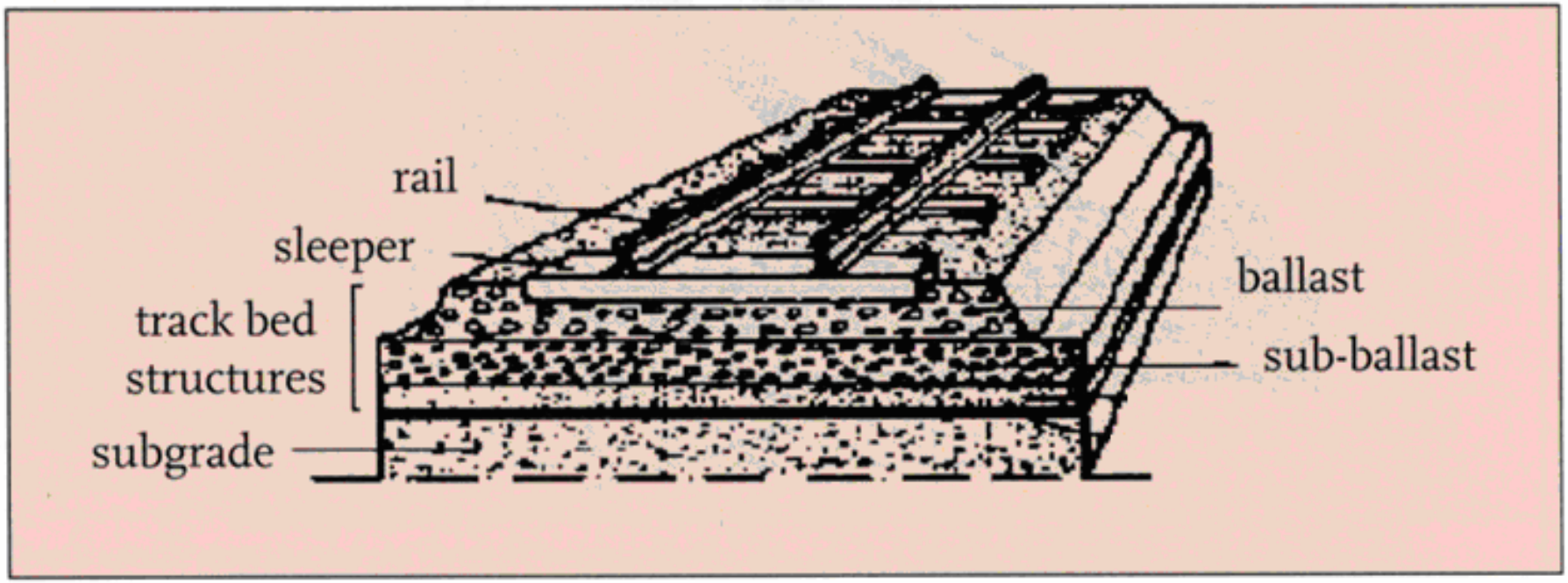
خطوط راه آهن

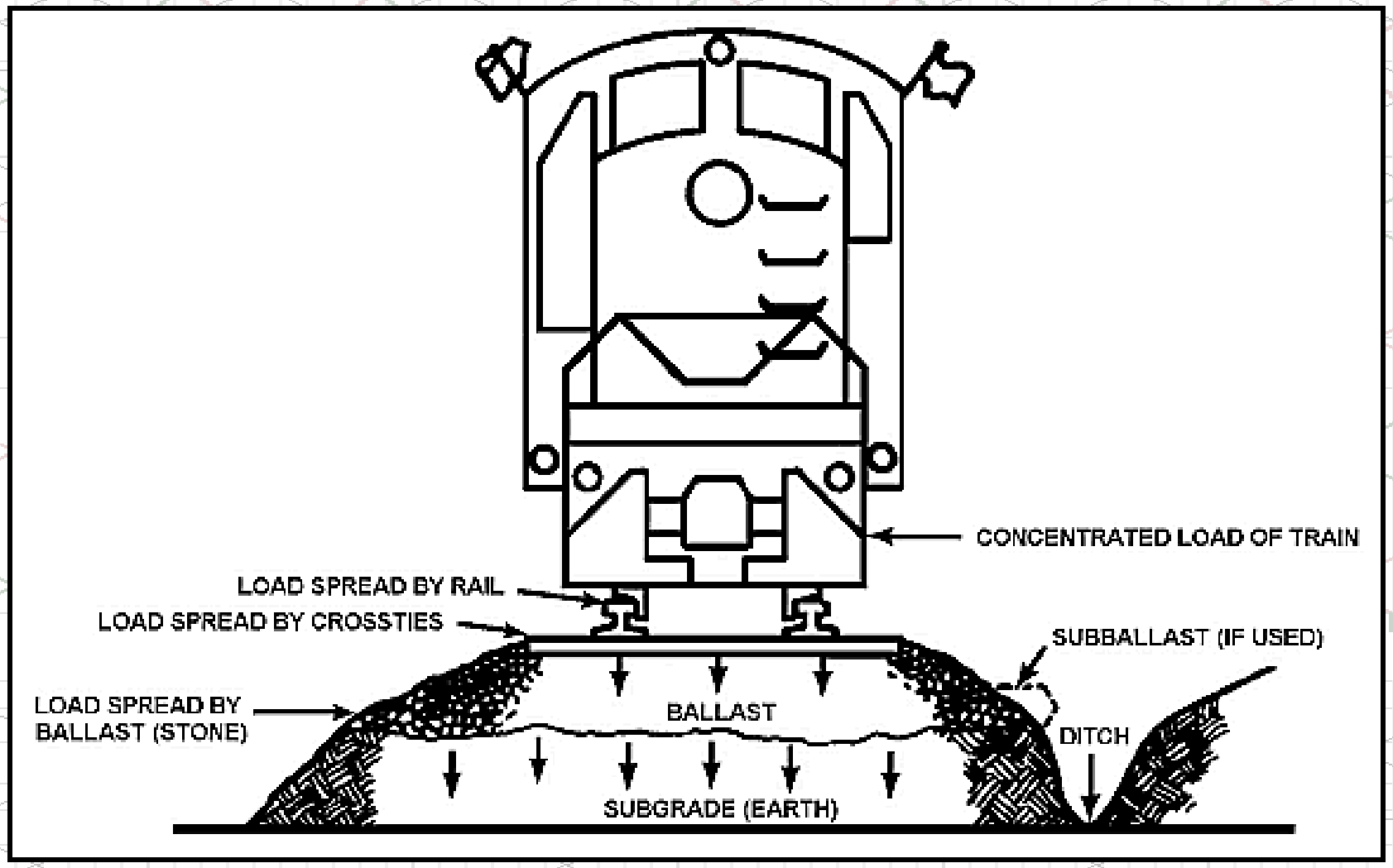
مدرس: دکتر مسعود یقینی

۱- تعاریف

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن



اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن



اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

- ریلها (Rails): چرخهای قطار را نگهداشته و آنها را در مسیر هدایت می کند.

- تراورسها با پابندهای آن (Sleepers & Fastening): وظیفه ثابت نگهداشتن فاصله ریلها از یکدیگر و توزیع بار وارده بر ریل را بر عهده دارد.

- بالاست (Ballast): معمولاً از سنگ شکسته تشکیل می شود که در مورد استثنائی شن نیز می تواند باشد. بالاست وظیفه مستهلک کردن ارتعاشات قطار، توزیع مناسب بارها، و زهکشی باران را بر عهده دارد.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

- زیر بالاست (Subballast): شامل شن و ماسه می باشد. زیر بالاست از نفوذ و فرو رفتن سنگهای بالاست در قسمت فوقانی بستر جلوگیری کرده و عین حال باعث توزیع بهتر بارها و تسریع عمل زهکشی آب باران می گردد.

- بستر (Subgrade): بستر یا زیر سازی شامل خاک همان محل احداث خط آهن بوده و یا در حالتیکه ریل بر روی خاکریز بنا شده باشد از خاکهای منتقل شده به محل تشکیل شده است.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

- تکیه گاه خط (Trackbed): لایه های بالاست و زیر بالاست تکیه گاه خط نامیده می شود که ریلها و تراوسها بر روی آن قرار می گیرد.

- روسازی: همچنین به مجموعه ریلها، تراورسها و لایه بالاست و زیر بالاست و ادوات اتصال روسازی گفته می شود که بر روی بستر (زیر سازی) قرار دارد. روسازی وظیفه تحمل، انتقال و توزیع بار وارده از چرخهای ناوگان به بستر (زیرسازی) را برعهده دارد.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

انواع خطوط

- **خطوط با بالاست**
  - این نوع خط شامل بالاست، تراورس، پابند و ریل است.
  - استفاده از این نوع خط بسیار متداول است.
  - هزینه احداث آن پائین و هزینه تعمیر و نگهداری این خط بالا است.

- **خطوط بدون بالاست**
  - در این نوع خط، بالاست حذف شده است.
  - هزینه احداث این نوع خطوط بالا و هزینه تعمیر و نگهداری آن پایین می باشد.
  - سروصدای آن در مقایسه با سیستم بالاستی بیشتر است.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

انواع خطوط

خط آهن با بالاست

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

انواع خطوط

خط آهن بدون بالاست

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

عرض خط

عرض خط (Track Gauge):

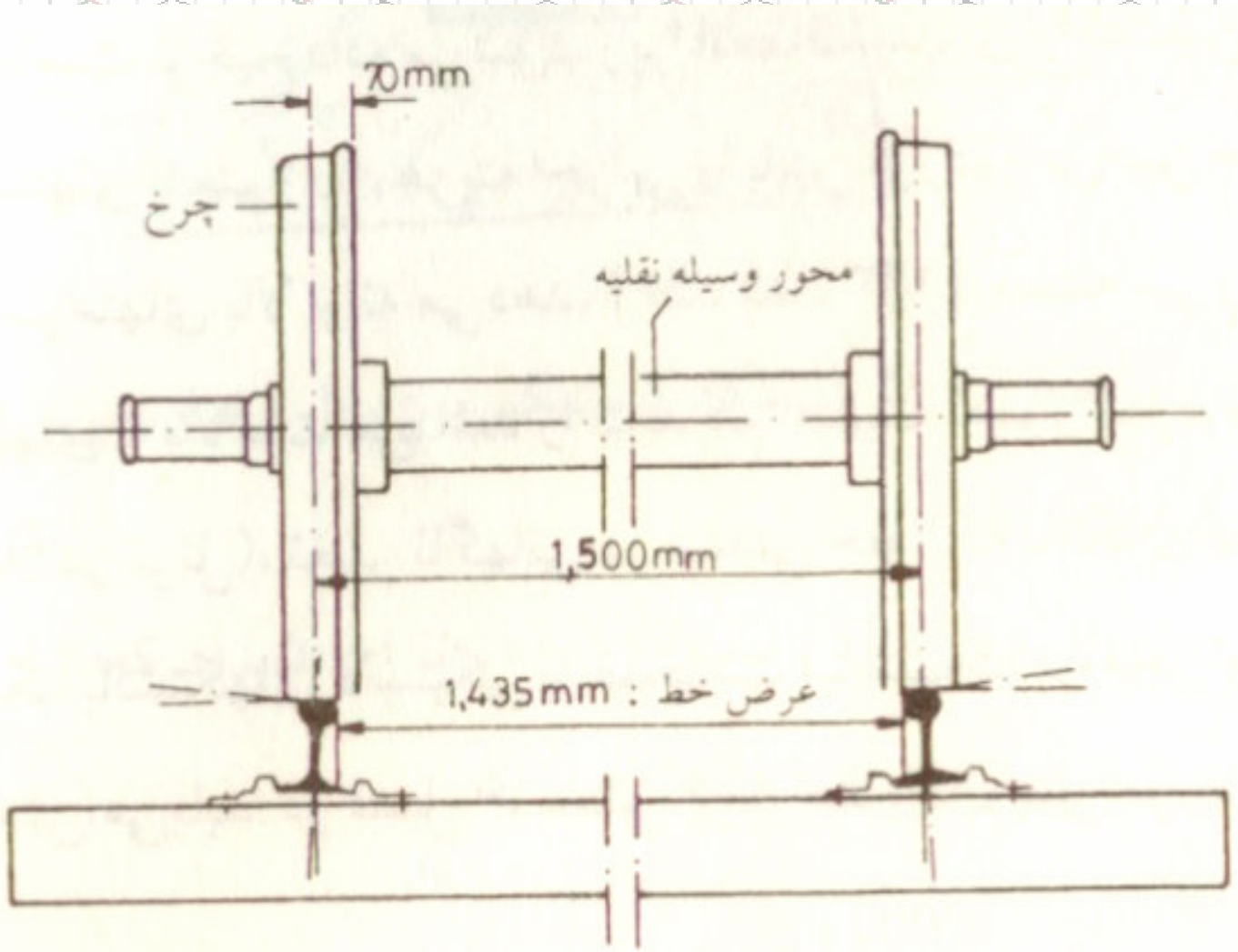
- کوچکترین فاصله عرضی بین لبه های داخلی دو ریل تا عمق ۱۴ میلی متری از سطح فوقانی ریل است.
- انواع رایج عرض خط عبارتند از:

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

- عرض خط در راه آهن جمهوری اسلامی ایران عرض استاندارد ۱۴۳۵ میلی متر است.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

عرض خط



اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

گاباری

- برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه ریلی با ابنیه هایی فنی نظیر پلها، ساختمان ها، تونل ها و ... بایستی تاسیسات زیر بنایی راه آهن فاصله های معین از محور خط و سطح ریل داشته باشند.

- این فاصله ها در حین توقف و حرکت قطارها بایستی رعایت شوند. ترکیب این فاصله ها گاباری راه آهن راتشکیل می دهند.

- گاباری عبارتست از حد مجاز ابعاد فضایی که وسائط نقلیه ریلی می توانند از آن عبور نمایند. (ماده ۹ مقررات عمومی حرکت راه آهن ج.ا.ا.)

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

گاباری

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

شعاع قوس

- وضعیت انحنا یا شعاع قوسها (Curve Radius) در خطوط آهن در کنار شیبهای طولی بیشترین تاثیر را بر حداکثر سرعت مجاز خط می گذارد.
- به همین دلیل در مسیر راه آهن به خطوط مستقیم با طول زیاد و قوسهایی با شعاع حتی المقدور بزرگ اولویت داده می شود.
- معمولاً در مناطق دشتی شعاع قوس حداقل ۱۰۰۰ متر، در مناطق تپه ماهوری ۵۰۰ متر و در مناطق کوهستانی ۳۰۰ متر در نظر گرفته می شود.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

تعاریف

بار محوری (axeload) :

- حد بالای برآیند بارهای قائم وارده از یک جفت چرخ هم محور هر وسیله نقلیه عبوری در وضعیت ایستا بدون در نظر گرفتن اثرات دینامیکی، بار محوری نام دارد

- از تقسیم بیشترین وزن ناخالص وسیله نقلیه ریلی بر تعداد محورهای مربوطه به دست می آید.

اجزاء تشکیل دهنده خطوط راه آهن

تعاریف

شیب طولی خطوط:

- تغییر تدریجی تراز خط است که از تقسیم اختلاف ارتفاع به طول آن بدست می آید و بر حسب در هزار بیان می شود.

بار ناخالص سالانه:

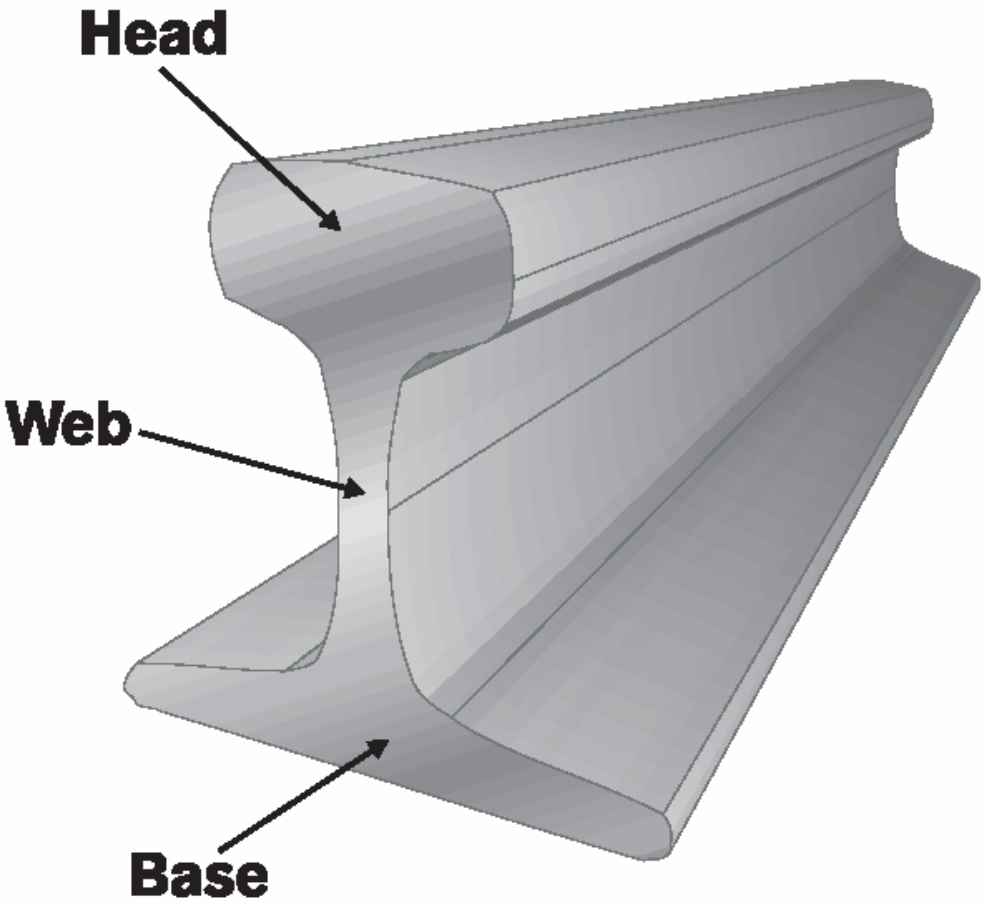
- وزن ناخالص ناوگان عبوری از یک محور در یک سال است که شامل وزن ناخالص رفت و برگشت ناوگان باری، مسافری و عملیاتی می باشد.

۲- ریل

ریل

- ریل عنصر اصلی روسازی است که حرکت چرخهای ناوگان ریلی بر روی آن صورت می گیرد.
- ریل، چرخهای وسیله نقلیه را تحمل و هدایت می کند.
- ریلهای رایج از نوع پایه تخت یا ریل ویگنول (Vignole) است که از قسمتهای کلاهک، جان و کف تشکیل شده است.
- طول ریلها معمولاً ۱۶، ۲۴، ۳۰ یا ۳۶ متر برای عرض خط استاندارد است.
- وزن: یکی از عوامل مهم طبقه بندی و شناسایی ریلها، وزن واحد طول آن است.

ریل



ریل

اجزاء ریل

- کف ریل (پایه یا پاشنه ریل): قسمتی از ریل است که بر روی تراورس یا صفحات لاستیکی قرار می گیرد و نیروهای عمودی و افقی (شامل طولی و عرضی) چرخ را به تکیه گاههای زیرین منتقل می کند.
- جان ریل (تیغه ریل): قسمتی از ریل است که حد واسط بین کف ریل و کلاهک آن است و عهده دار انتقال نیروهای وارده از کلاهک به کف ریل می باشد.
- کلاهک ریل (تاج ریل): سخت ترین قسمت ریل که در تماس مستقیم با چرخ ناوگان عبوری است.

ریل

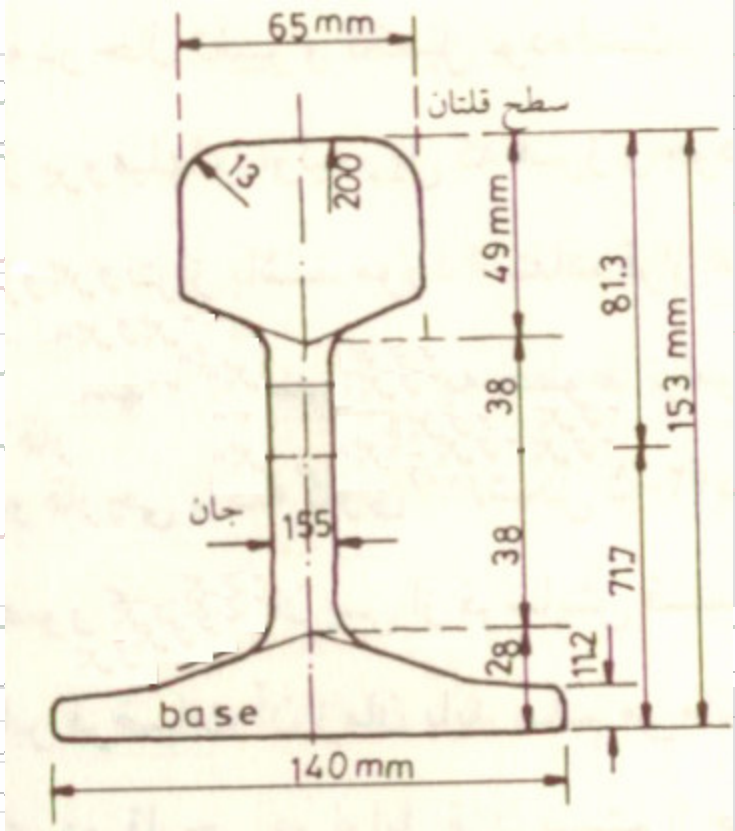
- سطح مقطع ریلهای مورد استفاده در عرض خط استاندارد، توسط UIC استاندارد شده است که انواع اصلی آن عبارتند از:

- UIC 50 (50.18 Kg/m)
- UIC 54 (54.43 Kg/m)
- UIC 60 (60.34 Kg/m)
- UIC 71 (71.19 Kg/m)

- انتخاب مقطع ریل اساساً به بار ترافیکی بستگی دارد. برای عرض خط استاندارد، استفاده از ریل UIC 50 در بار ترافیکی کم، و UIC 60 در بار ترافیکی متوسط و سنگین مرسوم است.

ریل

مقطع U36


65 mm
سطح قلتان
13
200
49 mm
81.3
153 mm
38
جان
155
38
71.7
28
11.2
base
140 mm

ریل

عمر مفید ریل

- مدت زمان کارکرد ریل بدون وقوع شکست، سائیدگی و خرابی های غیر مجاز عمر مفید ریل نام دارد.

- عمر مفید ریل به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها میزان بار ناخالص عبوری سالیانه، بار محوری عبوری، نحوه نگهداری، حداکثر سرعت عبوری، هندسه خط (شعاع قوسها) و مقاومت خستگی ریل می باشد.

- کاهش تدریجی مقاومت ریل ناشی از بارگذاری تناوبی خستگی نام دارد.

ریل

عمر مفید ریل

- تعیین عمر بهینه ریل مساله صرفاً فنی نیست بلکه مساله ای فنی – اقتصادی محسوب می گردد. پس از یک دوره استفاده از ریل، هزینه های از ریل خارج شدن وسایل نقلیه و هزینه های تعمیرات و نگهداری افزایش می یابد.

- ریلی که از یک خط اصلی برداشته می شود را می توان برای مدتی در خطوط فرعی مورد استفاده قرار داد.

- برای خطوط اصلی راه آهن آلمان عمر مفید را حدود ۴۰ سال، راه آهن فرانسه عمر خدمت متوسط ریل را حدود ۵۵ تا ۶۰ سال و راه آهن انگلیس حدود ۴۵ سال منظور می کنند.

ریل

وصله ریل

- در گذشته خطوط راه آهن تمامی شبکه ها و امروزه نیز در برخی از شبکه ها با گذاشتن فاصله ای بین ریلهای متوالی (درز ریل) و سپس اتصال آنها به یکدیگر با استفاده از وصله های (Fishplate) متوالی اجرا می گردید.

- وصله ریل جهت نگهداری انتهای دو ریل متوالی در محل مناسب در تراز قائم و افقی مورد نیاز می باشد.

- منظور اصلی از گذاشتن این فاصله ها جذب تغییرات طول در اثر تغییرات درجه حرارت بود.

ریل

وصله ریل

ریل

وصله ریل

در یک درز ریل موارد زیر را باید رعایت کرد:

- دو انتهای ریل با عبور قطار باید در جهت افقی و قائم بدون اعوجاج و تغییر مکان بیش از حد باقی بماند.
- درز ریل باید دارای سختی و مقاومتی مشابه با خود ریل باشد و در جهت قائم و افقی از الاستیته لازم برخوردار باشد.
- درز ریلها باید فضای کافی برای انبساط و انقباض ریل را جهت تاثیرات درجه حرارت فراهم آورند.
- یک درز ریل باید به آسانی قابلیت جداشدن ریل از خط را بدون اختلال در کل سازه خط داشته باشد و نباید اجازه لهیده شدن سر ریل را بدهد.
- درز ریل باید موارد بالا را با کمترین هزینه اولیه و نگهداری برآورده سازد.

ریل

وصله ریل

معایب استفاده از وصله ریل:

- کاهش سختی ریل،
- خرابی سطح و انتهای اتصالات،
- ایجاد سطح ناهموار حرکت،
- ایجاد لرزشهای نامطلوب،
- افزایش تنشهای اعمال شده بر بالاست و بستر،
- افزایش نشست دائمی خط و افزایش سرعت زوال خط می شود.

توصیه می شود تا حد امکان از بکارگیری وصله ها در ریل اجتناب شود.

ریل

ریل جوشکاری پیوسته (Continuous Welded Rail):

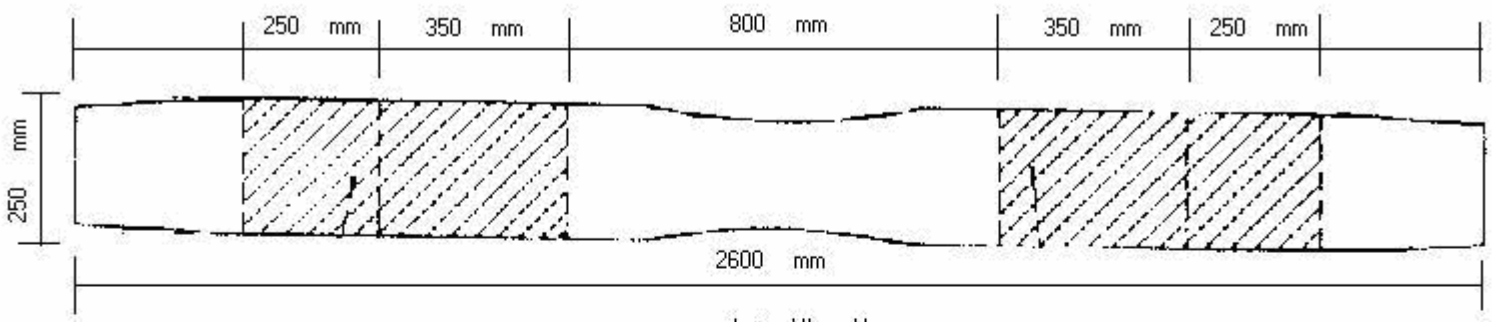
- ریل جوشکاری پیوسته یا جوش درز ریل حاصل جوشکاری قطعات مجزای ریل با طولهای مختلف می باشد.

۳- تراورس و پابند

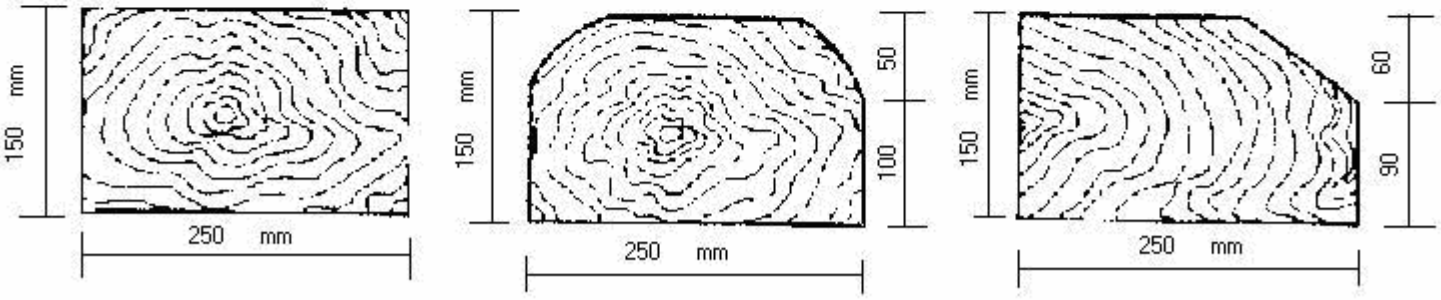
تراورس و پابند

- تراورس تیرهای عرضی در خط آهن است که از جنس چوب، فولاد، بتن، پلاستیکهای فشرده، سرامیک یا ترکیب آنها ساخته شده و ریل بر روی آن تثبیت می شود.
- تراورسها جزء ادوات روسازی خط آهن است که بین ریل و بالاست قرار می گیرند
- نیرو را از ریل به بالاست منتقل می کنند
- ثابت ماندن عرض خط را تامین می کنند.

تراورس و پابند



پلان بالای تراورس



شکل های مقطع تراورس

تراورس و پابند

خصوصیات تراورس

- باید سطح تماس تراورس با بالاست به اندازه کافی وسیع باشد تا فشار وارد بر بالاست از حد مجاز آن تجاوز نکند.
- مقاومت و انعطاف پذیری کافی داشته باشد.
- شکل هندسی آن طوری باشد که مانع از تغییر مکان طولی و عرضی خط گردد.
- در برابر عوامل جوی پایدار باشد.

تراورس و پابند

انواع تراورسها در خطوط راه آهن ج.ا.ایران

- تراورس چوبی
- تراورس فلزی
- تراورس بتنی
- تراورس ترکیبی (تراورسی که ترکیبی از فلز، بتن یا ترکیبی از چوب و فلز باشد تراورس ترکیبی می گویند.)

- بیش از ۵۰٪ تراورس های ایران چوبی و فلزی می باشد.

تراورس و پابند

تراورسهای چوبی

- استفاده از تراورس چوبی بر روی پلها و در محلهایی که بستر ضعیف داریم توصیه می شود.
- از مزایای استفاده از تراورسهای چوبی، انعطاف پذیر بودن، کاهش سر و صدای قطار، امکان تعمیر ادوات آن در خط، و عایق بودن است.
- از معایب تراورس چوبی عمر نسبتاً کوتاه، هزینه ساخت بالا و مقاومت جانبی کم است.
- استفاده از تراورسهای چوبی در مناطق گرم و مرطوب توصیه نمی شود.

تراورس و پابند

تراورسهای فلزی

- در این نوع تراورس، ریل را به تراورس جوش می دهند.
- این نوع تراورس سر و صدا زیاد است اما حسن تراورس فلزی در این است که در مقابل حرکت های جانبی مقاومت بیشتری دارد.
- از این نوع تراورس در قوس ها و بنادر استفاده می شود.
- طول هر تراورس فلزی باید بین ۲/۵ تا ۲/۶ متر، وزن آن بین ۷۵ تا ۹۰ کیلوگرم و ضخامت آن بین ۱۰ تا ۱۶ میلی متر باشد.

تراورس و پابند

تراورسهای فلزی

مواردی که استفاده از تراورسهای فولادی توصیه نمی شود عبارتند از:

- تونلهای مرطوب
- زمینهای باتلاقی،
- پلهای فاقد بالاست
- خطوط مجاور کارخانه های شیمیایی
- در خطوطی که عایق بودن تراورس در آنها لازم است.

تراورس و پابند

تراورسهای بتنی

مزایای تراورس بتنی:

- پایداری بیشتری در برابر نیروهای وارد بر خط به علت وزن زیاد
- غیر قابل احتراق بودن

معایب تراورس بتنی:

- تمایل شدید آن به خرد شدن در زیر بارهای ضربه ای اشاره کرد
- کم بودن مقاومت خستگی آن در برابر نیروهای متناوب
- وزن بالای تراورس

تراورس و پابند

تراورسهای بتنی

- کاربرد تراورسهای بتنی در تمامی خطوط راه آهن و شرایط محیطی به جز گذرگاههای همسطح و پلهای بدون بالاست مجاز است.

- رعایت ضوابط مربوط به آئین نامه بتن ایران (آبا نشریه شماره ۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه) در طراحی و ساخت تراورسهای بتنی با بتن معمولی الزامی است.

تراورس و پابند

تراورسهای ترکیبی

این نوع تراورس باید دارای شرایط زیر باشد:

- به آسانی قابل حمل و جابجایی باشد.
- در شرایط مختلف کاربری مانند عبور بارهای نفتی و شیمیایی پایدار و مقاوم باشد.
- در برابر شرایط مختلف آب و هوایی با دوام بوده و آسیب پذیر نباشد.
- دارای عمر مفید بیش از ۵۰ سال بوده و دوام نقاط اتصال آن (با پیچ) در حد تراورسهای چوبی یا بتنی باشد .
- قابلیت لازم برای توزیع و انتقال فشار وارده از ریلها بر لایه بالاست را داشته باشد.

تراورس و پابند

نحوه انتخاب نوع تراورس

انتخاب نوع تراورس باید با توجه به عوامل زیر انجام شود:

- شرایط محیطی
- نحوه بهره برداری و نگهداری
- مشخصات هندسی مسیر
- منابع موجود و ملاحضات اقتصادی

تراورس و پابند

پابند

- پابند وسیله ای برای اتصال ریل به تراورس است که وظیفه آن تثبیت ریل بر روی تراورس و جلوگیری از حرکت طولی، عرضی و دوران آن می باشد.

- مهمترین مشخصه یک پابند، نیروی فشاری وارد از طرف آن به ریل است که به عنوان نیروی شاخک خوانده می شود.

تراورس و پابند

پابند

تراورس و پابند

پابند

نیروی شاخک وارد از طرف پابند باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند:

- عرض خط را در تمامی قسمتهای راه آهن حفظ کند.
- از لغزش عرضی ریل نسبت به تراورس به ویژه در قوسها جلوگیری کند.
- از لغزش طول غیر مجاز ریل نسبت به تراورس به ویژه در اثر تغییرات دما جلوگیری کند.
- از چرخش عرض ریل نسبت به کف آن (کله کردن ریل) در اثر نیروهای عرضی جلوگیری کند.

تراورس و پابند

پابند

حداکثر نیروی شاخک لازم بایستی بر حسب موارد زیر تعیین می شود:

- حداکثر بار محوری
- سرعت ناوگان عبوری
- حداقل شعاع قوسها
- حداکثر شیب و فراز مسیر

- پابند مورد استفاده باید توانایی اعمال حداقل نیروی شاخک لازم را با ضریب ایمنی داشته باشد.

۴- بالاست و زیر بالاست

بالاست و زیر بالاست

- بالاست لایه ای از مصالح سنگی شکسته با قطر متوسط ۲۰ تا ۶۰ میلی متر است که مجموعه تراورس ها و ریل بر روی آن قرار می گیرد.

- زیر بالاست لایه میانی بین بستر و لایه بالاست است که از شن، ماسه و خاک ریزدانه تشکیل شده است.

بالاست و زیر بالاست

وظایف بالاست

- تحمل نیروهای وارده بر تراورسها به منظور نگهداشتن خط در موقعیت معین خود
- پخش و انتقال بارها به لایه های تحتانی
- زهکشی آبهای سطحی
- تنظیم و تراز نمودن سطح ریل حین ریل گذاری و تعمیرات
- میرایی و استهلاک ضربات، ارتعاشات و صداهای حاصل از حرکت وسایل نقلیه ریلی
- جلوگیری از رشد گیاهان درخط

بالاست و زیر بالاست

وظایف زیر بالاست

- کاهش تنش های وارد بر لایه های زیر سازی
- نگهداری سطح بالایی بستر در مقابل نفوذ سنگ های بالاست
- محافظت از سطح زیرسازی در برابر یخبندان
- جلوگیری از نفوذ ذرات ریز بستر روسازی به بالاست
- تسهیل بیشتر زهکشی

- ضخامت متداول زیر بالاست شنی ۱۵ سانتیمتر است.

بالاست و زیر بالاست

ضخامت بالاست

- ضخامت لایه بالاست در زیر تراورس باید به اندازه ای انتخاب شود که بتواند تنش موجود در زیر تراورس را به میزانی که قابل تحمل توسط بستر روسازی باشد کاهش دهد.
- ضخامت بالاست تابعی است از بار ترافیکی خط، سرعت وسایل نقلیه، جنس و طول تراورس، حجم عملیات نگهداری و بار محوری
- معمولاً ضخامت بالاست در خطوط اصلی نباید کمتر از ۳۰ سانتی متر، و در خطوط فرعی، نباید کمتر از ۲۵ سانتی متر باشد.
- در صورت استفاده از تراورس بتنی، برای بالا بردن خاصیت ارتجاعی خط، حداقل ضخامت بالاست در زیر تراورس باید ۳۵ سانتی متر باشد.
- برای تامین پایداری خط، نباید ضخامت بالاست در زیر تراورس از ۵۰ سانتی متر تجاوز کند.

بالاست و زیر بالاست

خصوصیات مصالح بالاست

- مقاومت: بالاست باید در مقابل خردشدگی و شکستن در برابر بارهای اعمالی مقاومت کنند.
- دوام: دوام شامل مقاومت در برابر سایش و هوازدگی می باشد.
- پایداری: بالاست باید پایداری خود راحفظ کند.
- قابلیت زهکشی: بالاست خوب باید اجازه نفوذ سریع آبهای سطحی را فراهم آورد.
- قابلیت تمیز کردن: یک بالاست خوب باید قابلیت تمیز شدن را داشته باشد.
- در دسترس بودن: مصالح باید تا حد امکان در نزدیکی خط و سایت وجود داشته باشد تا هزینه های حمل و نقل و تجهیزات افزایش نیابد.

بالاست و زیر بالاست

خصوصیات مصالح بالاست

- سنگ آهک، سنگ های رسی بعنوان مصالح بالاست مناسب نمی باشد.

بالاست و زیر بالاست

خصوصیات مصالح زیر بالاست

- نفوذ پذیری کافی برای زهکشی آب
- دوام قابل قبول مصالح
- عدم حساسیت نسبت به تغییر رطوبت

- برای رعایت این ویژگی ها، مصالح مصرفی در زیر بالاست ترکیبی از سنگریزه، شن و ماسه طبیعی، ماسه شکسته شده، سنگ شکسته شده و مواد ریز دانه باید باشد.

۵- سوزنها و تقاطع ها

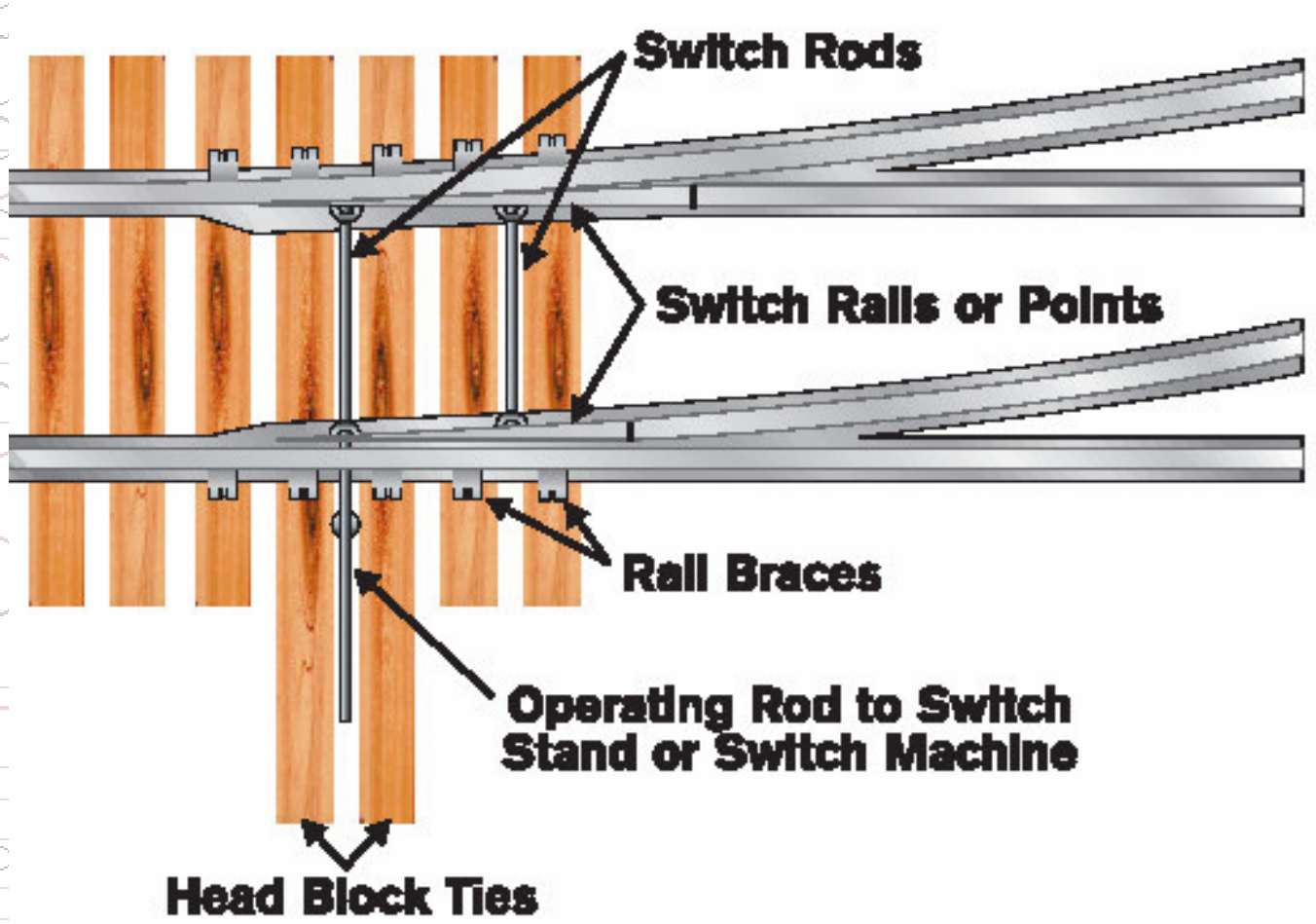
سوزنها و تقاطع ها

وظیفه سوزنها و تقاطع ها

- در راه آهن تغییر جهت وسایل نقلیه ریلی با سوزنها (Switch) انجام می شود.
- دو راهی یا سوزن دستگاهی است که برای تغییر مسیر وسائط نقلیه راه آهن به خطوط دیگر بکار برده می شود. (ماده ۸ مقررات عمومی)
- تقاطع (Crossing): دو ریل هم سطح یکدیگر را قطع می کنند.

سوزنها و تقاطع ها

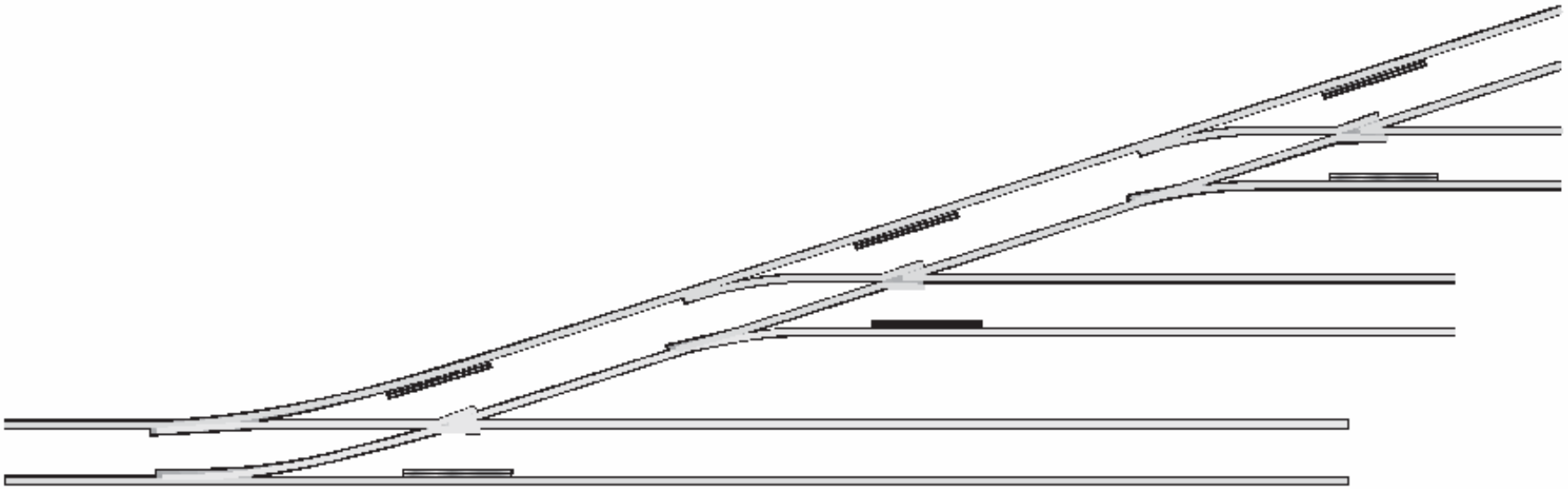
وظیفه سوزنها و تقاطع ها



سوزنها و تقاطع ها

وظیفه سوزنها و تقاطع ها

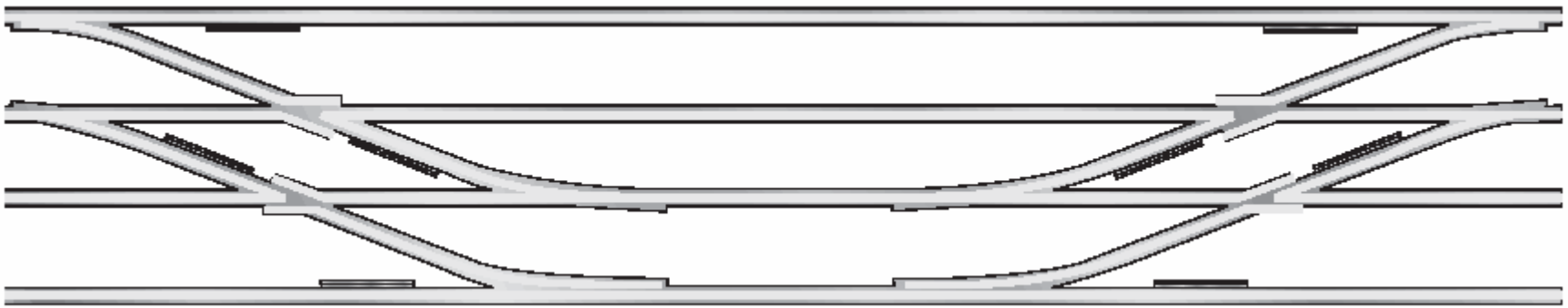
استفاده از یکسری سوزن برای ورود وسایل نقلیه
به خطوط موازی ایستگاه



سوزنها و تقاطع ها

وظیفه سوزنها و تقاطع ها

استفاده از یک زوج انشعاب برای
اتصال دو خط موازی



سوزنها و تقاطع ها

ویژگیهای سوزنها و تقاطع ها

- میزان محدودیتهای سرعتی که بوجود می آورند حداقل باشد.
- فقط در محلهایی قرار گیرند که ضرورتاً نیازهای بهره برداری حکم می کند.
- حداکثر انعطاف پذیری را در بهره برداری تامین کنند.
- بار محوری لازم را تحمل کنند.
- تولید آنها ارزان باشد، نصب و بهره برداری آنها ساده باشد، بادوام بوده و تعویض آنها به سادگی انجام شود.
- در مقابل سایش، خوردگی و فرسودگی مقاوم بوده و حداقل نگهداری را لازم داشته باشند.

سوزنها و تقاطع ها

اجزاء یک سوزن

- خط اصلی و خط انشعاب که وسیله نقلیه می تواند وارد آن شود.
- نقطه تقاطع یا نقطه ریاضی (Mathematical point) O که نقطه ای است که محورهای دو خط در آنجا تلاقی می کنند.
- زاویه تقاطع (Frog angle) که با امتداد محور دو خط تعریف می شود.
- ریلهای اصلی (Stock rail)، ریلهایی که بدون حرکت باقی می مانند.
- ریلهای سوزن یا زبانه که قسمتهای متحرک ریل بوده و مسیر حرکت را تغییر می دهند.
- ریل هادی (Check rail) ریلی است (بطول ۳ تا ۱۰ متر) که درست در دماغه قرار می گیرد. این ریل برای جلوگیری از حرکتهای کنترل نشده و نامنظم چرخها نصب می شود.

سوزنها و تقاطع ها

نحوه عمل کردن سوزن

- سوزن به این صورت عمل می کند که یکی از دو ریل زبانه به حالت مماس با ریل مجاور خود باقی می ماند در حالیکه ریل زبانه دیگر با فاصله ای کافی برای عبور لبه چرخ نسبت به ریل اصلی قرار می گیرد.
- زمانی که سوزن بکار می افتد حالت فوق تغییر کرده و ریل سوزن، که در حالت مماس قرار داشت باز می شود، در حالیکه در ریل دیگر سوزن، فاصله بسته می شود.

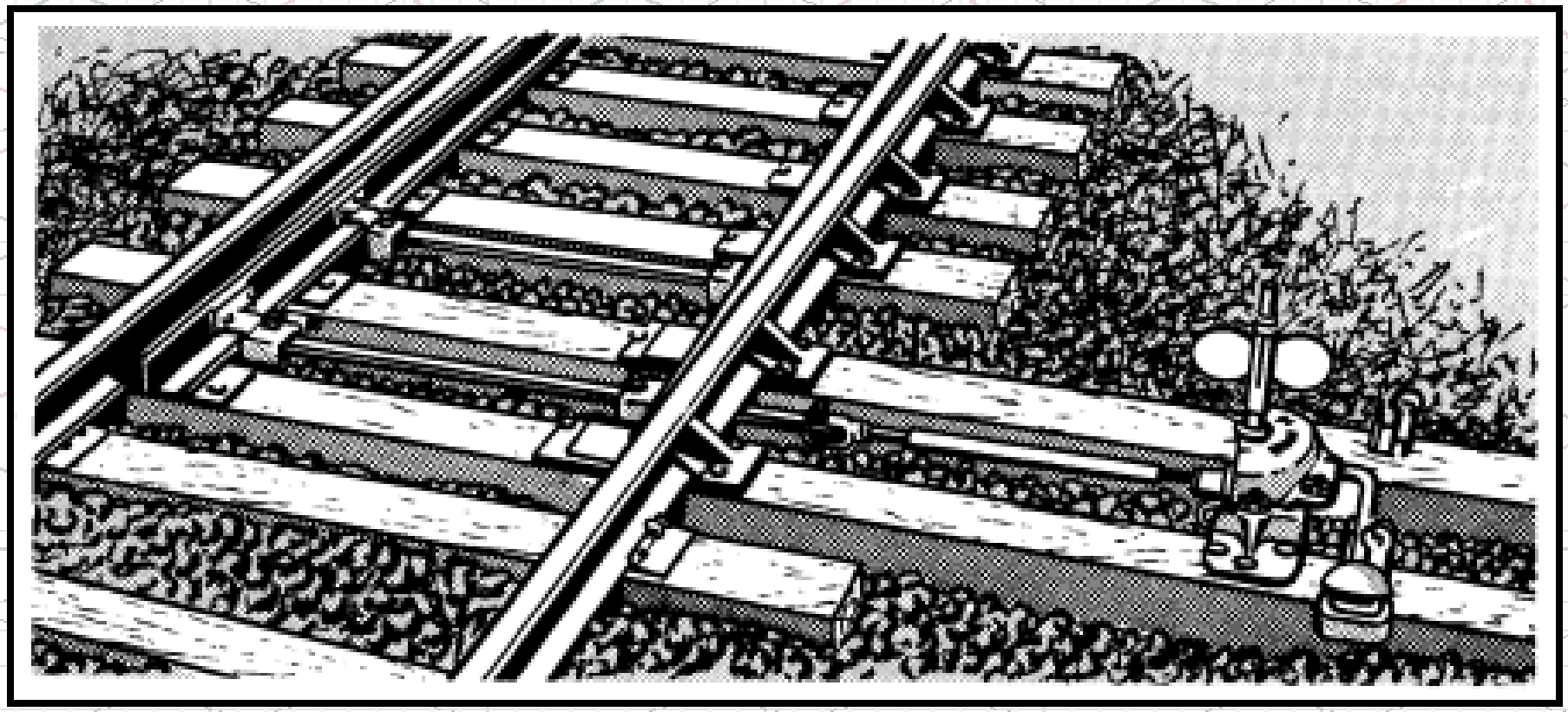
سوزنها و تقاطع ها

انواع سوزن

- سوزن دستی
- سوزن اتوماتیک: با فعال کننده های الکتریکی و با فرمهایی که از صفحه کنترل التریکی توسط افراد مستقر در ایستگاه و مسئول ترافیک خط ارسال می گردد، انجام می شود.

سوزنها و تقاطع ها

سوزن دستی



خطوط راه آهن