سیستم عبارتند از:

- نظارت بر سالن مسافرین
- تماسهای اضطراری و اخطاردهی
- اعلام پیام مربوط به ورود خروج ایستگاه
-

۲۶- انواع ارتباطات برقی در قطار

750 V DC -۱

ولتاژ شبکه بالا سری که از طریق پانتوگراف به قطار انتقال می یابد.

380 V AC -۲

ولتاژی که از طریق اینورتر در اختیار موتورهای تراکشن قطار که از نوع القایی سه فازند قرار داده می شود.

24 V DC -۳

جهت مصارف کنترلی مختلف از قبیل سیستم ترمز، تهویه، درب ها و ...



^۱ Traction System

^۲ Auxiliary System

^۳ Control & Monitoring System

^۴ Public Address & Passenger Information System

CAN Bus -۴

کنترل شبکه (CAN) یک شبکه پروتکل از نوع گذرگاهی است که در صنایع حمل و نقل بسیار پرکاربرد میباشد. این پروتکل در سال ۱۹۸۶ توسط رابت بوش معرفی شد.

در قطار شهری مشهد، در قسمتهایی مثل ارتباط واحد های داخلی اینورتر از این پروتکل استفاده می شود و کاربرد آن بر دو نوع زیر است:

- CAN Open (3v , 5v)
- CAN Power Line (48v)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۷-۴- تجهیزات الکتریکی سقف

- ۱- پانتوگراف: انتقال برق 750VDC از شبکه بالاسری به قطار
- ۲- برقگیر: جهت جلوگیری از وارد شدن صدمه به تجهیزات در اثر آرک و صاعقه شدید به کار میروند. زمانیکه ولتاژی معادل ۱۰ KV برشبکه وارد شود در این صورت ۸ الی ۲۰ نانو ثانیه طول می کشد تا مدار قطع شود.
- ۳- TCU Box : جهت تامین برق ترکش موتورها که به صورت 3VF ۳ کار می کند.
- ۴- HSCB : کلید قابل قطع زیر بار سریع که به عنوان یک حفاظت سر راه TCU قرار داده شده است.
- ۵- باکس تهویه سالن ها و کابین : به منظور تامین و تولید هوای مطبوع مورد استفاده قرار میگیرد. (یک باکس جهت سالن و یک باکس جهت کابین)
- ۶- مقاومت : جهت اتلاف ولتاژ در هنگام ترمز دینامیکی به کار می روند.
- ۷- باکس باتری : شامل ۱۹ سلول باتری جهت مصارف کنترلی، اضطراری و روشن و خاموش کردن قطار میباشد و تعداد آن دو باکس در هر واگن است.
- ۸- اینورتر اضطراری : برای تبدیل برق باتری به ولتاژ AC مورد نیاز مصارف در موقع قطع APS ها
- ۹- جعبه های تقسیم : جهت اتصالات فشار قوی و فشار ضعیف به کار می روند.
- ۱۰- APS Box : تامین برق مصارف شارژر مدارات فرمان را به عهده دارد و در هر واگن دو باکس که به صورت موازی با هم هستند قرار گرفته و در صورت خرابی یکی از آنها دیگری به غیر از برق سیستم تهویه، برق مابقی مصارف را نیز تامین می کند. [۱۴]

۲۸-۴- سایر اجزای قطار

۲۸-۱- بدنه و تزئینات داخلی

بدنه که ساخت شرکت CNR چین می باشد تحت تستهای مختلف بدنه قرار میگیرد که نیروی وارد جهت تست کشش برابر ۳۰۰ کیلونیوتون ونیروی وارد جهت تست فشار برابر ۴۰۰ کیلونیوتون است. در این تستها سنسورهای الکتریکی روی بدنه و سنسور های مکانیکی روی شاسی اصلی قرار میگیرند. [۱۴]

۲۸-۲- کوپلر و آردیکولیشن^۱

۱- کوپلر: جهت اتصال هر واحد قطار به دیگری. کوپلر در خط یک قطار شهری مشهد کاملاً اتوماتیک بوده و شامل قطعات زیر است:

^۱ Coupler & Articulation

- الف) کوپلر مکانیکی : شامل فنر، میله کوپلر و صفحه گردن قلاب دار
- ب) کوپلر الکتریکی : شامل صفحه کانتکت نرگی و مادگی، اکتیویتور و سیلندر در کوپلر الکتریکی ۸۹ پین جهت اتصال وجود دارد. کوپل الکتریکی دقیقاً لحظاتی پس از کوپل مکانیکی انجام می شود و ارتباط الکتریکی ۷۲۴ بین قطارها را برقرار میکند. در هنگام دکوپل کردن نیز، ابتدا کوپل الکتریکی و سپس کوپل مکانیکی جدا میشوند. دستور کوپل و دکوپل توسط راهبر داده می شود. سرعت قطار در هنگام کوپل شدن 3km/h می باشد.
- ج) قسمت میانی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- د) قسمت واحد کشش
- و) قسمت واحد مرکزی
- ه) قسمت واحد برشی

۲- آرتیکولیشن: جهت اتصال واحدهای M و MC و T به یکدیگر به کار میروند. انواع آرتیکولیشن قطارهای خط یک

عبارتند از:

- آرتیکولیشن پایینی
- آرتیکولیشن بالایی شامل تبادل (جهت اتصال ماژول M به T) و لولا (جهت اتصال ماژول MC به T)

۳- ضربه گیر

ضربه گیرها در قسمت های پایینی قطار در زیر آرتیکولیشن پایینی نصب شده اند و می توانند تکان های طولی، عرضی یا عمودی قطار را جذب کنند.

۴- گنگ وی^۱

محل متحرک و آکاردئونی شکلی در فاصله بین سالن هاست. این محل به منظور رفت و آمد امن برای مسافران طراحی شده و طراحی آن به گونه ای است که کمترین نیاز به تعمیر و نگهداری را داشته و در مجموع دوره عمر آن طولانیست.

۵- سیستم درب ها و پنجره ها

(الف) درب ها: در هر واگن چهار جفت درب باز شونده در هر سمت قرار دارد که با ولتاژ 24VDC کار میکند. قطعات درب شامل موتور محرک، یاتاقان، سیستم حرکت دهنده و خاموش کردن مکانیزم می باشند.

(ب) پنجره ها: پنجره ها نیز در این قطار ها بر سه نوعند:

- پنجره های ثابت
- پنجره های متحرک
- پنجره های ایمنی

۶- سیستم ترمز(Rated Voltage:24VDC)

این سیستم شامل دو بخش است :

- سیستم ترمز هیدرولیکی - دیسکی
- سیستم ترمز مغناطیسی

ضمنا سیستم ترمز قطار شهری مشهد از نوع Knorr- Bremse بوده و برای سرعت 70km/h طراحی شده است.

^۱ Gang Wa

برخی پارامترهای ترمز:

Rated voltage: 24vDC

Protection level : IP44

Running time: S1 100% ED(ambient temperature : <40c)

عمر کاری این سیستم ۳۰ سال تخمین زده میشود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۷- سیستم تهویه

مشخصات سیستم تهویه بشرح زیر است:

ظرفیت خنک سازی : 30kw

ظرفیت گرما دهی : 13kw

برق مدار اصلی : 380v-50Hz

برق مدار کنترلی : 24vDC

همچنین در سیستم تهویه از سنسورهای NTC به عنوان سنسورهای برگشت هوای تازه استفاده شده است.

۸- تجهیزات الکتریکی و کنترلی کابین راهبری

شامل تجهیزات کوپل، مقصد نما، دوربین ها، نشانگرها و ...

۹- سیستم تراکشن و برق کمکی

۱۰- سیستم بوژی (چرخ ها)

عملکرد بوژیها :

- هدایت قطار روی ریل با اینمی مشخص در برابر از خط خارج شدن
- انتقال شتاب و نیروی ترمز
- تعلیق و دمپ نیروها در هنگام حرکت قطار برای راحتی بیشتر

بوژیها در قطار بر دو نوعند :

الف- بوژیهای موتور دار که در مازولهای M و MC قرار دارند

ب- بوژیهای کشیده شونده که در مازول T قرار دارند.

۱۱- سنسورها

در مازول T چهار سنسور وجود دارد که دو عدد از این سنسورها اطلاعات خود را به واحد کنترل ترمز ارسال کرده و دو عدد دیگر اطلاعات خود را به واحد کنترل قطار ارسال می کنند. همچنین سنسورهایی نیز در جعبه مبدل کشش وجود دارند که هم از نوع ولتاژی و هم جریانی بوده و اطلاعات خود را به واحد TCU ارسال می کنند. سنسورهای سرعتی نیز بر روی محور های ۲ و ۳ واحد MC قرار دارند که اطلاعات خود را به واحد ACU میفرستند.

۱۲- سیستم روشنایی

این سیستم دارای سه قسمت است: الف- روشنایی عادی ب- روشنایی اضطراری

ج- روشنایی هنگام حواست

۱۳- اتصالات الکتریکی بین واگن ها

اتصال الکتریکی مازولهای یک واگن به وسیله کانکتورها یی صورت میگیرد که به راحتی قابل اتصال و جدا شدن هستند. مازولهای دارای کانکتورهای 46core 380v, AC 64core 46core و CAN میباشند.

باس 750vDC به وسیله ترمینالهای مخصوص از پانتوگراف به مازول T انتقال داده می شود. کوپلینگهای تمام اتوماتیک در جلوی واگنهای نصب شده اند. این کوپلرها جهت انتقال سیگنالهای کنترلی بوده و برق 380VAC هر واگن به صورت مجزا توسط پانتوگراف تأمین می شود. [۱۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۳۰-۱- اتصال زمین واگن ها

این اتصال شامل سه بخش است:

- الف- اتصال جریان برگشتی : ارت منفی 750VDC که جریان برگشتی را به زمین وصل میکند.
- ب- ارت الکتریکال : قطب منفی سیستم 24VDC برای داشتن یک باند هم پتانسیل به بدن وصل می شود.
- ج- ارت حفاظتی : جهت اتصال منفی تجهیزات دارای قاب به بدن [۱۴]

۴-۳۱-۱- بخش های مختلف شبکه برق بالاسری در پروژه قطار شهری مشهد:

۱. شبکه مسیر رو باز
۲. شبکه تونل
۳. شبکه دپوها

۴-۳۱-۱-۱- شبکه مسیر رو باز

مطمئناً این شبکه نیز مانند تمام شبکه های هوایی دارای بلوک یا بخش هایی می باشد. در یک شبکه طول بلوکها گاها به Km ۳ نیز میرسد که در پروژه قطار شهری مشهد بیشترین طول یک بلوک ۱۲۰۰ m است. در این پروژه بیشترین فاصله پایه های OCS, ۶۰m است و در محل هایی که ریل قوس دارد و دارای فراز و تشیب است فاصله پایه ها تغییر می کند.

ما می خواهیم انرژی الکتریکی را به کمک سیمی به نام سیم اتصال و پانتوگراف به قطار انتقال دهیم و مطمئناً زمانی پانتوگراف می تواند راحت با سیم اتصال، تماس داشته باشد که نسبت به سطح ریل، کاملاً صاف باشد و تغییر ارتفاع شدید نداشته باشد تا بتوان ایجاد یک خاصیت ارجاعی در پانتوگراف ، به راحتی انرژی را از سیم اتصال دریافت کرده و به قطار منتقل کنیم. به همین دلیل است که برای شبکه بالاسری دو نوع سیم لازم می شود:

۱. سیم اتصال
۲. سیم حمال

وظیفه سیم حمال نگه داشتن سیم اتصال به صورتی است که اصلاً افتادگی نداشته باشد و وظیفه دیگر آن نیز انتقال انرژی الکتریکی است. بین دو سیم حمال و اتصال، سیمی به عنوان سیم تار قرار دارد که عمود بر سطح زمین است. برای اینکه ما به منظور اصلی خود یعنی صاف بودن سیم اتصال برسیم ، شبکه هوایی را به بلوک هایی تقسیم می کنیم و در ابتدا و انتهای بلوک، ابتدا و انتهای سیم های اتصال و حمال را به وزنه هایی می بندیم تا انبساط و انقباض سیم به دلیل تغییرات دما، تغییری در صاف بودن سیم اتصال، ایجاد نکند.

در انتهای نیز انرژی الکتریکی انتقال یافته به سیم اتصال، به پانتوگراف قطار منتقل می شود تا برای انرژی الکتریکی مورد نیاز قطار مورد استفاده قرار گیرد.

در شبکه برق بالاسری سیم های هوایی دارای بار مثبت و ریل دارای بار منفی است. [۱۴]

۴-۳۱-۲- شبکه برق بالاسری داخل تونل

شبکه بالاسری تونل مانند شبکه برق بالاسری مسیر رو باز است با این تفاوت که در این سیستم پایه های O.C.S وجود ندارد و یراق آلات توسط پیچ رولپلاک به سقف تونل مستقر می شود و از نظر بلوک بندی و تغذیه نیز مانند شبکه برق بالاسری مسیر رو باز می باشد. [۱۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳۱-۴- شبكه برق بالاسري در دپوها

شبکه برق بالاسري در دپوها به روش هد اسپن^۱ می باشد. به این صورت که اگر ما از بالا به این شبکه نگاه کنیم مانند یک تور شطرنجی است و بر خلاف طول مسیر که سیم حمال موازی با سیم اتصال بود، در این شبکه، سیم حمال عمود بر راستای سیم اتصال می باشد. [۱۴]

۳۲-۴- تجهیزات شبکه برق بالاسري O.C.S

۱. پایه های نصب تجهیزات : پایه های شبکه بالاسري با توجه به محلی که قرار می گیرند مانند ابتدا و انتهای بلوک، سوزن یا وسط بلوک، دارای انواع مختلفی است زیرا در هر نقطه بارهای واردہ بر پایه متفاوت است.
۲. سیم حمال : در پروژه قطار شهری مشهد این سیم دو رشته است با سطح مقطع ۱۵۰mm وظیفه اصلی آن نگه داشتن سیم اتصال جهت جلوگیری از هرگونه افتادگی می باشد.
۳. سیم اتصال : وظیفه آن انتقال انرژی الکتریکی به پانتوگراف قطار است و دارای مقاطع ۱۲۰mm است. این سیم یکپارچه و مفتولی می باشد.
۴. سیم تار : وظیفه آن نگه داشتن سیم اتصال با کمک گرفتن سیم حمال می باشد.
۵. عایق ها یا ایزولاتورها : همانگونه که در شکل معلوم است این عایق ها دو وظیفه دارند:
 - الف- تحمل وزن سیم های حمال
 - ب- عایق کردن سیم ها
۶. پست های مختلف : برای بستن سیم حمال بر روی بازوها و بستن آن ها به وزنه ها مورد استفاده قرار گیرند.
۷. کلیدها : در شبکه برق بالاسري دو نوع کلید وجود دارد.
 - الف- کلیدهای فیدری : برق پست کشش را به شبکه با لاسری منتقل می کند.
 - ب- کلیدهای سکسیونری : وظیفه اتصال با پارالل کردن دو بلوک را به عهده دارند.
۸. برق گیرها : در روی کلیدهای فیدری نصب می شود.
۹. وزنه ها : در ابتدا و انتهای بلوک برای صاف نگه داشتن سیم در مقابل انقباض و انبساط استفاده می گردد.
۱۰. چرخ وزنه ها : این چرخ ها واسطه بین سیمه و وزنه می باشند نسبت نیروی کشش سیم را تغییر می دهند.
۱۱. میل مهارها : پایه های شبکه در ابتدا و انتهای بلوک، نیروی زیادی وارد می شود، برای مقابله با این نیرو باید آنها را از طرف دیگر مهار کرد و این کار توسط میل مهارها صورت می گیرد. [۱۴]

^۱ Hed span

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



فصل پنجم - خوردنگی ناشی از جریان های سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی برقی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۵ - مقدمه

جريان های سرگردان جريان های الكتریکی هستند که به منظور دستیابی به مسیرهای با مقاومت الكتریکی کمتر از مسیر اصلی خود خارج شده و وارد محیط های الكتروولیتی مانند آب و خاک می شوند.

انحراف جريان از مسیر به دو دلیل صورت می گیرد:

- مقاومت مسیر انحرافی کمتر از مسیر اصلی می باشد.

- ترکیب موازی این دو مسیر موجب میشود که قسمتی از جريان وارد مسیر انحرافی شود.

جريان های سرگردان بسته به منبع خود می توانند DC یا AC باشند.

درسیستم حمل و نقل برقی DC بعلت کوچک بودن مقاومت الكتریکی (ایزولاسیون ضعیف و ناقص) بین زمین و ریلهای برگشت دهنده جريان ترن، بخش عمدۀ ای از جريان برگشتی ترن از طریق ریلهای به زمین منتقل می شود که به جريان نشتی یا جريان سرگردان مشهور است. این جريان های سرگردان که از باسیار مثبت منبع تغذیه حرکت کرده و از طریق ریلهای وارد زمین شده اند ممکن است مسیر خود را برای رسیدن به باسیار منفی پست از طریق زمین و تاسیسات فلزی زیرزمینی (لوله های گاز و آب و...) که در نزدیکی و یا امتداد ریلهای قرار دارند، بندند. نقطه ای که در آن جريان وارد لوله یا هر نوع تجهیزات فلزی دیگری می شود، به ناحیه کاتودیگ معروف می باشد و نقطه ای که جريان در آن، لوله را ترک و به زمین بر می گردد تا وارد یک لوله یا سازه فلزی دیگر شود و یا از طریق ریلهای به باسیار منفی پست بر می گردد به ناحیه آنودیگ می باشد. در ناحیه آنودیگ که جريان سرگردان لوله یا خطوط را ترک می کند ممکن است پدیده خوردگی (روی پوسته و لایه لوله) رخ دهد.

میزان خسارت و یا شدت خوردگی فلزات به دامنه و مدت عبور جريان از آن ها و همچنین جنس فلز بستگی دارد. از آنجا که دامنه جريان های سرگردان بعضاً می تواند به چند صد آمپر برسد لذا خوردگی شدیدی می تواند به همراه داشته باشد.

خوردگی فلزات علاوه بر هزینه های مستقیم تعمیرات و پیش گیری، هزینه های غیر مستقیم ناشی از کاهش و وقفه در تولید، عدم استفاده کامل و مفید از تجهیزات عملکرد سایر بخش ها را نیز تحمیل می کند. به طور کلی خسارت ناشی از جريان های سرگردان، دو بخش مختلف اجزاء و ادوات روسازی خطوط حمل و نقل ریلی و تجهیزات و سازه های مجاور سیستم را درگیر می کند بنابراین، کنترل جريانهای سرگردان در سیستم حمل و نقل ریلی برقی به دو منظور حفاظت سیستم حمل و نقل ریلی و نیز حفاظت تاسیسات زیرزمینی مجاور ریلهای برقی در برابر خوردگی، انجام می گیرد. به طور کلی کنترل جريان های سرگردان در سیستم حمل و نقل ریلی برقی به طرق زیر امکانپذیر می باشد:

- افزایش مقاومت الكتریکی بین ریل و زمین (عایق کاری خط یا مسیر جريان برگشتی ترن) با توجه به ملاحظات و محدودیت های ولتاژ ایمنی

کاهش مقاومت مدار شامل ریل و مسیر برگشت به منظور فراهم کردن مسیر با مقاومت پایین برای جريان برگشتی ترن (بس تن و اتصال همه ریلهای به صورت عرضی و طولی به همدیگر)

- افزایش مقاومت الكتریکی بین زمین و تاسیسات فلزی زیرزمینی و افزایش مقاومت خود تاسیسات
- بکارگیری سیستم انتقال انرژی با سه خط جريان

بکارگیری سیستم زمین مؤثر در پست و در امتداد خطوط ریلی

- نصب سیستم جمع کننده جريانهای سرگردان در محل های مناسب
- کاهش فاصله بین پستهای تغذیه سیستم حمل و نقل برقی

جداسازی تمام تاسیسات فلزی از اطراف ریلهای یا اصلاح ساختار آنها

- بکارگیری سیستم آب بندی مطمئن و مؤثر برای ریلهای
- کاهش دامنه ولتاژ DC تغذیه کننده خط ریلی برقی

اعمال پلاریته مناسب به ریل (استفاده از تجهیزات کنترل کننده پتانسیل ریل)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- طراحی ساختار سازه های فلزی مجاور خط راه آهن بر قی
- افزایش استقامت عایقی سیستم (پوشش دادن فلزات در معرض عبور جریان سرگردان)
- استفاده از حفاظت کاتدی برای سازه های فلزی زیرزمینی مجاور سیستم حمل و نقل ریلی بر قی [۴]

۲-۵- جریان های سرگردان DC

جریان های سرگردان DC دارای ۲ نوع زیر هستند:

۱. استاتیک: این نوع جریان سرگردان در طول زمان مقدار و جهت ثابتی در هر نقطه دارد.
۲. دینامیک: این نوع از جریان سرگردان در هر نقطه از سطح سازه در هر لحظه مقدار و جهت مشخصی نداشته و ممکن است در هر لحظه از زمان تغییر کند. [۴]

۲-۵-۱- منابع جریان سرگردان DC استاتیک عبارتند از:

- ۱- خطوط لوله های مجاور یکدیگر که تداخل سیستم های حفاظت کاتدی آن ها در یکدیگر باعث ایجاد جریان سرگردان DC میگردند.
- ۲- باتری های دریافت سیگنال در سیستم های تعویض اتوماتیک مسیرهای ریلی راه آهن بصورت کنترل از راه دور.
- ۳- خطوط انتقال ولتاژ بالای DC که می تواند جریان سرگردان زیادی تولید کنند. [۴]

۲-۵-۲- منابع جریان سرگردان DC دینامیک عبارتند از :

- ۱- ماشین های جوشکاری DC در این ماشین ها از جریان برق DC جهت ایجاد قوس الکتریکی استفاده میشود. همانطور که می دانیم در جوشکاری همواره یک سیستم اتصال وجود دارد که ارتباط سازه با منبع تولید جریان را به عنوان سیم برگشت انجام می دهد. برای جلوگیری از ایجاد جریان های سرگردان باید حتی الامکان محل الکترود جوشکاری به این اتصال نزدیک ترین حالت ممکن را داشته باشند.
- ۲- کارخانجات تولید فلزات به روش الکتریکی
- ۳- قطارهای کشنده DC (مترو)
- ۴- عوامل طبیعی. [۴]

۳-۵- جریان سرگردان AC

جریان سرگردان AC به دو دسته القایی و هدایتی قابل تقسیم می باشند . نوع القایی شامل قرار گرفتن خطوط لوله و سایر سازه ها در مجاورت خطوط انتقال و تاثیر میدان های مغناطیسی حاصل از این جریانات بر روی خطوط است. نوع هدایتی نیز در اثر نشت جریان AC از یک دکل فشار قوی به داخل زمین های اطراف آن و راه یابی به داخل خطوط لوله ایجاد می شود. این جریان های سرگردان خصوصاً در نقاطی که لوله و خطوط فشار قوی تعییر مسیر میدهند و بهم نزدیک یا از هم دور می شوند اهمیت زیادی دارند.

جریان های سرگردان AC برخلاف جریان های سرگردان DC از نظر خوردگی الکتروشیمیایی خطرناک نیستند علت این امر طبیعت رفت و برگشتی و تناوبی جریان های AC است که مرتبا قطبین آن تعویض می شوند. لذا در هر نیم سیکل حالت کاتدی و آندی تغییر می کند. البته نمی توان گفت تمام یون های فلزی که در اثر سیکل های آندی تولید میشوند در سیکل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بعدی بداخل فلز برگشت می کنند چرا که طبق قوانین ترمودینامیک پدیده ها به سمت حداقل آنتروپی حرکت می کنند.
بنابراین ازین نظر خطر جریان های AC در مقایسه با جریان های سرگردان ۱ به ۱۰۰ است. [۴]

۴-۵- خوردگی ناشی از جریان های سرگردان

چنانچه یک جسم فلزی در یک میدان الکتریکی قوی قرار بگیرد اختلاف پتانسیلی در آن ایجاد شده و در نقاطی که جریان جسم را ترک می کند خوردگی اتفاق می افتد. خوردگی ناشی از جریانهای سرگردان در ساختارهای زیرزمینی و نیز در محیط های مرطوب واقع شده و معلول جریان سرگردان حاصل از دستگاه های الکتریکی حامل جریان است. خوردگی ناشی از جریان سرگردان انواع متفاوتی را شامل می گردد:

- خوردگی ناشی از جریان سرگردان مستقیم: که از منابع جریان مستقیمی مانند سیستم های حمل و نقل ریلی DC و تجهیزات جوشکاری DC وسیstem های حفاظت کاتدی ناشی می شود. قابل ذکر است که جریان سرگردان مستقیم از نظر بزرگی و مسیر جریان لزوماً با زمان ثابت نمی باشد. این نکته به یک وجه تمایز میان جریان سرگردان دینامیک (حالت غیر ثابت) و جریان سرگردان استاتیک (حالت ثابت) منجر شده است.

- خوردگی ناشی از جریان سرگردان متناوب: که از منابع جریان متناوب مانند خطوط قدرت بالاسری AC ناشی می شود.

- اثرت تلویک: یک شکل طبیعی جریان های سرگردان دینامیک که توسط فعالیت ژیو مغناطیس زودگذر القاء میشود(اغتشاشاتی در میدان مغناطیسی زمین).

خوردگی ناشی از عبور جریانهای سرگردان به خوردگی الکترولیتی مشهور است. تشابه فعالیت خوردگی ناشی از جریانهای سرگردان و خوردگی طبیعی در آن است که خوردگی همیشه در نقاط آند روی می دهد. تفاوت اساسی این دو نوع خوردگی نیز در آن است که خوردگی ناشی از جریان سرگردان از یک جریان خارجی ناشی می شود درصورتیکه در خوردگی طبیعی جریان توسط یک پیل خوردگی حاصل می گردد. یک تفاوت دیگرهم درقطبی شدن (پلاریته) وجود دارد آند درمورد خوردگی ناشی از جریانهای سرگردان الکترود مثبت است.

خوردگی فلزات به هر دلیلی اعم از نامرغوبی فلزات و یا آلودگی محیط (وجود جریانهای سرگردان و خاکهای خورنده) که روی می دهد به علت رشد روزافزون استفاده و بهره برداری از فلزات یک مسئله جدی و خطرناک به حساب آمده و هزینه های مستقیم و غیر مستقیم زیادی به صنایع تحمیل می کند.

میزان خوردگی در سال (بر حسب کیلوگرم)	نوع فلز	ردیف
۹۵/۲	آلومی	۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگر		نیوم	
عبوری از	۶۶/۱۰	روی	۲
به اندازه	۶۵/۵	کروم	۳
بزرگ باشد	۳۹/۱۸	کادم	۴
است		یم	
خسارت	۱۳/۹	آهن	۵
و جبران	۶۳/۹	کبات	۶
نایزدیری به	۵۸/۹	نیکل	۷
تجهیزات	۷۷/۲۰	مس	۸
نمایند.	۸۷/۳۳	سرب	۹
و سرعت و			

جریان
فلزات
کافی
ممکن
جدی
وارد
مقدار

شدت خوردگی و تخریب فلزات به نوع و دامنه مدت زمان عبور جریان از آنها و همچنین جنس فلزات بستگی دارد. بطور مثال جریان مستقیم (DC) یک آمپری می‌تواند بیش از ۹ کیلوگرم فلز فولاد را در طول یک سال تجزیه و حل کند. ولتاژ ناشی از جریان سرگردان با دامنه ۱۵/۰ ولت می‌تواند آلومینیم را تخریب ویا ولتاژ ۳/۰ ولت می‌تواند فلز چدن را تهدید کند. استانداردهای مربوط به خوردگی حداکثر ولتاژ مجاز را حدود ۱/۰ ولت بیان می‌کنند. بنابراین تقریباً هر مقدار از جریان و یا ولتاژ سرگردان می‌تواند باعث تخریب و خوردگی فلزات گردد. در جدول زیر میزان خوردگی بعضی از فلزات در اثر عبور جریان یک آمپر بیان شده است. [۴]

جدول ۱-۵ میزان خوردگی فلزات در اثر عبور جریان یک آمپری در طول یک سال

۵-۵- خاک از نظر هدایت الکتریکی

خاکها از نظر مقاومت الکتریکی با هم متفاوتند و هر چقدر مقاومت الکتریکی خاک پایین باشد سرعت خوردگی آن بالاتر خواهد بود. واحد اندازه گیری مقاومت الکتریکی خاک اهم - سانتیمتر و یا اهم - متر مقدار مقاومت نمونه ای از خاک به حجم یک متر مکعب می‌باشد. در مبحث حفاظت کاتدی معمولاً از واحد اهم - سانتیمتر استفاده می‌شود. مقاومت مخصوص خاک ناشی از حضور املاحی است که در رطوبت موجود در تخلل های خاک حل شده اند. فرمول تجربی زیر رابطه املاح موجود در خاک و مقاومت مخصوص آن را نشان می‌دهد که در خاک های سطحی صدق می‌کند.

$$P * s = 750000 \quad (1-5)$$

در رابطه فوق P مقاومت مخصوص خاک بر حسب اهم - سانتیمتر و s مقدار املاح موجود در خاک بر حسب میلی گرم در لیتر آب و رطوبت خاک می‌باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرزمین های پست که جزیی از بستر دریا را تشکیل می دهند نسبت به نواحی کوهستانی معمولاً مقاومت مخصوص کمتر و هدایت مخصوص بیشتری دارند. کمترین مقاومت و یا بالاترین هدایت و میزان سرعت خوردگی در زمین هایی که به رسوبات کشاورزی معروف هستند و خامات آن ها بیشتر از ۱۰ متر نمی باشد اتفاق می افتد. در خاک های معدنی سطحی، بالنسبه عمیق تر، معمولاً مقاومت مخصوص بیشتر است (۱۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ اهم سانتی متر) این اختلاف و بعاراتی وجود املاح بیشتر در خاک های سطحی معدنی بر اثر تولید مواد معدنی حاصل از تجزیه مواد گیاهی می باشد. در خاک های معدنی عمیق مقاومت الکتریکی زمین از نظر خوردگی نخواهد داشت زیرا که مقدار اکسیژن در این ناحیه بسیار محدود است. بعارات دیگر در برخی از خاک های نسبتاً عمیق که دارای مقاومت الکتریکی کم هستند و قاعدهاً سرعت نفوذ اکسیژن باید اندک باشد خوردگی بعلت حضور باکتری های کاهنده سولفات شدیدتر از حد مورد انتظار اتفاق می افتد. در پوست های خشک که بالاتر از سطح آب های زیر زمینی هستند عامل مقاومت الکتریکی نقش برتری دارد زیرا که در این موارد خوردگی بصورت موضعی صورت می گیرد. لذا سقوط اهمیک بین آند و کاتد نقش مهمی در سرعت خوردگی پیدا می نماید. از آنجایی که میزان رطوبت خاک در مقدار مقاومت الکتریکی آن مؤثر می باشد از نظر نفوذ آب در داخل زمین و جذب آن تا عمق ۷۰ سانتی متر را لایه خشک و عمق یک متر را بعنوان لایه آب های زیر زمینی نام گذاری کرده اند. لوله های آب را معمولاً در عمق ۵/۱ متری و لوله های گاز را در عمق ۲۰/۱ متری جای می دهند. مقاومت الکتریکی خاک یکی از فاکتورهای مهم در خوردگی بشمار می رود بر این اساس مقدار خوردگی خاک تابعی از مقدار مقاومت الکتریکی خاک بوده و در جدول زیر این تابعیت نشان داده شده است. [۴]

جدول ٢-٥- ارتباط میزان خوردگی با مقاومت الکتریکی خاک

۶-۵- اثرات جریان های سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی برقی

میزان خوردگی	مقاومت الکتریکی خاک (اهم سانتی متر)
خیلی زیاد	۱۰۰۰۰
زیاد	۵۰۰۰۰-۱۰۰۰۰
متوسط	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰
کم	۲۵۰۰۰۰-۱۰۰۰۰
خیلی کم	۱۰۰۰۰-۲۵۰۰۰
خیلی خیلی کم	۱۰۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰
فوق العاده کم	۱۱۰۰۰۰-بینهایت

ممولا برای حفاظت از خوردگی تجهیزات و بناهای مهم مثل خطوط لوله گاز و تجهیزاتی که خرابی آنها می‌تواند بار مالی زیادی بهمراه داشته و یا اثرات جدی و خطرناکی روی محیط اطراف بگذارد، از سیستم حفاظت کاتدی استفاده می‌شود. جریانهای سرگردان نه تنها قدرت استقامت تجهیزات در برابر خوردگی را کاهش می‌دهند بلکه در بعضی موارد فرآیند حفاظت کاتدیک را معکوس کرده و باعث تسریع خوردگی در بخش‌های بدون روکش و پوشش تاسیسات فلزی زیرزمینی می‌شوند. همچنین باعث کاهش کیفیت روکش و پوشش لوله‌های حفاظت شده می‌گردد. کابلهای قدرت و لوله‌های فلزی دفن شده در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امتداد و در مجاورت خطوط متروی برقی نیز عملأً آسیب پذیر می باشند زیرا در معرض دریافت جریان های سرگردان زیاد و در مدت نسبتاً طولانی قرار دارند. بطور کلی مهمترین اثرات نامطلوب جریان های سرگردان عبارتند از:

- خوردگی سازه های فلزی متصل به زمین (مثل فونداسیون تجهیزات و ساختمانها) که در مسیر جریان های سرگردان قرار می گیرند.

خوردگی سازه های فلزی داخل زمین که در مسیر جریان های سرگردان قرار میگیرند.

- تضعیف یا حتی معکوس کردن فرایند حفاظت کاتودیک تاسیسات فلزی زیرزمینی.

تخربی تجهیزات الکتریکی حساس مانند سلیتها کامپیوتری و تجهیزات حفاظتی و تجهیزات مخابراتی.

- تولید نویرها و رازیت های صوتی و مخابراتی.

تنها مزیت جریان های سرگردان کاهش پتانسیل ریل یا پتانسیل تماسی و در نتیجه افزایش ایمنی افراد در برابر شوکهای الکتریکی ناشی از تماس بدن با ریلهای خط متروی برقی می باشد. کاهش پتانسیل ریلها بخاطر کاهش جریان برگشتی ریلهای حرکت می باشد، زیرا بخشی از جریان برگشتی ترن بصورت جریان سرگردان از مسیرهایی غیر از ریلهای حرکت عبور می کند. از این رو بین کاهش جریان سرگردان و افزایش پتانسیل ریلها می باشد مصالحه ای صورت گیرد زیرا این دو کمیت بور معکوس با یکدیگر متناسب بوده و کاهش جریان سرگردان باعث افزایش پتانسیل ریلها و کاهش ایمنی افراد می گردد. بنابراین لازم است کنترل خوب و مناسب برای محدود کردن جریان های سرگردان صورت گیرد تا علاوه بر کاهش خوردگی ریلها و تاسیسات مجاور و همچنین کاهش هزینه های ناشی از خوردگی ایمنی افراد در برابر خطر برق گرفتگی تأمین می شود.

- ایجاد خطای در سیستم های ناوی بر قطارهای برقی.

تخربی عایق تجهیزات الکتریکی سیستم های برقی و عایق تاسیسات فلزی زیرزمینی. [۴]

۷-۵- استانداردها

مطابق قراردادها و استانداردهای پذیرفته شده اختلاف پتانسیل در جریانهای سرگردان در سیستم های حمل و نقل ریلی نسبت به سازه تحت خوردگی ارزیابی می گردد. با این تعریف جهت اندازه گیری ولتاژ جریان سرگردان ترمینال منفی ولت متر به سازه متصل می گردد. همینطور جهت جریان سرگردان نیز وقتی که جریان به سمت منبع تغذیه پایین دست باشد، مثبت و بر عکس وقتی به سمت منبع تغذیه بالا دست باشد منفی تلقی می گردد. [۴]

۸-۵- عوامل مؤثر بر مقدار جریان های سرگردان در سیستم قطار برقی

مقدار ماکریم جریان سرگردانی که شبکه متروی برقی را ترک می کند و مسیرش را داخل زمین می بندد تابعی از دو پارامتر مهم، ولتاژ ریلها (ولتاژ تماسی) و مقاومت الکتریکی بین ریلها و تاسیسات و تجهیزات موجود در مسیر می باشد. به دلیل مقاومت بین ریل و زمین، ونیز مقاومت خود ریلها یک افزایش ولتاژی ریلها و زمین محلی در اثر عبور جریان از آنها بوجود خواهد آمد که به ولتاژ ریل معروف می باشد. ولتاژ ریل با توجه به ملاحظات و نکات ایمنی باید در حد مجاز محدود شود تا خطرات جانی نداشته باشد. حداقل مقدار مقاومت الکتریکی نیز بوسیله مشخصات طراحی بدست می آید. افزایش مقاومت بین ریل و زمین باعث افزایش ولتاژهای تماسی و کاهش جریان های سرگردان میگردد. مقادیر واقعی ولتاژهای تماسی و جریانهای سرگردان علاوه بر موارد مذکور به عوامل دیگری همچون فاصله های ایستگاههای مسافر و وضعیت و مقاومت الکتریکی ریلها و نوع خاک و ترکیبات آن (مقاومت خاک) و نحوه بستن ریلها به یکدیگر و چگونگی سیستم زمین مترو (نوع اتصال زمین و جنس الکترودهای زمین)، نوع ولتاژ و پلاریته آن، تعداد ترن های در حال شتاب گرفتن یا ترمز کردن و ضربی همزمانی حرکت قطارها و سرعت عبور مسافر در هر ایستگاه و شرایط آب و هوای و تعداد خطوط ریلها نصب شده نیز بستگی دارند. نزدیک بودن پستها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

باعث کاهش افت ولتاژ در مدار رفت سیستم تغذیه متزو میگردد اما فاصله بین پستها براساس ملاحظات اقتصادی و فنی تعیین می شود. [۴]

۹-۵- تاثیر نوع جریان سرگردان بر پدیده خوردگی

همانگونه که قبلاً اشاره شد سیستم های حمل و نقل ریلی به دو صورت سیستم های DC و AC وجود دارند. مساله خوردگی تاسیسات فلزی ناشی از جریانهای سرگردان از زمانی که سیستم های حمل و نقل برقی DC تولید و بکار گرفته شده اند مطرح و مورد بررسی قرار گرفته و از مهمترین پیامدهای منفی سیستمهای حمل و نقل ریلی برقی بشمار می آید. اصولاً پولاریزاسیون و خوردگی در فلزات اغلب بوسیله جریان های مستقیم صورت می گیرد زیرا جهت جریان ثابت بوده و در نتیجه نواحی کاتودیک و آنودیک در طول پدیده و پولاریزاسیون ثابت باقی مانده و پولاریزاسیون در یک جهت و با شدت بیشتری صورت می گیرد. بنابراین در اثر تغییرات سریع در جهت یا پولاریته جریان های متناوب و در نتیجه تبدیل سریع نواحی آنودیک و کاتودیک به یکدیگر امکان و زمان لازم برای پولاریزاسیون و خوردگی فلزات تحت جریانهای AC وجود نداشته و هر چه فرکانس جریان AC بیشتر شود پدیده خوردگی کمتر می گردد. بنابراین خوردگی ناشی از جریانهای مستقیم خیلی شدیدتر و خیم تر از خوردگی ناشی از جریانهای متناوب می باشد. از این رو در سیستمهای ریلی برقی با تغذیه AC مشکل خوردگی ناشی از جریانهای سرگردان به مراتب کمتر بوده و یا وجود ندارد و بیشتر مطالعات و اقدامات روی کنترل ولتاژ تماسی ریلها متمرکز می باشد. همچنین قابل ذکر است که دامنه ولتاژهای تماسی در سیستم های DC به مراتب بیشتر از سیستمهای AC می باشد. [۴]

۱۰-۵- تاثیر خواص متالوژیکی و جنس ادوات خط در خوردگی جریان های سرگردان

کلیه لایه های زیرسازی و روپوشی خطوط ریلی نقش مهمی در هدایت جریان از ریل به زمین و در نتیجه نفوذ جریان به سازه های فلزی زیرزمینی دارند. بطور کلی عوامل مؤثر در مدار جریان نشستی از ریل به زمین عبارتند از:

- نحوه اتصال ریلها
 - جنس و ابعاد ریلها
 - چگونگی نصب ریلها بر روی تراورسها
 - روشهای عایق بندی خطوط
 - استفاده یا عدم استفاده از بالاست
 - چگونگی زیرسازی خطوط (ضخامت و نوع لایه های روپوشی و زیرسازی)
- عوامل فوق بر مقدار مقاومت الکتریکی ریلها و مقاومت الکتریکی بین ریلها و زمین نقش مؤثری دارند. [۴]

۱۱-۵- بررسی آماری خسارت ناشی از جریان های سرگردان

پیامدهای خوردگی فلزات با توجه به محل و موقعیت خوردگی آن می تواند فاجعه ساز بوده و خسارات مالی و جانی زیادی بهمراه داشته باشد. جریان های سرگردان در زمین می تواند باعث خوردگی تجهیزات فلزی و سازه های مسلح به تقویت کننده های فلزی (فونداسیون ساختمانها) و خطوط انتقال آب، گاز، نفت و کابل های برق و مخابرات (زره فلزی کابل ها) ... شوند. این امر قابلیت اطمینان این سیستمها را پایین آورده و باعث تحمیل خسارت های بسیار سنگین و پیامدهای خطرناک مثل آتش سوزی شده و کاری تجهیزات را دچار اختلال نماید. خوردگی فلزات علاوه بر اعمال هزینه های تعمیر و پیش گیری (هزینه های مستقیم) باعث اعمال هزینه های غیر مستقیم ناشی از کاهش و یافته وقفه در تولید عدم استفاده کامل و مفید از تجهیزات و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ایجاد اختلال در عملکرد سایر بخش ها می گردد. با این حال اطلاعات دقیقی از مقدار خسارت (مستقیم و غیر مستقیم) ناشی از خوردگی در اثر جریانهای سرگردان وجود ندارد و کشورها یا موسسه هایی کمی در این زمینه به جمع آوری اطلاعات پرداخته یا اطلاعات حاصله را منتشر می سازند. بررسی آماری که توسط انجمن خوردگی آمریکا در سال ۱۹۷۵ میلادی انجام شد نشان می دهد که هزینه خوردگی تاسیسات فلزی صنایع مهم آمریکا در حدود ۷۰ بیلیون دلار در سال میباشد درحالی که براساس مطالعات انجام شده در طول سالهای ۱۹۹۹-۲۰۰۰ در زمینه های مختلف صنایع آمریکا هزینه مستقیم خوردگی تاسیسات فلزی در حدود ۲۷۶ بیلیون دلار در سال تخمین زده شد. همچنین بر اساس این مطالعات هزینه مستقیم خوردگی ناشی از جریانهای سرگردان در آمریکا بیش از ۵۵ میلیون دلار در سال برآورده شده است. براساس این مطالعات هزینه های خوردگی در بخش های مهم و اساسی آمریکا مثل بخش خدمات عمومی (آب و فاضلاب، برق و مخابرات، گاز و سوخت رسانی) ساخت و تولید، حمل و نقل، نظامی و در بخش زیرساختارها در جدول ۳-۵ نشان داده است. این در حالی است که هزینه غیرمستقیم ناشی از خوردگی فلزات نیز در حدود هزینه مستقیم آن می باشد. پیش بینی می شود با اعمال روش های مناسب در مدیریت و کنترل خوردگی نتسوان حدود ۲۵ تا ۳۹ درصد هزینه های ناشی از خوردگی فلزات را کاهش داد. بنابراین به انجام مطالعات و تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز می باشد.

جدول ۴-۵ هزینه های سالیانه ناشی از خوردگی تاسیسات فلزی ژاپن در سال ۱۹۹۷ را نشان می دهد. [۴]

ر دیف	صنایع غذایی	زیر بخش ها	هزینه خوردگی (بر حسب بیلیون دلار)	هزینه خوردگی (بر حسب بیلیون دلار)
۱	خدمات عمومی	شرکت برق و مخابرات	۹/۶	۹/۴۷
		شرکت گاز	۵	
		شرکت آب و فاضلاب	۳۶	
۲	ساخت و تولید	صنایع غذایی و دارویی، فلزات و معادن پتروشیمی، نفت و گاز، الکترونیک کشاورزی و محصولات خانگی	۱/۱۷	۱/۱۷
۳	صنایع دولتی	صنایع دفاعی و نظامی، صنایع هسته ای	۱/۲۰	۱/۲۰
۴	زیر ساختار ها	بزرگراه ها و خطوط راه آهن	۶/۸	۶/۲۲
		مخازن ذخیره مواد خطرناک	۷	
		خطوط انتقال نفت و گاز	۷	
۵	حمل و نقل	حمل و نقل هوایی	۲/۲	۷/۲۹
		حمل و نقل موتوری	۱/۲۳	
		حمل و نقل ریلی، دریایی	۱/۴	

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۵-۳- صنایع اصلی آمریکا (در سال ۱۹۹۸ میلادی) هزینه های سالیانه ناشی از خوردگی تاسیسات فلزی

ردیف	TASISAT	فلزی	هزینه خوردگی (بر حسب بیلیون بن ژاپن)
۱	شبکه گاز	۵/۲۴	
۲	صنعت برق	۵/۲۳۴	
۳	پالایشگاه	۲/۵۶	
۴	صنایع غذایی	۱/۷۵	
۵	آب و فاضلاب	۲۰	
۶	صنایع شیمیایی	۳۱۱	

جدول ۴-۵- هزینه های ناشی از خوردگی تاسیسات فلزی ژاپن (در سال ۱۹۹۷ میلادی)

۱۲-۵- بررسی مطالعات موردنی سیستم های حمل و نقل ریلی از نظر عوارض

جريان های سرگردان

در این بخش سعی می گردد بررسی های ای در خصوص تعدادی از قطارهای شهری صورت گیرد تا در خصوص چگونگی و میزان خسارت ناشی از جريان های سرگردان در این سیستم ها اطلاعات واقعی تری ارائه گردد. لازم به ذکر است که ضمن بررسی سیستمهای مختلف قطارهای شهری، تصمیم گرفته شد که تنها به سیستم هایی اشاره شود که اطلاعات مستندی در رابطه با عوارض ناشی از جريان های سرگردان ارائه داده اند. [۴]

۱- بررسی موردنی قطارهای شهری بارتر

از ابتدای بهره برداری این خط ۱۲۰ کیلومتری برقی حومه ای عوارض ناشی از جريانهای سرگردان بر روی سازه های فلزی (نظیر تجهیزات الکتریکی خود سیستم و شبکه انتقال گاز و سیستم های مخابراتی و خطوط انتقال مواد پالایش شده) مجاور آن گزارش شده است. مشخصات این به صورت زیر می باشد:

- طول خط ۱۲۰ کیلومتر برقی DC و دو خطه (داخل تونل، هوایی و هم سطح)
- جريان تغذیه از طریق خط سوم
- جريان برگشتی از طریق ریلها
- ریلهای ممتد (بطول هر قسمت ۳۰۰ متر)
- تراورس های بتنی عایق شده (در خطوط اصلی)
- مقاومت ریل فوت ۱۰۰۰، ۲/۵ میلی اهم
- ولتاژ خط تغذیه ۱۰۰۰ Vdc

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- تعداد پستهای تغذیه ۳۷ عدد

- کابلهای انتقال برق KV ۳۴/۵ از شبکه برق شهری به پستهای کاملاً عایق شده می باشند.

- جریان مصرفی هر وسیله نقلیه ۱۰۰۰ آمپر

ملاحظات و نتایج بررسی جریان های سرگردان در سیستم فوق را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

ماکزیمم اختلاف پتانسیل مولد جریان سرگردان از ریل به زمین در نزدیکی ایستگاه برای زمانی که قطاری ایستگاه را ترک می کند و برای وقتی که قطار در فاصله بین دو ایستگاه تردد مینماید در حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی ولت اندازه گیری شده است. جریان سرگردان نیز در قسمت هایی از این خط تا حد ۳۲ آمپر اعلام گردیده است. این شدت جریان توانسته است حساسیت صاحبان خطوط انتقال تلفن، گاز، آب و غیره را بشدت برانگیزد. بدین خاطر است که متولیان سیستم حمل و نقل فوق انجام فعالیت هایی را هزینه جهت کاهش جریان های سرگردان را متقبل شده اند. [۴]

۲- خط ریل سبک مرکزی بالتیمور

شاید بتوان قطار شهر بالتیمور را بعنوان نمونه خوبی از طراحی خط با هدف کاهش جریان های سرگردان دانست. این خط برخلاف موارد قبلی که بصورت متروی زیر زمینی بوده، هم سطح خیابان ها می باشد.

مشخصات این خط را می توان بصورت زیر ذکر کرد:

- خط با ریلهای متعدد (CWR)

- پدها و اتصالات عایق برای نصب ریل بر روی تراورس های بتنی و نیز بر روی تراورس های چوبی

- اتصالات مناسب ریل به ریل

- خط با بالاست با ارتفاع تا ۱ اینچ زیر ریل ها

- تثبیت مستقیم و عایق خط بر روی سازه های هوایی بتنی

- پوشش و عایق مناسب ریلهای در تقاطع های هم سطح با جاده

- اتصالات هادی عرضی ریل ها

- عایق نمودن ریل ها در انتهای خطوط و مراکز تعمیر و نگهداری

- استفاده از پست های منتقل برای مراکز تعمیر و نگهداری و برای خط اصلی

با وجود موارد فوق الذکر که ار تشریح کامل آنها در اینجا صرف نظرمی شود. مقاومت خط به زمین در قسمت های مختلف خط LRT فوق بصورت زیر اندازه گیری شده است:

- ۳۰۰۰ تا ۱۷۶۰۰ اهم بر هر ۱۰۰۰ فوت در نواحی خط با تراورس بتنی

- ۸۷۰ تا ۸۶۰۰ اهم بر هر ۱۰۰۰ فوت در نواحی خط با تراورس چوبی

- حدود ۱۵۰۰ اهم بر ۱۰۰۰ فوت در نواحی خط با تثبیت مستقیم

با وجود همه رافت هایی که جهت کنترل جریان های سرگردان در خط فوق به عمل آمده مقادیر اندازه گیری شده مقاومت خط به زمین از مقدار قابل قبول ۵۰۰ اهم به ازا هر ۱۰۰۰ فوت طول خط (تراورس چوبی یا بتنی) بطور ملاحظه ای بیشتر بوده است. [۴]

۳- قطار شهری بستون

قطار شهری بستون دارای خط تغذیه بالاسری می باشد. در این خط ۷۸ مایلی، ۸۵ ایستگاه در نظر گرفته شده است. در مجاورت این خط در ناحیه ماساچوست گستره وسیعی از شبکه گاز رسانی شرکت مشهور AGT و چند شرکت دیگر بطول حدود ۴۰ مایل قرار دارد. لوله های انتقال گاز از جنس فولاد و به قطر ۳۰ و ۲۶ و ۲۴ و ۱۶ اینچ می باشند. این خطوط با استفاده از

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

روش کنترل کاتدیک در مقابل خوردگی حفاظت می شوند. با این وجود همواره جریانی از لوله ها به سمت پست های خط برقی مشاهده و اختلاف پتانسیل بیشتر از 850 MV گزارش شده است. همچنین مواردی از نشت گاز و خوردگی موضعی لوله ها بدليل جریان های سرگردان وجود داشته است. ریشه اغلب این مشکلات در مقاومت کم بین خط و زمین در سیستم برقی فوق شناسایی شده است. این خود بدليل اتصال های کوتاه صورت گرفته بین ادوات عایق بین خط و زمین و نیز اتصال های کوتاه بوجود آمده بین اجزاء سیستم کنترل جریان های سرگردان بوده است. [۴]

۱۳-۵- هزینه های ناشی از جریان های سرگردان

هر ساله هزینه های قابل توجهی صرف جبران عوارض ناشی از جریان های سرگردان سیستم های حمل و نقل ریلی میگردد. برای مثال هر ساله حدود ۵ درصد هزینه های مربوط به خوردگی در سراسر آمریکا به خوردگی صنعتی ناشی از جریان های سرگردان مربوط می شود. این خود بالغ بر 500 میلیون دلار است که متأسفانه نرخ صعودی و فزاینده ای را نیز دارد. [۴]

جدول ۵-۵- اطلاعات عمومی در رابطه با سیستم های مختلف حمل و نقل ریلی مورد مطالعه

فوت / آمپر ۱۰۰۰	آ مپر	ف وت / آمپر ۱۰۰۰	آ مپر	طول خط (فوت)	وضعیت و موقعیت خط
۸/۰	۱ ۲/	۰ ۸/	۲ ۱/	۷۷۵/۲	مسیر داخل محدوده مرکز تجارت خط مستقیم در پیستگاه
۲/۰	۰ ۱/	۳ ۰/	۱ ۱/	۴۰۵۳	خطوط با قوس / سوزن
۱/۳	۰ ۸/ ۳ ۹/	۴ ۶/ ۶	۱ ۲/ ۴ ۴/	۲۶۰ ۸۸۰/۷	خطوط مجاور تونلها مقدار کل
۱/۷	۳ ۰	۴ ۳۱/	۷ ۶۰	۲۵۱/۲	مسیر تونل ها . مرکز تجارت جهانی به رودخانه مرکزی تونل شمالی
۵/۵	۰ ۱۲/ ۵ ۲۰	۱ ۱۱/	۲ ۰/۴ ۹ ۶/۴	۱۶۴/۲ ۴۱۵/۴	تونل جنوبی مقدار کل

۱۴-۵- کنترل جریان سرگردان در سیستم حمل و نقل ریلی برقی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۱۴-۵- اضافه کردن مقطع ریلها

این امر موجب می شود مقاومت الکتریکی مسیر برگشت جریان کاهش یافته و در نتیجه از نشتی جریان جلوگیری به عمل می آید. امروزه از ریلهای استفاده می شود که هر یارد آن بین ۹۰ تا ۱۲۰ پوند وزن داشته باشد. (هر ۴۴/۹۱ سانتی متر بین ۵/۴۰ تا ۵۴ کیلوگرم) [۴]

۲-۱۴-۵- ایجاد پیوند عرضی

که به معنی ارتباط به وسیله کابل MCM ۵۰۰ (کابل با مقطع ۳۰۰ میلی متر مربع) در هر ۱۵۰ متر تا ۳۰۰ متر میباشد. این امر موجب ایجاد مقاومت های موازی و کاهش مقاومت کل در مسیر می گردد. در نتیجه جریان مصرفی براحتی عبور نموده و از هدر رفتن آن جلوگیری خواهد شد. [۴]

۳-۱۴-۵- کاهش فاصله بین پست ها

کاهش فاصله بین پست های تعذیه کننده به حدود ۱۶۰۰ تا ۳۲۰۰ متر که بهترین فاصله بین همان فاصله ایستگاه های مسافران می باشد. با این روش مانع از حرکت سریع قطارها شده و در نتیجه مقدار جریان مصرفی پایین آمده و نرخ هدر رفتن جریان نیز به همان میزان کاهش می یابد. [۴]

۴-۱۴-۵- جوشکاری ریلها به یکدیگر

این امر موجب کاهش مقاومت الکتریکی ارتباطی بین ریلها می شود زیرا استفاده از پیچ و مهره نمی تواند اتصال الکتریکی مطمئنی را بوجود آورد. کاهش مقاومت و در نتیجه راحتی عبور جریان از طریق ریلها، کاهش هدر روی جریان مصرفی را به دنبال خواهد داشت. [۴]

۵-۱۴-۵- افزایش مقاومت بین ریل و زمین

افزایش مقاومت بین ریل و زمین (مقاومت نشتی) روش بسیار مؤثری در کاهش و کنترل جریانهای سرگردان در محل تولید آن می باشد. با افزایش مقاومت بین ریل و تراورس ها، مسیر جریان سرگردان دارای مقاومت بیشتری نسبت به مسیر برگشتی که توسط زیل به وجود می آید، می گردد و در نتیجه جریان سرگردان کمتری از آن جاری می گردد. با بکارگیری سطوح با خواص عایقی زیاد بین ریل و با توجه به محدودیت های ولتاژ تماсی در ریل های برگشتی می توان به این هدف دست یافت. معمولاً از عایق ها بین ریل و ثابت کننده ها و بین ثابت کننده ها و تراورس استفاده می شود. باید توجه داشت که بکارگیری مواد عایقی بین ثابت کننده ها و تراورس ها نباید توانایی ثابت کننده برای تحمل فشار زیادی که در هنگام عبور ترن ها برآنها وارد می شود را کاهش دهد.

تراورس های بتی دارای خاصیت عایقی بهتری نسبت به تراورس های چوبی هستند (تراورس های بتونی به آسانی تمیز شده و نسبت به تراورس های چوبی دارای عایقی بیشتری می باشند). بررسی های انجام شده نشان می دهد که قرار گرفتن ریلها روی تراورس های پولیمری با خاصیت ارتجاعی (فنری) نه تنها باعث کاهش نویز و لرزش ریلها می گردد بلکه باعث بهبود بین ریل و زمین می گردد. [۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶-۱۴-۵- حداقل کردن مقاومت الکتریکی ریل برگشت جریان

دومین پارامتر مؤثر در محدود سازی جریان سرگردان در محل تولید آن، انتخاب ریل های حرکت با مقاومت الکتریکی کم به عنوان مسیر برگشت جریان ترن به باسیار منفی پست می باشد. حداقل کردن مقاومت ریل برگشت جریان، نه تنها باعث کاهش جریان سرگردان می شود بلکه پتانسیل تماسی ریل ها را نیز کاهش می دهد. روکش و نوارهای عایقی که به منظور افزایش طول عمر ریل ها استفاده می شوند، باعث افزایش مقاومت الکتریکی ریلهای می گردند. بنابراین باید در انتخاب جنس مواد تشکیل دهنده ریل های حرکت دقت بیشتری شود تا حداقل مقاومت الکتریکی ممکن را داشته باشند. در عمل سعی می شود تا ریل ها را بصورت عرضی و طولی به همدیگر متصل کنند و بدین ترتیب مسیرهای برگشت جریان ترن را افزایش داده و در نتیجه مقاومت مسیرهای برگشت جریان را کاهش دهند. [۴]

۷-۱۴-۵- استفاده از تجهیزات کنترل پتانسیل ریل

تجهیزاتی هستند که برای کنترل پتانسیل ریل استفاده می شوند و هنگامی که ولتاژ ریل از مقدار معینی بیشتر شود این تجهیزات، ریل را به زمین متصل می کنند. هنگامی که یک واحد کنترل ولتاژ ریل به سیستم زمین نشده وصل میگردد، بطور دائم ولتاژ بین ریل و زمین محلی اندازه گیری میشود. اگر ولتاژ اندازه گیری شده از مقدار معینی (اصولاً از ولتاژ حد مجاز) تجاوز کند، وسیله حفاظتی عمل می کند و گیت های تریستورها را آتش می کند و کنکاتور مربوطه بسته میگردد. [۴]

۸-۱۴-۵- آب بندی ریل ها

بالاست های اگربطور درست زیر ریلهای قرار بیرنند می توانند عایق الکتریکی بالایی (در حدود چند صد اهم بر کیلومتر برای هر ریل) را بین ریل ها زمین بوجود آورند. مقاومت بین ریل و زمین در طرح های جدید حداقل صد اهم بر کیلومتر میباشد. اما این مقاومت در شرایط مطبوع و خیس کاهش می یابد. بنابراین برای مقابله با این کاهش مقاومت یک وسیله مؤثر برای آب بندی ریلهای نیاز است. [۴]

۹-۱۴-۵- استفاده از سیستم دارای اتوترانس

استفاده از اتوترانس باعث کاهش افت ولتاژ و تلفات در سیم بالاسری می گردد. اتوترانس بطور موازی بین سیم کنکات و فیدر اتوترانس قرار می گیرد. با هدایت جریان ریل از طریق اتوترانس به سیم تغذیه منفی، جریان و ولتاژ ریل و بنابراین جریان نشستی از ریل به زمین کاهش می یابد که درنتیجه آن تداخل بر روی امواج کابل های مجاور کاهش می یابد. دلیل دیگر این کاهش، عبور جریانها در جهت های مخالف هم از سیم تغذیه مثبت و منفی است. همه این عوامل سبب کاهش تعداد پستهای مسیر و صرفه جوئی هزینه ها می گردد. از معایب اصلی سیستم دارای اتوترانس، بالایودن هزینه های آن اعم از هزینه تجهیزات و هزینه تعمیرات و نگهداری می باشد. [۴]

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



فصل ششم- قیمت ها و هزینه ها در صنعت ریلی

۱-۶ مقدمه

لازمه بستر سازی یک تصمیم به زمان تصمیم سازی و حجم عملیات مورد بررسی بستگی دارد. مهم است از ابتدا ارزش تجهیزات یک بخش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میلیون (یورو، دلار، ...) خواهد بود. این مبحث فقط شامل یک لیست قیمت نیست و مثال های متعددی از نکات مرجع و دستورات توصیه شده ارائه میدهد. این مدارک نباید در مطالعات مالی و اقتصادی استفاده شود، برای این قبيل مطالعات تنها باید هزینه محاسبه شده در هر مورد خاص، بر مبنای قیمت های برگرفته از مناقصات مدنظر قرار گیرد. [۸]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۶- نظرات مقدماتی

بازار تجهیزات راه آهن: الگوی ما از قیمت و ارزش شاخص ها، محدودیت سرمایه گذاری در تجهیزات راه آهن (زیر بناءها، تاسیسات ثابت، ناوگان) و در میزان مصرف انرژی به نیروی کشش محدود می شود. تجهیزات راه آهن مجموعه ای از وسائل با مشخصات خاص می باشد. خریداران و تأمین کنندگان تجهیزات راه آهن محدود می باشند. بهره برداران خطوط ریلی در واقع همان خریداران، شرکتها، سازمان ها و تعمیر کنندگان زیر بناهای راه آهنی می باشند. تأمین کنندگان قطعات و تجهیزات ریلی از شرکت های انحصاری چند ملیتی تشکیل شده اند که برخی از آن ها خدمات خود را در سطح جهان ارائه می دهند به همین دلیل قیمت هر واحد تجهیزات ریلی برای خریداران به طور گسترده ای متفاوت است.

سناریو ها: این اسناد با تأکید بر حدود قیمت ها و ارزش های مشخص بر حسب قیمت پایه یورو یا دلار آمریکا و تحت شرایط اقتصادی حاکم بر دنیا در سال ۲۰۰۰ تنظیم شده است. مجدداً تأکید می شود این قیمت ها و هزینه ها، خریدها، ساخت و سازها، بهره برداری و تعمیرات و نگهداری و تجهیزات مطابق با وضع و قابلیت های سال ۲۰۰۰ معطوف شده است. قیمت ها و هزینه ها به صورت میانگینی از ارزش متوسط (دو ارزش بالا و پایین) در دسته بندی ها رایه شده است. (یک حد بالا و یک حد پایین) [۸]

۳- زیر بناهای و تجهیزات ثابت:

(الف) زیر بناهای طولی و تجهیزات: این بخش، خطوط اصلی (شامل همه خطوط ایستگاه ها) و تجهیزات موازی (بدون تاسیسات ایستگاه به طور جداگانه تفکیک شده) را شامل می شود. بقیه موارد برابرند. قیمت ها و هزینه های ارائه شده برای تمام عرض خط ها به کار می رودند. (۰۰۱۰ تا ۱۶۷۶ میلیمتر)

۱- مطالعات:

(الف) مطالعات امکان سنجی:

۰۰۱۰ (۰۰۰۵/۰ تا ۱/۰)

۰۱۰ (۰۰۰۵/۰ تا ۱/۰)

۱٪ از بودجه سرمایه گذاری (۰/۳ تا ۰/۳)

(ب) مطالعات مقدماتی:

(ج) پروژه ها:

در مورد بند (ج) قیمت ها، مشخصات فنی کامل و جزئی مورد نیاز ساخت یا تأمین تجهیزات را در بر نمی گیرد.

۲- زمین و مالکیت:

سرمایه گذاری ها:

(یک یا دو خطه)

میلیون یورو بر کیلومتر مسیر

۰۰۱۰ (۰/۱ تا ۰)

(الف) در مناطق غیر مسکونی

(ب) براساس تراکم جمعیت

۱/۰ (۰/۱ تا ۱)

۱۰ نفر در کیلومتر مربع

۳ (۱ تا ۱۰)

۱۰۰ نفر در کیلومتر مربع

۱۰ (۳ تا ۳۰)

۱۰۰۰ نفر در کیلومتر مربع

۳- زیر بنای:

سرمایه گذاری ها:

(میلیون یورو بر کیلومتر)

نوع خط	حداکثر سرعت	کم عارضه	تپه ماهور	کوهستانی
تک خط	۱۰۰	۲ (۱ تا ۳)	۷ (۳ تا ۲۰)	۲۰ (۵۰ تا ۲۰)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دو خط	۳۰۰	۲۳ تا (۶)	۱۰ (۳۰)	۴۰ تا (۵۰)
-------	-----	-----------	---------	------------

جدول ۱-۶- سرمایه گذاری ها

سرمایه گذاری ها شامل موارد ذیل می باشد:

- مدیریت کار
- آماده کردن زمین، جنگل زدایی و ...
- مسیر یابی
- خاک ریز (پرکردن، حفاری و زیر سازی خط و ...)
- زهکشی، حفاظت از بخش زدگی
- سازه های حفاظتی (سازه ها: دیوارها، لوله های آب، پل ها و تونل ها)
- پل های روگذر و زیر گذر
- دیواره صوتی و دیگر تجهیزات محافظ صدا و سازه ها
- حصارها
- جاده های دسترسی خدمات و مسیر
- هزینه های مالی موقت
- مخارج عمومی
- تعمیرات اضافی اولیه

تعداد از عوامل اصلی:

الف) تونل (بدون خط) میلیون یورو بر کیلومتر تونل

۲۰ (۵۰ تا ۱۰) تک خطی

دو خطی (۷۰ تا ۲۰)

ب) پل و پل های دره ای میلیون یورو بر کیلومتر خط

۱۵ (۲۰ تا ۱۰) فاصله دهانه پایه کوتاه با فنداسیون سبک

۳۰ (۵۰ تا ۲۰) فاصله دهانه پایه بلند با فنداسیون سنگین

ج) تقاطع خط آهن با جاده میلیون یورو

۳ (۷ تا ۲) جاده روگذر

۶ (۱۰ تا ۳) جاده زیر گذر

د) تقاطع اتوبان میلیون یورو

۶ (۱۵ تا ۴) مسیر روگذر یا زیر گذر

ر) دیوارها و دیگر سازه های محافظ صدا میلیون یورو بر کیلومتر

۷/۰ (۱۰ تا ۲) در یک طرف خط

۴/۱ (۴ تا ۱) در دو طرف خط

عمر اقتصادی:

تونل ها

۱۰۰ (۱۰۰ تا ۵۰)

پل فنری

۵۰ (۱۰۰ تا ۵۰)

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

(۱۰۰ تا ۵۰)	۵۰	پل بتني
(۱۰۰ تا ۵۰)	۵۰	زیرگذر و روگذر

هزینه تعimirات:

هزینه سالانه تعimirات، میانگین دوره بلند مدت (عمر اقتصادی یا چرخه اقتصادی). براساس قیمت های قابل اعمال از تاریخ راه اندازی تجهیزات (درصد سالانه سرمایه گذار):

(٪۰/۱ تا ٪۰/۰)	٪۰/۵	خاکریز، ترانشه
(٪۰/۳ تا ٪۰/۱)	٪۲	ساختار زهکشی
(٪۰/۱/۵ تا ٪۰/۱/۰)	٪۰/۵	دیوارها
(٪۰/۲ تا ٪۰/۱)	٪۱/۵	پل های فرنی
(٪۰/۱/۰ تا ٪۰/۰/۲)	٪۱	پل های بتني
(٪۰/۰/۰ تا ٪۰/۰/۲)	٪۰/۵	تونل ها

۴- خط:



شکل ۶- خط راه آهن

بالاست، تراورس ها، پابندها، ریل ها، جوش ها یا اتصالات، نصب و تعimirات ویژه اولیه و ...
سرمایه گذاری:

وزن ریل	میلیون یورو بر کیلومتر خط
۵۰	(٪۰/۰ تا ٪۰/۲)
۶۰	(٪۰/۰ تا ٪۰/۴)
۷۰	(٪۰/۰ تا ٪۰/۶)

در صورت تعویض مسیر خط موجود، هزینه از هم باز کردن و جابجایی خط موجود به این ترتیب اضافه می شود:
میلیون یورو بر کیلومتر خط (٪۰/۰ تا ٪۰/۲)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عمر اقتصادی خط اصلی:

فاصله زمانی، بر حسب سال، بین دو بازسازی کامل

		حمل و نقل ناخالص (شامل لکووموتیوها) در هر خط (تن ناخالص با GTK) بر حسب هزار تن ناخالص بر روز یا میلیون تن ناخالص در سال			
قطعه ریل Kg/m	10 3	30 9	100 30	300 90	
50	(30 تا 50) 40	(30 تا 15) 20	(20 تا 8) 10	-	
60	-	(30 تا 20) 25	(25 تا 10) 12	(12 تا 4) 6	
70	-	-	-	(14 تا 5) 7	

جدول ۶- حمل و نقل ناخالص در هر خط نسبت به مقطع ریل

هزینه های نگهداری خط:

میانگین بلند مدت برای هر کیلومتر مسیر اصلی بر حسب هزار دلار در سال:

		حمل و نقل ناخالص (شامل لکووموتیوها) در هر خط (تن کیلومتر ناخالص با GTK) بر حسب هزار تن کیلومتر ناخالص بر روز یا میلیون تن کیلومتر ناخالص در سال			
حداکثر سرعت Km/h	10 3	30 9	100 30	300 90	
100	(10 تا 5) 7	(20 تا 10) 15	(40 تا 20) 30	(80 تا 40) 60	
300	-	(30 تا 20) 20	(60 تا 20) 40	-	

جدول ۳- حمل و نقل ناخالص در هر خط نسبت به حداکثر سرعت

با فرض یکسان بودن سایر شرایط، هزینه نگهداری با شرایط زیر افزایش می یابد:

- بار محوری سنگین تر
- شعاع قوس کمتر
- سرعت بیشتر

۵- تجهیزات ثابت برای قطارهای الکتریکی

سرمایه گذاری ها:

میلیون یورو بر مگاوات آمپر	الف) پست های کشش ولتاژ بالا
(۳/۰ تا ۱۵/۰) ۲۰	Hz 60 و 50 با 25KV AC
(۳/۰ تا ۲/۰) ۱۵	Hz 162.3 و 15KV AC
(۳/۰ تا ۲/۰) ۱۵	1.5KV یا 3KV DC
میلیون یورو بر کیلومتر خط	ب) شبکه بالا سری

نوع	ولتاژ متداول	حداکثر سرعت 100 Km/h	حداکثر سرعت 300 Km/h
AC	60 یا 50 Hz 25KV	0.1 تا 0.15 (0.2)	0.15 تا 0.2 (0.3)
AC	15 KV	0.1 تا 0.15	0.15 تا 0.2

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

	163.3 Hz	(0.2	(0.3
DC	3 KV	0.12) 0.17 تا (0.3	-
DC	1.5 KV	0.15) 0.2 تا (0.3	-

جدول ۶-۴- سرمایه گذاری شبکه بالا سری

با فرض یکسان بودن بقیه شرایط، هرچه شعاع قوس کمتر باشد سرمایه گذاری در شبکه بالاسری بیشتر است.

برقی کردن خط موجود همچنین به سرمایه گذاری های زیر نیاز دارد:

الف) ساخت ایستگاه برق رسانی (برای مثال بخش زیرین در تونل، بالای روگذرها و.....)

ب) اصلاح سیستم علائم و تجهیزات کنار خط و ایستگاه ها و تجهیزات ارتباط از راه دور

۱ (۵/۱ تا ۱)

۱ (۵/۱ تا ۲)

عمر اقتصادی:

الف) پست های کشش

سال

۶۰ (۸۰ تا ۴۰)

کارهای عمرانی

۴۰ (۵۰ تا ۲۰)

تجهیزات برقی

۴۰ (۵۰ تا ۳۰)

ب) شبکه بالا سری

۲۰ (۵ تا ۳۰)

برای هر سیم ارتباطی

هزینه های نگهداری:

هزینه نگهداری سالیانه، میانگین بلند مدت، در سطح قیمت خرید روز آن تجهیزات (در صدی از سرمایه گذاری های

سالیانه)

الف) پست کشش

(۰/۳ تا ۱/۲)

ب) شبکه بالاسری

(۰/۳ تا ۱/۲)

۶- علائم

سرمایه گذاری ها:

الف) کابل ها (سیگنال ها و ارتباط از راه دور)

میلیون یورو بر کیلومتر

در خط کم رفت و آمد

۰/۰۵ (۰/۰۳ تا ۰/۰۵)

در خط پر رفت و آمد

۰/۱ (۰/۰۵ تا ۰/۰۳)

ب) سیستم بلاک اتوماتیک (بدون کابل)

در بلاک های یک طرفه

۰/۱۵ (۰/۱ تا ۰/۳)

در بلاک های دو طرفه (یک خط دو خط)

۰/۳ (۰/۲ تا ۰/۵)

ج) محل تکرار سیگنال ها (محافظ اتوماتیک قطار یا محافظ پیشرفته قطار یا ATP)

هر سیگنال ۰/۰۲ (۰/۰۱ تا ۰/۰۴)

هر واحد کشش

۰/۰۳ (۰/۰۱ تا ۰/۰۵)

د) علائم کابین لکوموتیوران (کنترل اتوماتیک قطار یا ATC) با انتقال توسط مسیر ریل یا طریقه قرار گیری کابل

هر بلاک ۰/۳ (۰/۲ تا ۰/۴)

هر لکوموتیو ۰/۰۵ (۰/۰۳ تا ۰/۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(۰/۰۲ تا ۰/۰۱)	۰/۰۱۵	۵) ارتباط رادیویی بین فرستنده و قطارها
(۰/۰۳ تا ۰/۰۴)	۰/۰۴	هر واحد کشش
		سرمایه گذاری برای تجهیزان (کابین اروپایی، بالیس اروپایی و بیسیم اروپایی) مربوط به سیستم مشترک آینده اروپا، سیستم کنترل قطار اروپایی و سیستم علائم با پایه ارتباطی آمریکا هنوز شناخته شده نیست.
(۰/۰۴ تا ۰/۰۳)	۰/۰۳	و) تقاطع همسطح با چراغ و علائم اتوماتیک
(۰/۰۴ تا ۰/۰۲)	۰/۰۲	ز) تقاطع همسطح با راه بند نیمه اتوماتیک
(۰/۰۵ تا ۰/۰۴)	۰/۰۳	در مسیر یک خطه
(۰/۰۶ تا ۰/۰۵)	۰/۰۷	در مسیر دو خطه
		ح) تقاطع همسطح با ۴ راه بند اتوماتیک

سال	عمر اقتصادی
۳۰ (۱۵ تا ۴۰)	همه تجهیزات ایمنی و سیگنالی

هزینه های نگهداری

هزینه های نگهداری سالانه در میانگین بلند مدت، در سطح قیمت تاریخ راه اندازی تجهیزات.
درصد سرمایه گذاری سالانه (%)

ب) تجهیزات ثابت شامل: ایستگاه ها، تعمیرگاه های سبک و واحدهای خدماتی لکوموتیو، تعمیرگاه های ناوگان، خط جز در موارد اعلام شده، قیمت ها و هزینه های زیر همه زیر ساخت ها و تجهیزات ثابت (خط، خط بالاسری، علائم ارتباط و ساختمان ها) شامل هزینه های مالی و عمومی

۱- سرمایه گذاری

سوزنهای تقاطع ها

هزار یورو بر واحد	تجهیزات، جمع آوری و نصب، بدون تجهیزات کنترلی و فرماندهی
۵۰ (۸۰ تا ۴۰)	سوزن خروجی بزرگ
۱۳۰ (۱۶۰ تا ۱۲۰)	تقاطع دو لوزی با انحراف
۱۳۰ (۱۲۰ تا ۱۵۰)	سوزن خروجی کوچک

هنگام جابجایی یک نقطه، خروجی و ... موجود، (٪۲۰ تا ٪۳۰) برای باز کردن و جابجایی تجهیزاتی که در حال تعویض اند، اضافه شود.

(میلیون یورو بر واحد)

ایستگاهها

- الف) ایستگاه های مینی با مسیر طی شده بدون سیگنال و تجهیزات دیگر
- ب) ایستگاه مینی با مسیر طی شده با اتصال و سیگنال و بدون تجهیزات دیگر
- ج) یک جفت اتصال (۴ سوزن) بین دو خط در مسیر دو خطه با سیگنال و جعبه کنترل
- د) ایستگاه خدماتی و سرویس دهی دو خطه (با دو جفت سوزن) با سیگنال و ...
- ر) روگذر
- ز) ایستگاه عریض مسافرین

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳۰۰ (۵۰۰ تا ۱۰۰)
۱۰۰ (۲۰۰ تا ۵۰)

۵) ایستگاه با تک تپه مانوری
و) ایستگاه بین المللی و یا قاره ای برای حمل و نقل ترکیبی

میلیون یورو بر واحد
۰/۲ (۰/۴ تا ۰/۱)
۰/۷ (۰/۳ تا ۱/۵)
٪ ۱۰ (٪ ۱۵ تا ٪ ۵)

سرویس دهی و امکانات تعمیر سبک
سهم هر لکوموتیو
سهم هر قطار خود کشش
کارگاه های نگهداری و تعمیرات اساسی ناوگان
قیمت خرید وسیله ای که نگهداری می شود.

کارگاه های نگهداری و تعمیرات اساسی زیر ساخت
٪ ۱۰ (٪ ۱۵ تا ٪ ۵)

کارگاه های نگهداری و تعمیرات اساسی زیر ساخت
قیمت خرید وسیله یا تجهیزاتی که نگهداری می شود.

سال

۵۰ (۳۰ تا ۱۰۰)
۵۰ (۳۰ تا ۸۰)
۱۰ (۲۰ تا ۵)
۵۰ (۳۰ تا ۶۰)
۳۰ (۵۰ تا ۱۵)
۲۰ (۳۰ تا ۱۰)
۳۰ (۴۰ تا ۲۰)
۴ (۵ تا ۳)
۲۰ (۳۰ تا ۱۰)
۱۰ (۱۵ تا ۵)

۲- عمر اقتصادی

ساختمان ها، سکوها، رمپ ها، راه ها، پارکینگ ها
زیر ساخت
مسیر آسفالت
تجهیزات هیدرولیک
تجهیزات سیگنال
تجهیزات مخابراتی
تجهیزات الکترونیکی ولتاژ پایین
تجهیزات اطلاع رسانی
ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی
ابزار ها

سوئیچ ها و خروجی ها، تقاطع ها: نصف عمر اقتصادی واگن اصلی را دارد.

۳- هزینه های نگهداری

میانگین بلند مدت هزینه های نگهداری سالانه در سطح قیمت تاریخ راه اندازی تجهیزات (درصد سالانه به سرمایه گذاری)

٪ ۱ (٪ ۵ تا ٪ ۰/۵)	ساختمان ها، سکوها، راه ها، پارکینگ ها
٪ ٪ ۰/۳ (٪ ۰/۰ تا ٪ ۰/۵)	زیر ساخت ها
٪ ٪ ۳ (٪ ۰/۵ تا ٪ ۰/۲)	مسیر آسفالت
٪ ٪ ۱ (٪ ۰/۵ تا ٪ ۰/۰)	تجهیزات هیدرولیک
٪ ٪ ۵ (٪ ۰/۱ تا ٪ ۰/۰)	تجهیزات علائم
٪ ٪ ۱۰ (٪ ۰/۱۵ تا ٪ ۰/۱۵)	تجهیزات مخابراتی
٪ ٪ ۱۰ (٪ ۰/۱۵ تا ٪ ۰/۱۵)	تجهیزات اطلاع رسانی
٪ ٪ ۳ (٪ ۰/۰۵ تا ٪ ۰/۱)	تجهیزات الکترونیکی ولتاژ پایین
٪ ٪ ۵ (٪ ۰/۱۰ تا ٪ ۰/۱۰)	ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

[۸]٪ ۱۰ (۵ تا ٪ ۱۵).

سوزن ها، تقاطع ها

۴-۶- ناوگان

با فرض یکسان بودن سایر شرایط، هزینه و قیمت تمامی انواع ناوگان با عرض خط متفاوت صادف است. (از ۱۶۷۶ تا ۱۰۰۰ میلیمتر)

۱- واحدهای کششی الکتریکی

میانگین نسبت تعداد واحدهای کششی آمده بکار برای بخش بهره برداری (واحد کششی در شرایط مطلوب) به کل ناوگان شامل واحدهای کششی در حال سرویس، تحت تعمیر، در حال تعویض و تنظیم و سرویس های در انتظار تعمیرات اساسی) یا ضریب آمده بکاری:

لکوموتیوهای برقی	٪ ۹۵ (٪ ۸۵ تا ٪ ۹۰)
واحدهای الکتریکی چند تایی	٪ ۸۵ (٪ ۹۰ تا ٪ ۸۰)

سرمایه گذاری ها

لکوموتیوهای برقی: برای لکوموتیوهای برقی معادله زیر قابل استفاده است:

$$PL = \frac{W}{3} + 1 \quad (1-6)$$

PL = سرمایه گذاری، میانگین قیمت لکوموتیو برقی به میلیون یورو

W = توان پیوسته در طوقه چرخ به مگا وات

برای مثال میانگین قیمت یک لکوموتیو برقی ۶ مگا وات، ۳ میلیون یورو بر دستگاه است.

بیشتر قیمت ها در فاصله $PL \pm 20\%$ قرار دارند.

لکوموتیوهایی که با ولتاژ و فرکانس های متعدد کار می کنند گرانتر هستند.

قطارهای خود کشش و ترنست ها

معادله مقابله قابل استفاده است:

$$PM = 2W + 2 \quad (2-6)$$

PM = سرمایه گذاری، میانگین قیمت یک واحد الکتریکی چند تایی و ترنست ها میلیون یورو بر واحد

W = توان کششی ترنست ها

برای مثال متوسط یا میانگین قیمت یک ترنست ۸ مگاوات برابر ۱۸ میلیون یورو برو واحد است.

بیشتر قیمت ها در فاصله $PM \pm 20\%$ قرار دارند.

بیشتر شدن قیمت ها به این دلایل هستند: ترنست با تعدد ولتاژ و فرکانس ، ترنست کج شونده ، ترنست دو طبقه

عمر اقتصادی

لکوموتیو و ترنست ها

یا بر حسب میلیون کیلومتر ۵ (۴ تا ۸) ۳۰ سال (۱۵ تا ۴۰)

هزینه های نگهداری

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

EL=0.2 PL

(۳-۶)

لکوموتیوهای برقی

EL = هزینه های تعمیرات و نگهداری (نگهداری عادی، دوره ای، تعمیرات اساسی) میانگین بلند مدت (هزینه های نگهداری در طول عمر) بر حسب یورو بر لکوموتیو کیلومتر.

PL = قیمت خرید لکوموتیو به میلیون یورو
بعنوان مثال برای لکوموتیو ۳ میلیون یورویی **EL** برابر با 0.6×3 یورو بر لکوموتیو کیلومتر است.
بیشتر نمونه قیمت ها در فاصله ($EL \pm 20\%$) قرار دارند.

EM=0.3 PM

(۴-۶)

خودکشش ها و ترنست های برقی

EM = هزینه های تعمیرات و نگهداری، هزینه های متوسط دوره عمر بر حسب یورو بر ترنست کیلومتر

PM = قیمت خرید خود کشش یا ترنست به میلیون یورو
بعنوان مثال برای ترنست یا خودکشش 18×0.4 میلیون یورویی **EM** برابر با 0.3×18 یورو بر ترنست کیلومتر است.
بیشتر نمونه قیمت ها در فاصله ($EM \pm 20\%$) قرار دارند.

۲- لکوموتیو دیزل



شکل ۲-۶- لکوموتیو دیزل

تساوی تقریبی تعاریف متفاوت توان یا خروجی لکوموتیوها

- (الف) قدرت در دسترس از موتور دیزل برای کشش براساس استانداردهای آمریکای شمالی با واحد اسپ بخار بیان می شود.
یک اسپ بخار $0.6 \text{ کیلو وات} / \text{طوقه چرخ}$ تأمین می کند.
- (ب) قدرت روی طوقه چرخ به صورت کیلو وات بیان می شود. یکوات روی طوقه چرخ نیاز به تقریباً $1/7$ اسپ بخار موتور در دسترس برای کشش طبق استانداردهای آمریکای شمالی
در کشورهای خارج از آمریکای شمالی توان یا خروجی موتور دیزل به صورت KW / MW بیان می شود.
توان یا خروجی موتور دیزل برای کشش نباید با توان یا خروجی در طوقه چرخ اشتباه شود. هر دو ممکن است با KW یا MW اندازه گیری شود اما توان ظاهری یا خروجی موتور دیzel تقریباً برابر است با: $1/25 \times \text{توان} / \text{خروجی طوقه چرخ}$
توان یا خروجی طوقه چرخ تقریباً برابر است با: $0.8 \times \text{توان} / \text{خروجی موتور دیzel}$

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرمایه گذاری ها

لکوموتیوهای دیزل ساخت آمریکای شمالی برای استفاده در راه آهن های آمریکای شمالی: این لکوموتیوها بار محوری ۶۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ پوند دارند. (۳۰ تا ۳۶ تن متريک)

لکوموتیوها با توان اسمی ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ اسب بخار (۱/۸ تا ۲/۴ در طوقه چرخ) ۱/۵ (۱/۸ تا ۱/۲) میلیون دلار برابر دستگاه

لکوموتیوها با توان اسمی ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ اسب بخار (۱/۸ تا ۲/۴ در طوقه چرخ) ۲ (۱/۷ تا ۲/۳) میلیون دلار برابر دستگاه

لکوموتیوهای دیزل ساخت آمریکای شمالی برای صادرات:

بار محوری برابر یا کمتر از ۲۳ تن ۶۰۰ (۵۰۰ تا ۸۰۰) دلار بر اسب بخار

لکوموتیوهای دیزل ساخت دیگر کشورها یورو بر کیلو وات در طوقه چرخ

لکوموتیوها ۱۲۰۰ (۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰)

لکوموتیوهای دو محوره مانوری ۲۰۰۰ (۲۵۰۰ تا ۱۵۰۰)

عمر اقتصادی

برای یک لکوموتیو دیزل ۲۰ (۱۵ تا ۳۰) سال یا ۷۰۰۰۰ (۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰) ساعت

هزینه های نگهداری

میانگین بلند مدت یا طول عمر هزینه های نگهداری (نگهداری معمولی، نگهداری دورهای، تعویض کلی ، تعمیرات)

- لکوموتیوهای ساخت آمریکای شمالی برای استفاده در راه آهن آمریکای شمالی (دلار بر لکوموتیو کیلومتر) ۲ (۱/۵ تا ۲/۵)

- لکوموتیوهای دو محوره ساخت آمریکای شمالی برای استفاده در آمریکای شمالی (دلار بر لکوموتیو ساعت) ۱۵ (۱۰ تا ۲۰)

- لکوموتیوهای دو محوره خارج از آمریکای شمالی (یورو بر لکوموتیو ساعت) ۲۵ (۲۰ تا ۴۰)

- لکوموتیوهای دو محوره مانوری (یورو بر لکوموتیو ساعت) ۱۰ (۷ تا ۲۵)

۳- واگن های اتوبوسی

میانگین نسبت تعداد واگن های اتوبوسی در شرایط مناسب فعالیت به عملکرد کل ناوگان (شامل واگن های اتوبوسی موجود، در حال تعمیر یا تعویض، یا در نوبت) یا ضریب آماده بکاری: ۰.۹۰ تا ۰.۸۵٪

سرمایه گذاری ها

واگن اتوبوسی میلیون یورو بر واحد

اتوبوسی دو طبقه (۱/۶ تا ۱/۳)

اتوبوسی نیمکت دار (۱/۴ تا ۱/۶)

کوپه درجه ۱ (۱/۳ تا ۱/۶)

کوپه درجه ۱ دو طبقه (۲/۱ تا ۲/۵)

سالن رستوران (۱/۸ تا ۲/۲)

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عمر اقتصادی

۲۵ (۱۵ تا ۴۰)

۳ (۲ تا ۴)

اتوبوسی، واگن معمولی (سال)

موارد دیگر (میلیون کیلومتر)

هزینه های نگهداری

هزینه های نگهداری (نگهداری معمولی، دوره ای، تعویض کلی، تعمیرات) میانگین بلند مدت یا طول عمر (یورو بر کیلومتر)

اتوبوسی	۰/۲۵ (۰/۳ تا ۰/۲)
اتوبوسی دو طبقه	۰/۳ (۰/۲۵ تا ۰/۳۵)
اتوبوسی نیمکت دار	۰/۳ (۰/۲۵ تا ۰/۳۵)
کوپه درجه ۱	۰/۴ (۰/۳ تا ۰/۵)
سالن رستوران	۰/۴ (۰/۳ تا ۰/۵)

۴- واگن باری

میانگین نسبت تعداد واگن باری در شرایط مناسب فعالیت، به کل عملکرد ناوگان (شامل واگن های باری موجود، در حال تعویض یا تعمیر، یا در حال انتظار استفاده، تعویض یا تعمیر) یا ضریب امکان پذیری: ۹۰٪ (۸۵ تا ۹۵٪).

سرمایه گذاری ها

۱- واگن های اروپایی: بوزی ۲۵y یا بوزی قابل تعویض، دو کفش ترمزی برای هر چرخ، حداکثر بار محوری ۲۲/۵ تن متریک.

هزار یورو بر واگن

واگن با دیوار کشویی	۱۲۰ (۱۴۰ تا ۱۰۰)
واگن باز	۶۵ (۷۵ تا ۵۰)
واگن مسطح	۶۵ (۷۵ تا ۵۰)
واگن فله بر	۷۵ (۹۰ تا ۶۰)
واگن فله بر پوشیده	۸۰ (۱۰۰ تا ۷۰)
واگن مسقف برای جابجایی کوبل	۸۰ (۱۰۰ تا ۷۰)
واگن تانک دار برای انتقال فراورده های نفتی	۵۰ (۶۰ تا ۴۰)

۲- واگن های آمریکایی: قلاب اتوماتیک یا کفش ترمز برای هر چرخ، بوزی اتصال سه تکه، حداکثر بار محوری ۶۳۰۰۰ یا ۷۱۵۰۰ پوند (۳۰ یا ۳۲/۵ تن متریک).

واگن مسقف	۷۰ (۸۰ تا ۶۰)
واگن مسطح	۴۵ (۵۰ تا ۴۰)
لبه کوتاه	۵۰ (۱۰۰ تا ۴۰)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سنگ آهن	(۴۰ تا ۶۰)	۵۰
واگن قیفی	(۴۰ تا ۶۰)	۵۰
واگن قیفی پوشیده	(۵۰ تا ۶۰)	۵۵
واگن حمل ریل	(۶۵ تا ۷۵)	۷۰
محزن	(۳۵ تا ۵۰)	۴۰
حمل خودروی دو طبقه	(۴۵ تا ۵۵)	۵۰
حمل خودروی سه طبقه، کاملاً پوشیده	(۱۰۰ تا ۱۳۰)	۱۲۰

عمر اقتصادی	سال
واگن یا واگن باری	(۳۰ تا ۱۰)
موارد دیگر به میلیون کیلومتر بر واگن	(۱/۵ تا ۰/۵)

هزینه های نگهداری

میانگین بلند مدت یا طول عمر هزینه های نگهداری (نگهداری معمولی، نگهداری دورهای، تعویض کلی، تعمیرات):

میانگین کلی واگن های اروپایی	(۰/۰۵ تا ۰/۰۷)
میانگین کلی واگن های آمریکای شمالی	(۰/۱ تا ۰/۱۵)

هزینه های نگهداری (دollar بر واگن مایل) (۱ مایل = ۱/۶ کیلومتر)

۵- تجهیزات حمل و نقل توکیبی

سرمایه گذاری ها

الف) ناوگان، واگن ها	هزار یورو بر دستگاه
مسطح حمل کانتینر	(۵۰ تا ۸۰)
مسطح دو قلو حمل کانتینر(۳۲ متر)	(۸۰ تا ۱۱۰)
کمرشکن برای تریلی	(۸۵ تا ۱۰۰)
واگن کم ارتفاع با دو بوژی ۴ محوره	(۱۲۰ تا ۱۴۰)
- واگن های آمریکای شمالی	(۱۴۰ تا ۱۶۰)
واگن مسطح برای حمل دو نیم تریلی	هزار دلار بر دستگاه
واگن کمرشکن کانتینر دو طبقه	(۴۰ تا ۴۵)
واگن سه تکه کانتینری دو طبقه	(۶۰ تا ۷۰)
واگن پنج تکه کانتینری دو طبقه	(۱۳۰ تا ۱۵۰)
ب) دیگر تجهیزات	(۱۸۰ تا ۲۰۰)
جرثقیل دروازه ای جاده ای کانتینری	هزار یورو بر وسیله
جرثقیل دروازه ای ریلی کانتینر	(۳۰۰ تا ۵۰۰)
لیفتراک جابجایی کانتینر	(۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰)
کانتینر ۲۰ فوت	(۳۰۰ تا ۵۰۰)
کانتینر ۴۰ فوت	(۲/۵ تا ۴)

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تریلی کوتاه ۷ متری پشت بند	۷ (۵ تا ۸)
تریلی بلند	۱۰ (۱۲ تا ۸)
نیم تریلی ۷۰ متر مکعب	۳۰ (۴۰ تا ۲۰)
تریلی ریلی جاده ای با بوژی ریلی و قلاب ریلی	۵۰ (۶۰ تا ۴۰)

عمر اقتصادی	سال
واگن	(۳۵ تا ۱۰) ۲۰
واگن ارتفاع کوتاه حمل اسب و تریلی کامل	(۲۰ تا ۱۰) ۱۵
جرثقیل دروازه ای، لیفتراک	(۱۵ تا ۵) ۱۰
کانتینر، تریلی پشت بند، نیم تریلی	(۱۲ تا ۶) ۸

هزینه های نگهداری

میانگین هزینه های تعمیرات و نگهداری	بورو بر واگن کیلومتر
واگن اروپایی	(۰/۱۳ تا ۰/۰۵) ۰/۰۷
واگن ارتفاع کوتاه با دو بوژی ۴ محوره	(۰/۲۵ تا ۰/۱۵) ۰/۲
واگن ارتفاع کوتاه با ۳ بوژی ۴ محوره	(۰/۰۴ تا ۰/۰۲) ۰/۳
واگن باری آمریکای شمالی	دلار بر واگن مایل
واگن کانتینری دو طبقه سه قلو	(۰/۱۵ تا ۰/۰۵) ۰/۱
واگن کانتینری دو طبقه پنج قلو	(۰/۲۵ تا ۰/۱۵) ۰/۲
جرثقیل دروازه ای چرخ لاستیکی	هزار بورو بر دستگاه در سال
جرثقیل دروازه ای ریلی	۵۰ (۰/۳۰ تا ۰/۱۰) ۱۰۰
لیفتراک	(۱۵۰ تا ۵۰) ۵۰
تپ لیفت (کانتینر)	(۷۰ تا ۳۰) ۵۰
	[۸] (۰/۰ تا ۰/۶) ۰/۴

۶-۵- مصرف انرژی کششی

۶-۵- کشش الکتریکی: متوسط دو جهت مصرف برق که در ورودی بست کشش اندازه گیری می شود.
 (الف) قطارهای مسافری: (میانگین سالانه شامل مصرف گرمایش و سرمایش)

مصرف ویژه برق	فراز در هزار	حداکثر سرعت	فاصله بین دو توقف
۵۰ (۴۵ تا ۵۵)	۴۰ تا ۵۰	۳۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰
۴۰ (۳۵ تا ۴۵)	۱۰ تا ۱۰	۲۰۰	۱۰۰ تا ۲۰۰
۳۰ (۲۵ تا ۳۰)	۱۰ تا ۱۰	۱۶۰	۱۰۰ تا ۱۰۰

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

			(۳۵)
۵۰	۸۰	۲۵	۴۵ (۴۰ تا ۵۰)
۲۰	۱۲۰	۵ تا ۰	۲۵ (۲۰ تا ۳۰)
۵	۱۲۰	۱۰ تا ۰	۵۰ (۴۵ تا ۵۵)
۲	۱۰۰	۲۰ تا ۰	۷۵ (۷۰ تا ۸۰)

جدول ۶-۵- کشش الکتریکی (قطار مسافری) - میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش

صرف ویژه برق به معنی وات ساعت بر تن کیلومتر ناچالص است.

ب) قطارهای باری : متوسط هر دو جهت بالا و پایین

فاصله بین دو توقف	حداکثر سرعت	فراز در هزار	صرف ویژه برق
۱۰۰	۱۴۰	۵ تا ۰	۴۰ (۳۵ تا ۵۰)
۱۰۰	۱۲۰	۵ تا ۰	۳۰ (۲۵ تا ۳۵)
۱۰۰	۱۰۰	۵ تا ۰	۲۲ (۱۷ تا ۲۷)
۱۰۰	۸۰	۵ تا ۰	۱۵ (۱۰ تا ۲۰)
۵۰	۶۰	۵ تا ۰	۱۰ (۱۰ تا ۳۰)
۵۰	۶۰ تا ۸۰	۲۵	۴۵ (۴۵ تا ۵۰)
۵	۸۰	۵ تا ۰	۲۰ (۲۰ تا ۳۰)
۵	۶۰	۲۵	۵۰ (۴۵ تا ۵۵)

جدول ۶-۶- کشش الکتریکی (قطار باری) - میانگین سالانه مصرف گرمایش و سرمایش

ج) متوسط هزینه واحد برق در سمت ولتاژ بالای پست برق (۰/۰۶ تا ۰/۱۶) بورو بر کیلو وات ساعت

۶-۵- کشش دیزل: متوسط مصرف گازوئیل در هر دو جهت سربالایی و سرازیری

الف) قطار مسافری : میانگین سالانه شامل مصرف گرمایش و سرمایش

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرعت سر بالایی	فراز در هزار	صرف ویژه سوخت
۱۲۰	۰	۵/۵ (۵ تا ۶)
۱۰۰	۰	۴/۵ (۴ تا ۵) ۵
۸۰	۰	۴/۵ (۴ تا ۵)
۶۰	۱۰	۷/۵ (۷ تا ۸) ۸
۴۰	۲۵	۱۳/۵ (۱۳ تا ۱۴)

جدول ۷-۶-کشش دیزل (قطارمسافری) - میانگین سالانه صرف گرمایش و سرمايش

صرف ویژه سوخت بر حسب وات ساعت بر تن کیلومتر ناخالص بعلاوه وزن لکوموتیوها است.

ب) قطار باری

سرعت سر بالایی	فراز در هزار	صرف ویژه سوخت
۱۰۰	۰	۴/۵ (۴ تا ۵)
۴۰	۵	۴/۵ (۴ تا ۵)
۲۰	۱۰	
۲۰	۱۵	۷/۸ (۷ تا ۸) ۸
۲۰	۲۰	۹/۵ (۹ تا ۱۰)
۲۰	۲۵	۱۱/۵ (۱۱ تا ۱۲)

جدول ۸-۶-کشش دیزل (قطار باری) - میانگین سالانه صرف گرمایش و سرمايش

ج) مانور: صرف ساعتی لکوموتیو دیزل مناسب با توان روی چرخ بر حسب کیلوگرم بر ساعت برای ۱۰۰۰ کیلو وات.

لیتر گازوئیل بر ساعت

۵۰ (۴۰ تا ۱۰۰)

د) هزینه واحد گازوئیل

چگالی گازوئیل ۰/۸۵ (۰/۸۷ تا ۰/۸۳)

بنابراین یک کیلوگرم گازوئیل = ۱/۱۷ لیتر می باشد. (۱/۱۵ تا ۱/۲)

متوجه هزینه گازوئیل برای کشش در آمریکا ۱ (۱ تا ۱/۲) دلار بر واگن

[۸]. ۰/۶ (۰/۵ تا ۰/۰) یورو بر لیتر

خارج از آمریکای شمالی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ۱

حفاری

مقدمه

بررسی و مقایسه عددی نتایج حاصل از آنالیز مدل ریاضی با رفتار واقعی خاک که توسط دستگاه های ابزار دقیق و دوربین های نقشه برداری در هنگام حفاری تونل ثبت میگردد میتواند الگوی فنی و اقتصادی ایده آلی جهت تصمیم گیری مهندسی در سایر پروژه های مشابه در دست اجرا باشد. لذا در این فصل، سعی گردیده است رفتار واقعی و تئوریک خاک و سازه های اطراف در زمان حفاری بخشی از تونل های عمیق مترو شیراز بررسی و تحلیل گردد.

در طراحی تونل های در محیطهای شهری یکی از اصلی ترین دغدغه ها، اجرا با کمترین تاثیر روی کاربری سازه های مجاور است. متداول‌ترین عامل برای این قبیل مسائل، تخمین گودی نشست در حالت سطح آزاد (بدون سازه) و تعیین پارامترهای آسیب وارد بر سازه به صورت مستقل براساس گودی نشست است. در این فصل، از روش سختی نسبی برای ارزیابی تاثیر سختی سازه زیرگذر در تغییر حرکت زمین و نشست سطح در اثر حفر تونل دوقلوی متروی شیراز استفاده شده است. در ادامه، تحلیل عددی دو بعدی با استفاده از روش اجزا محدود برای دو حالت با و بدون حضور سازه انجام شد. نتایج دو روش نشان می دهد که سازه زیرگذر با توجه به سختی بالا و هندسه قرارگیری آن، میزان نشست سطح ناشی از حفر تونل ها را کاهش می دهد. [۵]

بررسی ریاضی رفتار متقابل خاک

احداث بناهای زیرزمینی از جمله تونل به دلیل ایجاد تغییرات در شرایط موجود خاک و بر هم زدن تعادل و بالанс انرژی آن می تواند باعث ایجاد نشست های سطحی در گستره های متفاوتی بشود، بررسی نشستهای روشهای نقشه برداری و ابزار دقیق و مقایسه نتایج و عکس العمل ها با نتایج الگوی شبیه سازی شده نرم افزاری، افق دید خوبی را در این زمینه میگشاید، که در صورت همگون و نزدیک بودن نتایج، می توان امید داشت که روند انجام پروژه های مشابه با مخاطرات و هزینه کمتر محقق گردد. با افزایش جمعیت شهرها و پیشرفت تکنولوژی در زمینه های مختلف، بالا رفتن سطح استاندارد زندگی، لزوم تحول و گسترش امکانات برای تامین نیازهای عمومی اجتناب ناپذیر می باشد. در این میان گسترش سیستم حمل و نقل شهری و حفر تونل به منظورهای مختلف از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا آنچه در مورد حفاری تونل در محیط های شهری حائز اهمیت است، مساله نشست های سطحی زمین در مناطقی است که تونل از مجاور فضاهای مسکونی و بافت قدیمی عبور مینماید، لذا بنا به دلایل چون محدودیت میزان نشست قابل قبول در مناطق شهری، دست خوردگی خاک در این مناطق و احتمال وجود حفرات زیرزمینی، پایش نشستهای به هنگام حفاری و مدت زمانی پس از ساخت، که با ابزارهای مختلفی از جمله ابزار دقیق و مدل های نرم افزاری انجام می شود، یکی از آیتم های مهم در صنعت تونل سازی و حفاری های زیرزمینی است. [۵]

مشخصات کلی سازه ها و معارض ویژه موجود در بخش مسیر

۱- مشخصات زیر گذر زند

طول زیر گذر ۶۰۶ متر، عرض آن ۱۶ متر و عمق آن ۶ متر از سطح زمین می باشد عمق شمعهای زیر گذر ۹ متر از تراز سطح خیابان است و تونل با فاصله ۹ متری از انتهای شمها از زیر آن عبور می کند . نوع شمعهای از نوع اصطکاکی می باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲- مشخصات بازار وکیل

از بازارهای شیراز است که در زمان کریم خان زند (۱۱۷۲-۱۱۹۳ ه.ق) در شرق شیراز در محله درب شاهزاده احداث شده است.

۳- مشخصات ارگ کریمخان

ارگ کریمخانی قصر سلطنتی و اندرونی کریم خان زند (م. ۱۱۹۳) حاکم شیراز بوده است که در سال ۱۱۸۰ ه.ق ساخته شد. دارای چهار برج به ارتفاع ۱۴ متر و دیوارهایی به ارتفاع ۱۲ متر است. که یکی از چهار برج آن در سالهای گذشته کج شده است. علت نشست این برج حمام پشت آن است. که فاضلاب حمام به مرور زمان با شستن خاک زیر برج، آنرا از حالت عمودی خارج کرده و برج از یک طرف نشست کرده است.

۴- مشخصات ساختمان های قدیمی در طول مسیر

عمده ساختمانهای قدیمی در طول مسیر دارای قدمتی در حدود ۵۰ سال می باشند، که عمدتاً با دیوارهای آجری بدون شناز بندی قائم و افقی ساخته شده اند و در همه آنها ترکهایی ناشی از نشست ناهمگون سطح زمین، قبل از حفاری تونل دیده میشود. از عوامل مهم تاثیر گذار بر نشستهای در این مسیر، دو حمام قهرمانی و بهارستان می باشد، که فاضلاب ناشی از آنها به علت قدمت لوله ها و نشست آب، باعث شسته شدن خاک دست ریز آن منطقه که تا عمق ۶ متری وجود دارد شده است.

۵- معارض موجود در طول مسیر

وجود لایه ضخیم خاک دستی در این بخش که برای پر کردن گود موجود این منطقه به نام قره مهدی به کار برده شده است، می تواند باعث بروز نشستهای از این دست بشود، به خصوص که بر اساس شواهد موجود برای تسریع پر شدن گود، از خمره های بزرگی استفاده شده است، که این خمره خود ایجاد فضای خالی در زیر زمین می کنند. مورد دیگری که در این منطقه بر طبق اسناد تاریخی موجود می باشد، خندقی است که حدود سی پا عمق داشته است و پر آب بوده و دور تا دور شهر شیراز وجود داشته، و در مسیر مورد مطالعه قرار دارد. این خندق مربوط به ۲۵۰ سال قبل بوده است. تقاطع این خندق در این ناحیه در ابتدای شروع زند باریک می باشد. [۵]

ابزارهای به کار رفته جهت پایش نشست ها

۱- میخ های کنترل نشست

یکی از ابزار های به کار رفته جهت سنجش نشست، میخهایی به طول ۱ الی ۲ متر می باشند که با سوراخ کردن آسفالت با پرفراتور، میخها در محل قرار داده شده و کد ارتفاعی آنها روزانه با دوربینهای نقشه برداری دیجیتال قرائت می شوند. فاصله میخها از یکدیگر در طول مسیر ۱۰ متر می باشد، در عرض مسیر برای هر تونل ۳ میخ در فاصله های ۵ متر که یکی در وسط و دو تای دیگر در دو طرف آن می باشد، در نظر گرفته شده است.

۲- ابزار دقیق

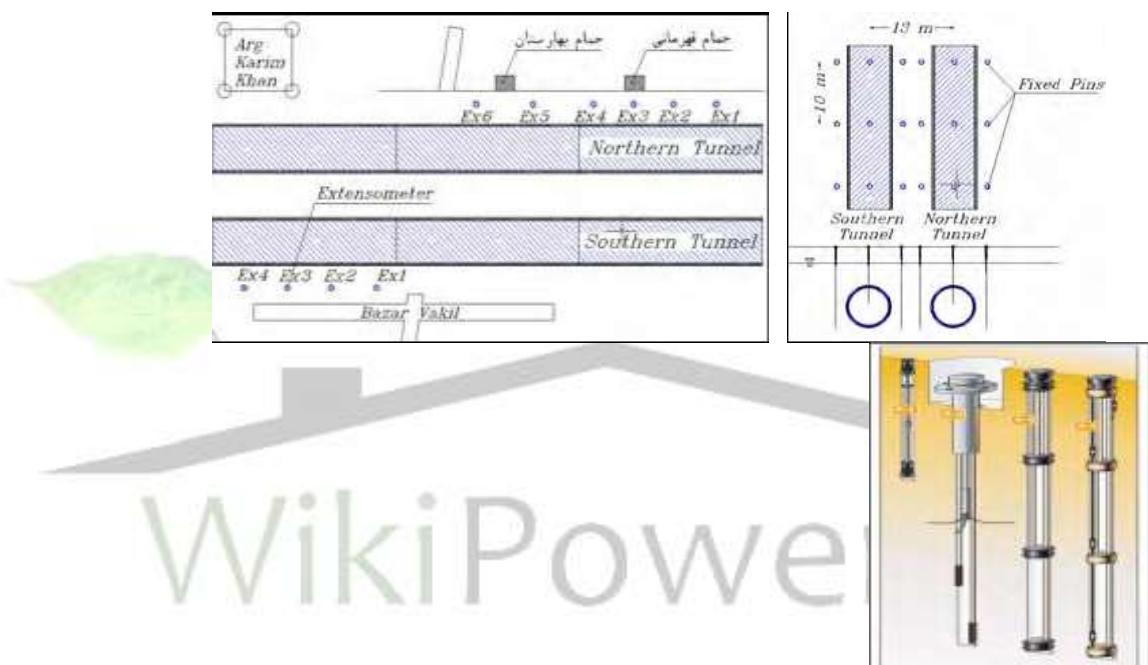
برای به کار گیری این روش باید ابزار دقیق متناسب با نوع عملیات در نظر گرفته شود . از ابزار های موجود در این زمینه جهت بررسی و سنجش نشستهای، می توان از کشیدگی سنجها و سلول های ثبت فشار نام برد، که ابزار دقیق مناسب انتخاب شده برای این فاز از عملیات، کشیدگی سنج (شکل ۳) با سه انکر در سه عمق ۵ و ۹/۵ و ۱۵ و یک هد در دهانه چاه می باشد، که پس از حفاری چاهه با دستگاه core barrel ، این اکستنسومترها در چاهه قرار داده شد، و اطراف آن با گروتی به عیار ۱۰۰ کیلو سیما ن با مقاومت ۱۸ روزه ۱/۴۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و دانسیته نزدیک به دانسیته خاک محل پر شده است، مقاومت گروت تزريق شده در اطراف ابزار از این جهت دارای اهمیت است که مقاومت و دانسیته آن باید نزدیک به مقاومت و دانسیته خاک باشد، تا مانع حرکت انکرها در صورت بروز نشست نشود، که این مساله در نصب اکستنسومترها در نظر گرفته شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با تغییر شکل و جابجایی توده خاک، فاصله بین انکرها و فاصله بین هر انکر با هد کشیدگی سنج تغییر می کند. تغییر فاصله بین انکرها و هد کشیدگی سنج این امکان را فراهم می کند که مقدار، نسبت و تغییر شکل توده خاک در طول کشیدگی سنج تعیین گردد.

برای قرائت اکستنسومترها علاوه بر قرائت های معمول انکرها، هد اکستنسومتر نیز با دوربین های نقشه برداری برداشت شد، و علت این برداشت این بود که اگر به هر دلیلی کل ابزار کشیدگی سنج نشست کند، قرائت های انکرها، نمی توانند نشستی را ثبت کنند، زیرا فاصله بین راد های تغییر نکرده و ثابت می ماند. که در زند باریک شاهد این اتفاق بودیم که با دخیل نمودن نشست کل سیستم ابزار دقیق در قرائت ها، نتایج نزدیکی به میخهای کنترل نشست حاصل شد. در نمودارهای ترسیم شده از نشست به دست آمده از اکستنسومترها، مناطقی که نشست کل دستگاه اتفاق افتاده است، در محاسبات منظور گردیده است و به صورت پله ای تغییر کرده که قابل مشاهده می باشد. [۵]



شکل ۱- جانمایی میخ های کنترل نشست شکل ۲- پلان جانمایی اکستنسورها و سازه های مهم مسیر شکل ۳- کشیدگی سنج گمانه ای

مشخصات خاک مسیر

با توجه به مطالعات ژئوتکنیک، خاک طبیعی محل مورد مطالعه عمدتاً از نوع خاکهای ریزدانه از جنس رس لاغر تشکیل شده است، که میان لایه های از جنس لایی یا لایی همراه ماسه، رس همراه ماسه یا شن رس دار و ماسه رس دار دیده شده است، که هر چه به سمت غرب پیش می رویم به ضخامت لایه های درشت لایه افزووده می شود. در محدوده زند باریک تا قبل از زیر گذر تا عمق ۶ متری لایه های خاک دست ریز برای پر کردن گود موجود در آن منطقه به نام قره مهدی وجود دارد. بدیهی است خاک های این لایه های فاقد هر گونه مشخصات ژئومکانیک بوده و مقاومت برشی آن نیز صفر می باشد. پارامترهای ژئومکانیکی بخشهای اصلی با استفاده از مدل رفتاری موهر کولمب به صورت جدول شماره ۱ در نظر گرفته شده است. ضریب فشار خاک در حالت سکون $K_0 = 0.5$ در نظر گرفته شده است.

Soil Type	Lean Clay	Silty Sand	Gravel	fill
Elastic Modulus	$E = 22500 \text{ KN/m}^2$	15000 KN/m^2	50000 KN/m^2	
Dry Unit Weight	17 kN/m^3	17 kN/m^3	17 kN/m^3	
Saturated Unit Weigh	20.8 kN/m^3	20.0 kN/m^3	19.0 kN/m^3	
ϕ'	29	34	33	0
c'	25 kN/m^2	10 kN/m^2	0.0 kN/m^2	0
Poison Ratio	0.25	0.25	0.30	
Soil Behavior Condition	Drained	Drained	Drained	

جدول ۲- پارامترهای ژئومکانیک خاک

Lining Characteristics	
Material	Concrete
f_c'	510 Kg/cm^2 (Cube)
Elastic Modulus	$3.17 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$
Poison Ratio	0.2
Weight per Unit Length	8 kN/m
EI	$7.13 \times 10^4 \text{ kNm}$
EA	$9.5 \times 10^6 \text{ KN}$
Behavior	Elastic

جدول ۱- پارامترهای مکانیکی لاینینگ

مشخصات سگمنت

لاینینگ تونل با قطعات پیش ساخته بتونی انجام می شود که هر رینگ شامل ۶ قطعه یا سگمنت می باشد و طول قطعات که در نهایت طول یک رینگ را تشکیل می دهند، از $1/38$ متر تا $1/4$ متر برای ایجاد امکان قوس متغیر است. قطر خارجی سگمنت ها $6/6$ متر، ضخامت آنها 30 سانتی متر، قطر حفاری $6/8$ متر. پارامتر های مورد نیاز مدل سازی عددی با نرم افزار از جدول شماره ۲ استخراج شده است. [۵]

بررسی نشست تئوریک

حفاری تونل در زیر زمین با ایجاد یک سری تغییرات در خاک همراه است، که این تغییرات بستگی به نوع لایه خاک و ضخامت آن و همچنین عمق قرارگیری تونل دارد. ایجاد نشست در لایه سطحی به دلیل حفاری از جمله موارد مهمی است که باید مورد بررسی قرار گیرد. این نشستها در دو جهت طولی و عرضی مورد بررسی قرار می گیرد.

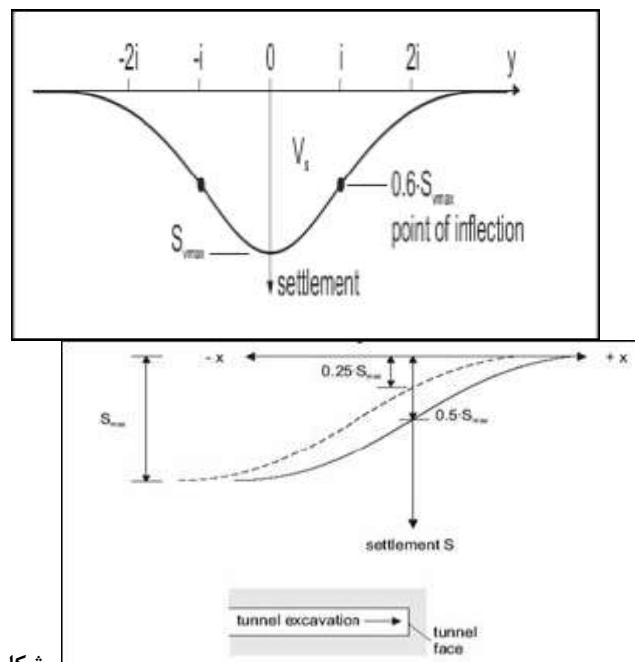
۱- نشست ایجاد شده در عرض مسیر

نشست سطحی زمین، معلوم کاهش حجم خاک در اطراف تونل در اثر حفاری می باشد. نشست ایجاد شده در عرض مسیر بر اساس مطالعات انجام شده ، با روابط تجربی حاصل از پروژه های متفاوت تعریف و مدل سازی می شود. پک (۱۹۶۹) بر اساس اطلاعات تجربی، منحنی توزیع نرمال آماری (منحنی گوس) را پیشنهاد می کند که معادله آن به شکل زیر است.

$$S_y = S_{\max} \cdot e^{-\frac{y^2}{2i^2}} \quad (1)$$

که در آن S_{\max} بیشینه نشست سطح زمین روی محور تونل، y نشست سطح زمین در نقطه ای به فاصله y از محور تونل، i فاصله افقی از آکس تونل و i فاصله افقی عطف از محور تونل هستند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴ - منحنی توزیع گوسی جهت مقطع عرضی گود نشست

شکل ۵- پروفیل طولی نشست سطحی زمین در انحرافی تونل

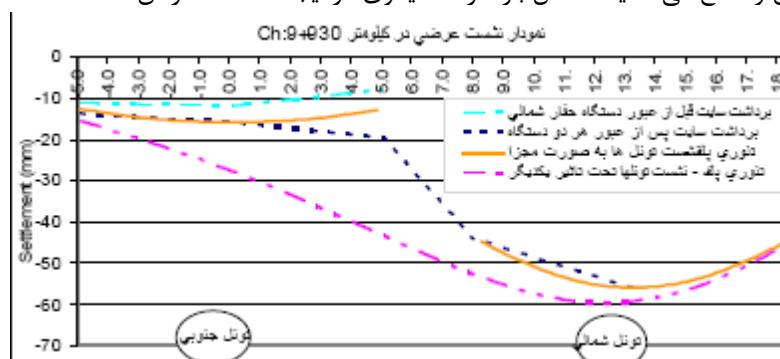
پارامتر i تقریباً تابعی از عمق تونل بوده مستقل از روش ساخت و قطر تونل است. بنابراین

$$i = K \cdot Z_0 \quad (2)$$

رابطه زیر پیشنهاد شده است.

که در آن Z عمق محور تونل و K پارامتر عرض گود است. مقدار K برای مقاصد عملی در تونلهای ساخته شده در خاکهای رسی برابر $5/0$ و در خاک های شن و ماسه برابر $25/0$ پیشنهاد شده است. لازم به ذکر است که حد منحنی محاسباتی منحنی توزیع نرمال تا بینهایت است ولی در عمل می توان محدوده عرض گود نشست را تا حدود $1/5$ در نظر گرفت.

محاسبات تئوریک تاثیرات نشست در این بخش از مسیر متروی شیراز تا شاعع حداقل $7/25$ متری برخارجی تونل می تواند ادامه پیدا کند که بیشترین تاثیر آن 60 درصد این مقدار یعنی حدود $4/5$ متر است، که خوشبختانه سازه های تاریخی موجود در مسیر در فاصله بسیار بیشتر از بازه عددی فوق نسبت به بر تونل بوده که در نتیجه به یقین می توان گفت که از لحظه تئوریک نشستهای سطحی احتمالی هیچ گونه تاثیری بر این سازه ها نخواهد داشت، علاوه بر این شمعهای سازه زیر گذر زند که منحنی گسترش نشست گوس را قطع می نمایند، عامل باز دارنده دیگری در ایجاد نشست در آن منطقه است.



شکل ۶- نمودار نشست مقایسه آن با نشست حاصل از تئوری گوس در کیلومتر ۹۹۳۰

با توجه به $i = K \cdot Z_0$ فرمول میتوان نتیجه گرفت که هر چند عمق تونل بیشتر باشد، دامنه گسترش

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نشست در سطح زمین وسیعتر و قدر مطلق نشستهای کوچکتر است. لذا با توجه به عمیق بودن تونل در این منطقه، میزان قدر مطلق نشستهای بسیار ناچیز می باشد.

با مقایسه نمودارهای نشست عرضی در دو نقطه از دستگاه حفار جنوبی، مشاهده می شود که چند روز بعد از عبور دستگاه، منحنی تئوریک براساس تئوری پک با برداشت‌های سایت تقریباً منطبق می باشد، اما سه ماه پس از عبور میخ سمت شمال نشست بیشتری از حالت تئوریک داشته که این می تواند تاثیر حفاری تونل شمالی در هنگام برداشت باشد. در شکل ۶ تاثیر حفاری دو تونل بر نشست ها در یک نمودار آورده شده است و می توان تاثیر حفاری تونل دوم را بر نشست های ناشی از تونل اول مشاهده کرد.

۲- نشست ایجاد شده در طول مسیر

با پیش روی تونل به سمت جلو، نشستهای ایجاد شده در سطح نیز به همراه آن گسترش می یابد. نشست های طولی معمولاً قبل از رسیدن دستگاه حفار به جبهه مورد نظر شروع شده، و پس از عبور دستگاه حفار و به خصوص در قسمتی که شیلد نیز از منطقه عبور می کند، به صورت فزایده ای زیاد می شود. و عملای بیشترین و مهمترین نشست های ایجاد شده پس از عبور شیلد دستگاه از جبهه مورد نظر اتفاق می افتد یعنی در زمانی که گروت تزریق شده پشت سگمنت ها در تماس مستقیم با خاک قرار میگیرد. به همین دلیل تحلیل نشست طولی بسیار مهم است. بر اساس نمودار گوس، می توان نشست در مقطع طولی را به این صورت تعریف کرد که نشست همزمان با حفاری دستگاه و رسیدن سر کاتر هد به جبهه کار در قسمت جلو دستگاه شروع شده و به تدریج با عبور دستگاه از نقطه مورد نظر این نشست افزایش می یابد و با نشست ایجاد شده قبلی جمع می گردد. در شکل ۵ به طور ساده تر این مساله قابل مشاهده است. [۵]

عوامل موثر بر نشست

با توجه به بررسی های به عمل آمده ، عوامل کلی موثر بر نشست زمین در بالای یک تونل حفر شده در خاک به شرح زیر می توان ذکر کرد:

۱- تغییر شکل جبهه تونل با حرکت زمین به سمت جبهه کار و دیواره های حفاری شده تونل ایجاد می شود، که در زمینهای نرم و ریزشی و در سیستم حفاری های سنتی بیشتر دیده می شود.

۲- تغییر شکل دیواره تونل ناشی از فضای خالی بین شیلد و خاک، یکی دیگر از عوامل نشست می باشد. برای حرکت و پیش روی سپر(شیلد) در خاک، قطر حفاری کمی بیشتر از قطر شیلد می باشد که این مساله باعث ایجاد فضای خالی بین خاک و شیلد می شود.

۳- سست شدن توده خاک ناشی از فضای خالی بین سگمنت و خاک و تزریق ناقص در حین عملیات باعث ایجاد فضای خالی بین سگمنت و خاک می شود، که با ایستی پر شود، پر شدن این فضای خالی با تزریق گروت در اطراف سگمنت انجام میشود. پر نشدن بخشی از این فضای خالی با گروت، می تواند باعث سست شدن خاک و نشست سطحی بشود. عوامل متعددی میتوانند باعث خالی ماندن فضای اطراف سگمنت بشود، که از آن جمله می توان به تزریق ناقص گروت در اطراف تونل و همچنین عدم تنظیم فشار گروت مناسب با نوع لایه خاک اشاره کرد.

با یک مقایسه کلی می توان دریافت که در قسمت هایی که نشست قابل توجهی داشته ایم، متوسط حجم گروت تزریقی برای هر رینگ نیز بیشتر بوده است. و این نشان دهنده وجود حفرات زیر زمینی در آن بخش ها می باشد، که به دلایل مختلف از جمله وجود حفره های زیر زمینی، یا حفاری بیش از اندازه و غیره ایجاد شده است.

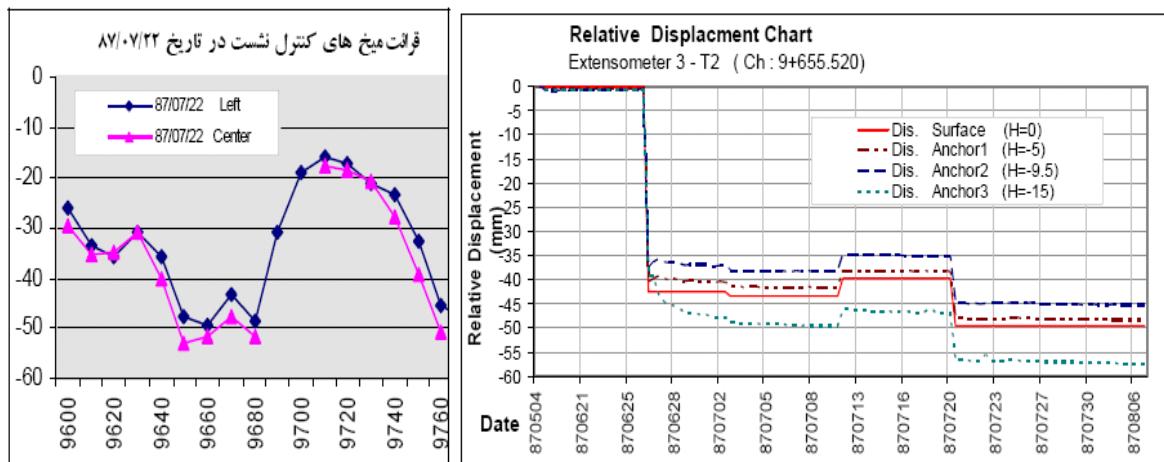
۴- تنظیم نامناسب فشار EPB به دلیل عدم تطابق کامل مطالعات ژئوتکنیک با واقعیت، و همچنین کاهش ترازو پیزومتریک نسبت به مطالعات اولیه به دلیل خشکسالی، و غلظت نا مناسب دوغاب بنتونیت در لایه های مختلف خاک می تواند یکی از عوامل نشست زا باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- ۵- در صورتی که تونل کاملاً آب بند نباشد، تونل به صورت زهکش در خاک عمل خواهد کرد، که باعث خروج آب از خاک و نهایتاً تحکیم خاک خواهد شد. که تاثیر خروج آب بر تحکیم آن در خاکهای رسی و ریز دانه بیشتر می‌باشد.
- ۶- در صورتی که به هر دلیل قطعات سگمنت تغییر شکل بدنه‌ند، باعث تغییر شکل در آرایش دانه‌های خاک و ایجاد نشست سطحی می‌شود.
- ۷- از جمله عوامل موثر دیگر بر نشست های سطحی، توقف یا ماند دستگاه به دلایل مختلف می‌باشد، که عوامل گوناگونی از جمله وزن دستگاه و سست شدن خاک حد فاصل شیلد و خاک و مواردی از این قبیل می‌باشد.
- ۸- مهارت در هدایت دستگاه، به ویژه در قوسها و شبیه‌های یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار بر نشست سطحی است. که در مورد تحت مطالعه حاضر به دلیل مستقیم بودن مسیر تاثیری نداشته است. [۵]

پیش‌بینی میزان نشست

- ۱- روش مطالعات تجربی به وسیله برداشت‌های انجام شده با ابزارهای مختلف: هرگونه حفاری در زمین و خاک سبب می‌شود که بالانس ارزی خاک تغییر کند، و نتیجه تغییر، ایجاد تغییر مکانهایی در سطح زمین می‌باشد. برداشت‌های کنترل نشست روزانه میخهای ثابت در مسیر حفاری تونل متروی شیراز نشان می‌دهد که تغییر مکانهای ایجاد شده در سطح زمین قبل از رسیدن جبهه کار به مقطع مورد نظر، آغاز می‌شود، و پس از عبور شیلد از بخش حفاری، نشست اصلی شروع می‌شود.



شکل ۸- نمودار اکستنسومتر شماره ۳ کیلومتر ۹۶۵۵/۵۲ در محدوده تونل ۲

۹۸۰۰

ابزار دیگر به کار رفته جهت سنجش نشستهای اکستنسومتر است، که در این محدوده از اکستنسومتر هایی با عمق ۱۵ متر با ۳ راد در عمق های ۵ و ۱۰ و ۱۵ استفاده شده است، قرائت ابتدایی انجام شده که بدون قرائت سطح رویه ابزار انجام شده بود، در مقایسه با میخهای کنترل نشست، نشستهای واقعی را نشان نمی‌داد، به همین دلیل در مراحل بعدی قرائت‌ها، علاوه بر قرائت رادها، سطح رویه اکستنسومتر نیز برداشت شد، و احتمال نشست کلی ابزار با این قرائت‌ها معلوم و مشخص شد. به دلیل نشست کلی ابزار، رادها نشست واقعی را نشان نمی‌دادند، در منحنی‌های ترسیم شده در شکل ۷ می‌توان نشست کلی ابزار را در نقاطی که به صورت پله‌ای تغییرداشتهای مشاهده نمود. جانمایی محل نصب اکستنسومترهای در شکل ۲ مشخص شده است. نمودار کنترل نشست میخهای ثابت در کیلومتر مشابه در شکل شماره ۸ قابل مشاهده می‌باشد، که با اعداد قرائت شده توسط اکستنسومتر پس از اعمال قرائت نقشه برداری هد ابزار در محاسبات، در این کیلومتر تقریباً یکسان می‌باشد، این در حالی است که قبل از برداشت نقشه برداری هد دستگاه، نشست نشان داده شده توسط ابزار دقیق اختلاف بسیار زیادی با برداشت‌های واقعی داشت.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲- روش مطالعات عددی و محاسباتی با نرم افزار با تحلیل خاک مسیر

یکی دیگر از روشهای مطالعه نشستها، مطالعات عددی و محاسباتی با نرم افزار می باشد، که در کنار برداشت‌های سایت میتواند دید کلی خوبی درباره نشستها ارائه کند، اما در مدل سازی باید سعی شود تا جایی که امکان دارد شرایط مدل سازی مشابه شرایط واقعی باشد. [۵]

نشستهای ایجاد شده مدت زمانی پس از ساخت تونل(نشستهای پسماند)

با مطالعه شواهد موجود در می یابیم که علاوه بر نشست های به وجود آمده در هنگام ساخت ، شاهد نشستهایی پس از دوران ساخت نیز می باشیم . نشستهای به وجود آمده پس از دوران ساخت، می تواند ناشی از عوامل مختلفی باشد، از جمله تغییر فشار آب منفذی و تحکیم خاک باشد. نشستهای می تواند دراثر حفاری تونل مجاور نیز صورت گرفته باشد.

از مطالب فوق می توان نتیجه گرفت:

از جمع بندی مطالب عنوان شده می توان گفت که پایش نشستهای به وجود آمده در اثر حفاری تونل، در مناطق شهری و پر تردد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. و پیش بینی این نشست ها با ابزار های گوناگونی امکان پذیر می باشد، که از آن جمله ، میخ های کنترل نشست، ابزار دقیق (اکستنسومتر) و همچنین مدل سازی با نرم افزارهای موجود و همچنین تحلیل خاک و تاریخچه منطقه در این زمینه از جمله موارد مورد اشاره در این مقاله می باشد. با مقایسه نتایج به دست آمده از ابزارهای گوناگون و مقایسه با واقعیت نتایج ارزشمند زیر حاصل شد:

-با توجه به نشستهای قرائت شده در طول مسیر تا این بخش، چنین می توان استنتاج کرد، که بیشترین نشستهای حاصله در طول مسیر در نقاطی بوده است که فضای خالی در زیر خاک و با لایه های خاک دست ریز وجود داشته است، از جمله این فضاهای خالی می توان به قناتهای موجود در طول مسیر، و همچنین وجود خاک دست ریز که جهت پر کردن گود موجود به نام قره مهدی در محدوده زند باریک به کار رفته است نام برد، وجود خندقی از دوران قدیم نیز، به دلیل وجود فضا و حفره های ناشی از نخاله و خاک دستی، می تواند از عوامل اثر گذار در نشستهای سطحی باشد. از جمله عوامل دیگری که میتوان نام برد، نشست در اثر پایین رفتن سطح آب می باشد، که در خاک های رسی نرم و پیت و ماسه هاس سست به دلیل کاهش فشار منفذی به وجود می آید.

-یکی دیگر از دلایل نشستهای سطحی شسته شدن خاک مسیر توسط آب یا فاضلاب ناشی از حمامهای جانمایی شده در طول مسیر می باشد (حمام عمومی قهرمانی و بهارستان) که رفتاری مشابه آن در نشست سالهای گذشته و قبل از مرمت یکی از برجهای ارگ کریمانی مشاهده شده است، و در خاکبرداری بخش نشست کرده ای مجاور حمام بهارستان قابل مشاهده می باشد.

-با مقایسه نتایج نشستهای میخهای ثابت با نتایج ابزار دقیق، می توان نتیجه گرفت که، قرائت انکرهای اکستنسومتر با نشستهای واقعی ایجاد شده مطابقت چندانی ندارد، به همین دلیل بهتر است علاوه بر قرائت رادها، در اکستنسومتر ها ، هد ابزار دقیق نیز با برداشت‌های نقشه برداری قرائت و در نتیجه محاسبات تعیین کننده نشست رادها، تاثیر داد. زیرا که اگر کل سیستم اکستنسومتر نشست یابد، فاصله رادها نسبت به هم تغییر نخواهد کرد.

-تئوری پک، و فرض منحنی گوس، انطباق خوبی با شواهد عینی و عملی دارد.

- تنظیم فشار EPB، تنظیم فشار و غلظت تزریق دوغاب بنتونیت، تنظیم فشار گروت، جلوگیری از حفاری و ایجاد فضای خالی بیش از اندازه به خصوص به هنگام توقف دستگاه یا عبور دستگاه از قوسها و آب بند نبودن تونل از جمله عوامل اثر گذار بر کنترل و کاهش نشستهای سطحی می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

-تغییر شکل جبهه تونل به داخل، حفاری بزرگتر از مقطع، فاصله بین سگمنتها و دیواره تونل و تغییر شکل در اثر بار زمین دلایل اصلی ایجاد جایجایی در زمین می باشد. پس از انجام حفاری خاک اطراف تونل به علت ترکیبی از موارد فوق به درون فضای خالی تغییر شکل داده انتقال این حرکت به سطح زمین، ایجاد نشست می کند.

-در مدلسازی عددی با نرم افزار، مدل کردن شرایط موجودخاک باید مشابه شرایط واقعی خاک باشد، تا نتایج حاصله ازان باواقعیت منطبق تر باشد، به عنوان مثال در مدل نمودن خاک های دست ریز در نرم افزار، بایستی از عملکرد Arch Action این خاک ها صرفنظر نمود و تمهدیاتی جهت اعمال مستقیم بار به لایتینگ را اعمال کرد. [۵]

انتخاب TBM مناسب برای حفاری تونل متروی شیراز با استفاده از روش AHP

برای انتخاب TBM مناسب روش های مختلف وجود دارد، که هر کدام از این روش ها دارای مزایا و معایبی است. انتخاب TBM مناسب برای حفاری تونل بدلیل وجود پارامتر های فراوان و تاثیر متفاوت این پارامترها کار مشکل و وقت گیری می باشد. برای سهولت در این انتخاب، روش های تصمیم گیری چند معیاره پیشنهاد می شود. روش های تصمیم گیری چند معیار شامل AHP، Electer، Topsis، ... می باشند. برای انجام این تحقیق از روش AHP استفاده شده است، دلیل این انتخاب نزدیک بودن جواب این روش به جواب واقعی در کارهای مشابه قبلی می باشد. با توجه این که در کشور ایران، تونل های متروی زیادی برای احداث در دست مطالعه است، ارائه این مقاله می تواند باعث شود که در پروژه های مشابه از روش AHP برای انتخاب TBM مناسب استفاده شود. که با انتخاب مناسب دستگاه TBM می توان هزینه های اجرایی را تا حد قابل توجهی کاهش دهد. برای این استفاده از روش AHP با استفاده از اطلاعاتی که نتیجه تحقیقات، تجربه و نیز پروژه هایی که در حال انجام هستند اقدام به مقایسه زوجی و امتیاز دهی پارامترها شد. از آنجایی که مقایسات بر اساس پروژه های در حال انجام و نیز نتیجه های تحقیقات افراد متخصص در زمینه تونل سازی می باشد بنابراین نتیجه کار را می توان در واقع همان قضاوت افراد متخصص دانست. برای انجام مقایسه زوجی نبایستی از قضاوت های غیر کارشناسانه و احساسی استفاده کرد، زیرا نتیجه انتخاب نادرست خواهد بود.

تا کنون از روش AHP در پروژه های مختلف تونل زنی استفاده شده است. در ادامه به چند مورد از آن ها اشاره شده است. هدف از این فصل انتخاب مناسب دستگاه TBM با استفاده از روش AHP برای تونل متروی شیراز است. در این فصل سعی بر این است که با توجه به گزینه ها و معیارهای موجود، بهترین گزینه را با توجه به روش AHP انتخاب کنیم. [۷]

زمین شناسی عمومی شیراز

جلگه شیراز با وسعتی معادل ۲۲۵ کیلومتر مربع در امتداد شرقی - غربی گسترده است. بطوری که شهر شیراز بر روی رسوبات دوره های مختلف دوران سوم زمین شناسی بنا شده است. این رسوبات شامل، سنگ رس، ماسه سنگ، کنگلومرا، توف، توفیت، ژیپس و رسوبات آبرفتی از قبیل رس، لای، ماسه، شن و قلوه سنگ می باشد.

قسمت اعظم دره شیراز را در زمانهای اخیر رسوبات جوان و تحکیم نیافته که اکثراً به صورت رسوبات رودخانه های یخچالی با افقهای مختلف و دانه بندیهای متفاوت هستند پوشانیده است. نهشته های جدید آبرفتی همراه با رسوبات دریاچه های روی مواد قدیمی محل را پوشانده اند. نهشته های اخیر از لایه های سیلتی و رسی همراه با شن و ماسه تشکیل شده اند. هر چه به طرف غرب شهر نزدیک می شویم بر درصد مواد ریز دانه افزوده می گردد. [۷]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مشخصات فنی تونل

تونل خط یک مترو شیراز به طول کلی ۸ کیلومتر با دو مسیر رفت و برگشت، از میدان دانشگاه شیراز شروع و تا میدان لاله امتداد دارد، این مسیر ۹ ایستگاه دارد (گزارش نتایج آزمایشات ژئوتکنیکی، پروژه مترو شیراز، ۱۳۸۴). مراکزیم فاصله تاج تونل تا سطح زمین در طول مسیر ۲۵ متر و مینیمم مقدار این فاصله بین ۶ تا ۴ متر متغیر است. شب تونل $\frac{3}{3}$ % و شعاع حفاری افقی آن ۳۰۰ و شعاع حفاری قائم آن ۲۰۰۰ متر می باشد. قطر حفاری توسط دستگاه TBM در حدود ۶/۸۸ متر میباشد که پس از سگمنت گذاری و پر کردن پشت آن قطر مفید تونل ۶ متر خواهد بود. [۷]

شرح روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی پیشنهاد گردیده است که کمک می کند تا بتوانیم برای موضوعات پیچیده با ساده نمودن و هدایت مراحل تصمیم گیری، تصمیمات مناسب اتخاذ کنیم. این روش توسط دانشمندی به نام توماس ال ساعتی در سال های دهه ۱۹۷۰ معرفی شد. فرآیند طوری طراحی شده است که با ذهن و طبیعت بشری مطابق و همراه می شود و با آن پیش می رود در واقع در AHP ذهن انسان، دانشی سازمان یافته را برای تصمیم گیری به کار می برد. این فرآیند مجموعه ای از قضاوت ها، تصمیم گیری ها و ارزشگذاری های شخصی به یک شیوه منطقی است. به طوری که می توان گفت تکنیک از یک طرف وابسته به تصورات شخصی و تجربه جهت شکل دادن و طرح ریزی مسئله بوده و از طرف دیگر به منطق، درک و تجربه جهت تصمیم گیری و قضاوت نهایی مربوط میشود.

۱- مراحل روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مراحل روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مطابق شکل ۹ بوده و کاربرد این روش بر سه اصل زیر استوار است.

- برپایی یک ساختار و قالب سلسله مراتبی برای مسئله
- برقراری ترجیحات از طریق مقایسهات زوجی
- برقراری سازگار منطقی از اندازه گیریها. [۷]

انتخاب مناسب ترین TBM برای حفاری تونل متروی شیراز

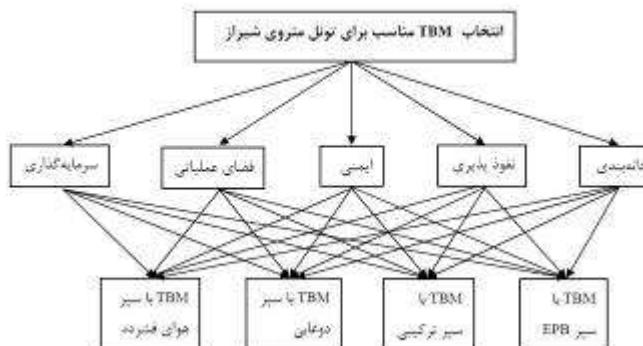
در ابتدا سلسله مراتب مسئله مطابق شکل ۱۰ تشکیل داده شد. همانطور که می بینیم ما در این مسئله ۵ معیار و ۴ گزینه داریم. هدف نیز بدست آوردن دستگاه TBM مناسب برای حفاری تونل متروی شیراز می باشد. گزینه های مورد نظر شامل انواع دستگاه TBM از جمله سپر EPB، سپر ترکیبی، سپر دوغابی و سپر هوای فشرده هستند که انتخاب گزینه ها براساس تجربیات حفریات قبلی، موقعیت منطقه و مسائل مختلف تونل زنی صورت گرفته است. معیارهای انتخاب شده شامل دانه بندی، نفوذ پذیری، ایمنی، فضای عملیاتی و سرمایه گذاری است.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۹- جریان فرآیند و جزئیات مراحل AHP

معیارهای دانه بندی و نفوذپذیری خود به چندین ماتریس تقسیم می شوند. معیار دانه بندی دارای ۳ ماتریس جداگانه برای دانه بندی ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۶ میلی متر، ۰/۰۶ تا ۰/۰۷ میلی متر و ۰/۰۷ تا ۰/۰۸ میلی متر می باشد. معیار نفوذ پذیری نیز دارای ۳ ماتریس جداگانه برای نفوذ پذیری ۱۰، ۱۰، ۱۰ متر بر ثانیه است. پس از مشخص کردن گزینه ها، معیارها و هدف مسئله، حال می توان ماتریس های مقایسه زوجی گزینه ها از لحاظ معیارهای مختلف و ماتریس مقایسه ای زوجی معیارها نسبت به هم را تشکیل داد. برای تشکیل این ماتریس ها از مقیاس ۹ نقطه ای مطابق با جدول ۳ استفاده شده است. برای آسان تر نشان دادن معیارها و گزینه ها هر کدام با شناسه ای مطابق جدول ۴ معرفی شدند. ماتریس های مقایسه ای زوجی را در جدول ۵ مشاهده می کنید. بعد از تشکیل ماتریس ها وزن های هر گزینه نسبت به معیارهای مختلف و وزن معیارها نسبت به را توسط نرم افزار Expert choice محاسبه شدند. وزن ها در مقابل هر گزینه درج شده است.



شکل ۱۰- سلسله مراتب مسئله

۹	۷	۵	۳	۱	شماره معیار
---	---	---	---	---	-------------

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اظهار نظر	غیر قابل ترجیح	تقریباً قابل ترجیح	قابل بل ترجیح	بسیار قابل ترجیح	بشدت قابل ترجیح
-----------	----------------	--------------------	---------------	------------------	-----------------

جدول ۳- مقیاس ۹ نقطه ای مربوط به هر معیار برای انتخاب مناسب دستگاه TBM متروی شیراز

که در حالت های بینابین حالت های مذکور عدد های ۲، ۴، ۶، ۸ به گزینه مورد نظر تعلق می گیرد.

گزینه ها	TB با سپر EPB	TBM سپر ترکیبی	TBM با سپر دوغابی	TBM با سپر هوای فشرده	A۴
شناسه گزینه	A۱	A۲	A۳	A۴	
معیارها	دانه بندی	نفوذ پذیری	ایمنی	ضایعاتی	رمایه گذاری
شناسه معیار	C۱	C۲	C۴	C	

جدول ۴- شناسه معیارها و گزینه های مختلف

جدول ۵- مجموعه جداول تعیین وزن گزینه ها و معیارها برای تونل متروی شیراز

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](http://www.wikipower.ir) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$(1 \cdot 10^{-6}) C_1$ تا ۰/۰۶ میلی متر	A_1	A_2	A_3	A_4	وزن(M)
A_1	۱	۵	۲	۱	۰/۳۵۱
A_2	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۷	۰/۰۶۱
A_3	۱/۲	۳	۱	۱/۳	۰/۱۶۵
A_4	۱	۷	۳	۱	۰/۴۲۲

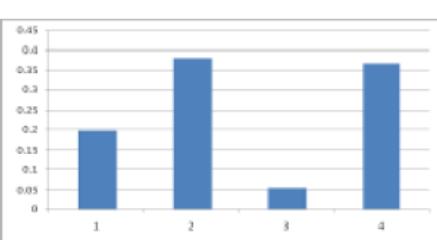
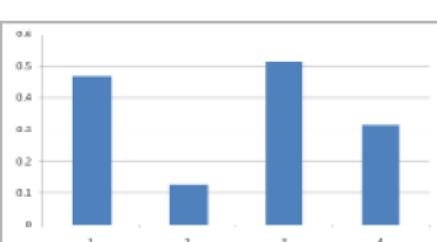
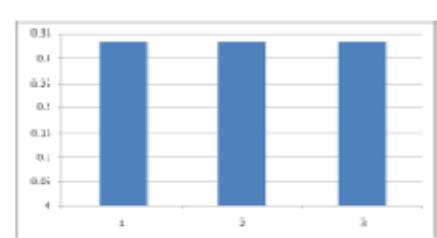
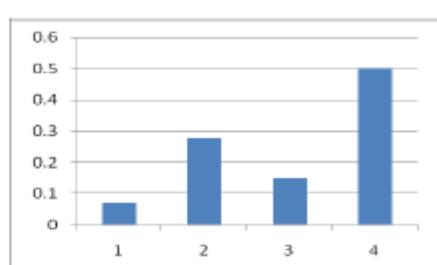
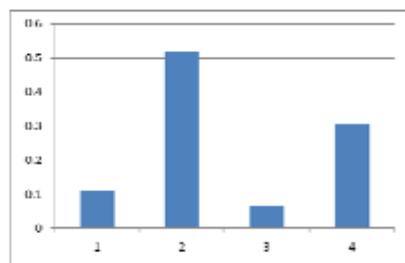
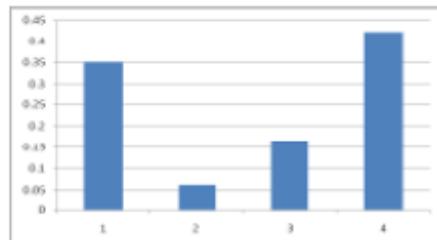
$(1 \cdot 10^{-6}) C_1$ تا ۰/۰۶ میلی متر	A_1	A_2	A_3	A_4	وزن(M)
A_1	۱	۱/۵	۲	۱/۳	۰/۱۱۲
A_2	۵	۱	۶	۲	۰/۵۱۷
A_3	۱/۲	۱/۶	۱	۱/۵	۰/۰۶۷
A_4	۳	۱/۲	۵	۱	۰/۳۰۵

$(1 \cdot 10^{-6}) C_1$ تا ۰/۰۶ میلی متر	A_1	A_2	A_3	A_4	وزن(M)
A_1	۱	۱/۴	۱/۲	۱/۷	۰/۰۷۲
A_2	۴	۱	۲	۱/۲	۰/۲۷۸
A_3	۲	۱/۲	۱	۱/۳	۰/۱۴۹
A_4	۷	۲	۳	۱	۰/۵۰۱

مقایسه دانه بندی های مختلف	تا ۰/۰۰۲	تا ۰/۰۶	تا ۰/۲	تا ۰/۶	وزن(M)
-	۰/۰۶	۲	۱	۱	۰/۳۳۳
۰/۰۰۲ تا ۰/۰۶	۱	۱	۱	۱	۰/۳۳۳
۰/۰۶ تا ۰/۰۲	۱	۱	۱	۱	۰/۳۳۳
۰/۰۲ تا	۱	۱	۱	۱	۰/۳۳۳

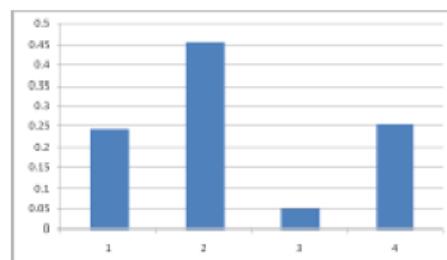
$(1 \cdot 10^{-5}) C_1$	A_1	A_2	A_3	A_4	وزن(M)
A_1	۱	۱/۳	۱/۹	۱/۷	۰/۴۷
A_2	۳	۱	۱/۴	۱/۳	۰/۱۲۴
A_3	۹	۴	۱	۲	۰/۵۱۳
A_4	۷	۳	۱/۲	۱	۰/۳۱۶

$(1 \cdot 10^{-4}) C_1$	A_1	A_2	A_3	A_4	وزن(M)
A_1	۱	۱/۲	۴	۱/۲	۰/۱۹۷
A_2	۲	۱	۷	۱	۰/۳۸۱
A_3	۱/۴	۱/۷	۱	۱/۶	۰/۰۵۵
A_4	۲	۱	۶	۱	۰/۳۶۷

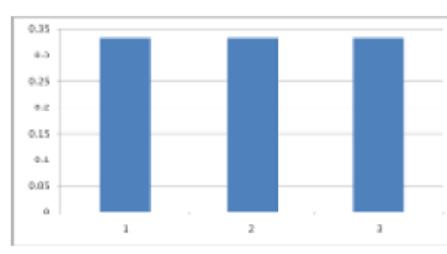


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

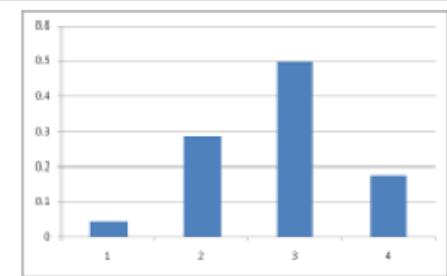
$(10^{-r}) C_r$	A_1	A_2	A_r	A_4	وزن(M)
A_1	۱	$1/2$	۵	۱	۰/۲۴۱
A_r	۲	۱	۸	۲	۰/۴۵۷
A_4	$1/5$	$1/8$	۱	$1/6$	۰/۰۴۹
	۱	$1/2$	۶	۱	۰/۲۵۳



مقایسه نفوذ پذیری‌های مختلف	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	وزن(M)
10^{-5}	۱	۱	۱	۰/۳۳۳
10^{-4}	۱	۱	۱	۰/۳۳۳
10^{-3}	۱	۱	۱	۰/۳۳۳



C_r	A_1	A_r	A_r	A_4	وزن(M)
A_1	۱	$1/6$	$1/9$	$1/5$	۰/۰۴۵
A_r	۶	۱	$1/2$	۲	۰/۲۸۵
A_r	۹	۲	۱	۳	۰/۴۹۴
A_4	۵	$1/2$	$1/3$	۱	۰/۱۷۵



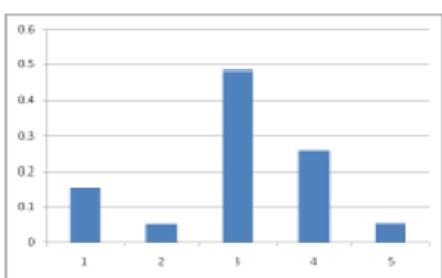
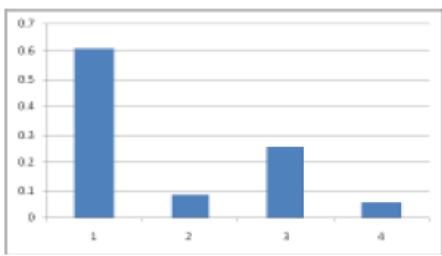
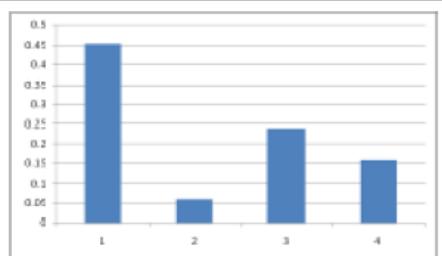
WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

C_1	A_1	A_2	A_3	A_4	(M) وزن
A_1	۱	۸	۳	۳	۰/۴۵۴
A_2	۱/۸	۱	۱/۴	۱/۳	۰/۰۵۹
A_3	۱/۳	۴	۱	۲	۰/۲۴۰
A_4	۱/۳	۳	۱/۲	۱	۰/۱۵۷

C_5	A_1	A_2	A_3	A_4	(M) وزن
A_1	۱	۷	۳	۹	۰/۶۰۷
A_2	۱/۷	۱	۱/۴	۲	۰/۰۸۶
A_3	۱/۳	۴	۱	۴	۰/۲۵۱
A_4	۱/۹	۱/۲	۱/۴	۱	۰/۰۵۶

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	(M) وزن
C_1	۱	۳	۱/۳	۱/۲	۳	۰/۱۵۳
C_2	۱/۳	۱	۱/۹	۱/۵	۱	۰/۰۵۳
C_3	۳	۹	۱	۲	۹	۰/۴۸۳
C_4	۲	۵	۱/۲	۱	۴	۰/۲۵۷
C_5	۱/۳	۱	۱/۹	۱/۴	۱	۰/۰۵۵



بعد از انجام محاسبات لازم توسط نرم افزار Expert choice وزن های بدست آمده برای هر گزینه به شرح جدول ۶

می باشد.

گزینه ها	TBM با سپر EPB	TBM با سپر ترکیبی	TBM با سپر دوغابی	TBM با سپر اسپر
ام تیاز	۰/۳۴۲	۰/۲۰۶	۰/۲۱۶	۰/۲۳۶

جدول ۶- امتیازات مربوط به هر گزینه

با توجه به جدول بالا گزینه های TBM با سپر EPB بالاترین وزن را دارند. لذا این گزینه به عنوان مناسب ترین گزینه میباشد. ترتیب ارجحیت گزینه های نشان داده شده در جدول ۶ حاکی از رقابت تنگاتنگ بین سه گزینه دوغابی، های فشرده و ترکیبی است و این بدان معناست که چنانچه تعداد پارامتر ها زیادتر از این تعداد بود یا اگر ارجحیت یکی از معیارهای مهم تغییر می کرد می توانست این روند را برهم زده و رتبه بندی جدیدی از گزینه ها را به وجود آورد.

برای این که از درستی محاسبات خود اطمینان داشته باشیم باید نرخ ناسازگاری را حساب شود، که این نرخ ها را نیز در

جدول ۷ مشاهده می کنید.

ماتریس مقایسه دانه بندی	C_1 ۶۰ تا ۲ میلی متر)	C_1 ۰/۰۶ تا ۰/۰۲ میلی متر)	هدف

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نرخ ناسازگاری(I.R)	۰۰۳ ۰/۲۱	۰۰۸ ۰/۸۲	۰/۰۱	۰۰۲ ۰/۹۳	.
	C₂ (10^{-5})	C₂ (10^{-4})	C₂ (10^{-3})	ماتریس سیس مقایسه نفوذ پذیری ها	C₂
ناسازگاری(I.R)	۰/۰۱	۰۰۲ ۰/۹۳	۰۰۵ ۰/۸۴	.	۰/۰۲
	C₄	C₅			
ناسازگاری(I.R)	۰/۰۲	۰/۰۲			

جدول ۷- محاسبه شاخص ناسازگاری

با توجه به جدول بالا چون شرط $I.R < 0/1$ برقرار است پس می توان نتیجه گرفت که محاسبات انجام شده درست بوده و معیارها کاملاً با هم سازگاری دارند. [۷]



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرمن سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ۲

تمام پژوهه به صورت Word و PDF و نقشه های الکتریکی قطار شهری مشهد، ایستگاه ۸ (شروعی) به صورت یک عدد سی دی به پیوست آمده است (این نقشه ها شامل علائم تابلو های برق، نمودار تک خطی الکتریکی و کنترل و اعلام حریق، پنل های توزیع و می باشد). همچنین اصول کار مونوریل و قطارهای مغناطیسی نیز در این سی دی شرح داده شده است.



منابع و مراجع

- [۱]- نصر، اصغر، اصول و مبانی دینامیک حرکت قطارها، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۸۹، ص ۴۹-۱۲۶.
- [۲]- نصر، اصغر و محمدی، سعید، اصول و مبانی سیستم های ترمز و سائط نقلیه، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۹.
- [۳]- مهرآذین، هاشم، روسازی و برقی کردن راه آهن، ۱۳۷۹.
- [۴]- نصر، اصغر و تلافی نوغانی، محمد و ابیی، وحید، جریان های سرگردان و خوردگی ناشی از آنها در سیستم حمل و نقل، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۸۷.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

[۵]- وطن پور، آرزو و ستوده، علیرضا و فرهیخته، عرفان، مقاله بررسی ریاضی رفتار متقابل خاک، هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، ۱۳۸۸.

[۶]- سلیمانی، محمد و باریکانی، لیلا، مقاله بررسی سیستم مونوریل برای حمل و نقل سریع و انبو.

[۷]- میخک بیرانوند، امین و قائد رحمتی، رضا و الماسی، سید نجم الدین، مقاله TBM مناسب برای حفاری تونل متروی شیراز با استفاده از روش AHP، ششمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ۱۳۸۸.

[۸]- فاطمه، قربانعلی بیک، قیمت ها و هزینه ها در صنعت ریلی، موسسه نشر پکر قزوین، ۱۳۸۸.

[۹]- bmetro.blogfa.com

[۱۰]- murcotech.blogfa.com

[۱۱]- barghmetro.blogfa.com

[۱۲]- www.eere.mihanblog.com

[۱۳]- www.reza-karaji.ir

[۱۴]- www.murco.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای خرید فایل word [اینجا کلیک](#) کنید.

(۱) = (۱)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶