

**ISIRI**  
**11924**  
1st. edition



۱۱۹۲۴  
چاپ اول

## راه آهن - طراحی تراورس های بتنی منو بلوك

**Railway -Design of mono block concrete  
sleepers**

ICS:45.080

## بهنام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه<sup>\*</sup> صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف-کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهییه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup> کمیسیون بین المللی الکترونیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازنی پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاهما، کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization Internationale de Métrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

**کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
راه آهن- طراحی تراورس‌های بتنی منو بلوك**

<u>سمت</u>	<u>رئیس</u>
مرکز تحقیقات راه آهن	سیاحی سحر خیز، سیروس (لیسانس مهندسی شیمی)
سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	<u>دبیران</u> امینی، فاطمه (لیسانس مهندسی مکانیک)
شرکت بهبود کیفیت کاوه	امینی، مصطفی (لیسانس مهندسی مکانیک)
شرکت قطارهای مسافری رجا	<u>اعضاء</u> (اسامي به ترتیب حروف الفباء) آشفته، رویا السادات (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)
شرکت خط و ابنيه راه آهن جمهوری اسلامی ایران	پناهی، علی (لیسانس زبان انگلیسی)
شرکت خط و ابنيه راه آهن جمهوری اسلامی ایران	ترابزاده، علیرضا (لیسانس مهندسی مکانیک)
عضو هیئت علمی دانشگاه تهران	حسینی، سید پرویز (فوق لیسانس متالوژی)
شرکت واگن پارس	عابدی، مهرنوش (لیسانس مهندسی راه آهن)
شرکت بهبود کیفیت کاوه	کاشی زاده، مليحه (لیسانس مهندسی بهداشت محیط)
شرکت قطارهای مسافری رجا	نوروزی، محمود (دکترای مهندسی مکانیک)

## فهرست مطالب

صفحة	
۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	مراجع الزامی
۱	کلیات
۱	حوزه های کاربرد
۲	تعریف
۲	معیار های طراحی
۲	دسته بندی بهره برداری برای طراحی تراورس
۳	عمر طراحی و ضمانت
۳	بار گذاری طراحی
۴	بار قائم ،استاتیکی
۴	افزایش دینامیکی بهره برداری عادی
۵	بالشتک ارتعاعی ریل
۵	ضرایب بار دینامیکی بهره برداری استثنائی
۶	توزیع بار بین تراورس ها
۶	ضرایب جزئی دیگر
۶	بار جانبی
۷	بار طولی
۷	بار طراحی نشیمنگاه ریل
۷	ممان خمشی طراحی
۱۰	بارهای اضافی
۱۱	حداقل استحکام کششی بتن
۱۱	ابعاد و جرم
۱۱	رواداری ها
۱۱	جرم و مقاومت جانبی
۱۱	پرداخت
۱۲	شرایط لازم مواد اولیه تراورس ها
۱۲	استحکام بتن
۱۲	واکنش مصالح دانه ای قلیایی و آرایش ettringite تأخیری
۱۲	دوام مصالح دانه ای
۱۲	میله های کششی پیش تنشی
۱۲	پابند ریل
۱۲	عایق کاری الکتریکی
۱۳	دیگر شرایط لازم طراحی
۱۳	شرایط محیطی
۱۳	بازیافت
۱۳	انبار داری

۱۳	۴-۸-۴	کنترل کیفی
۱۳	۵	شرح سیستم های تولید
۱۴	۱-۵	سیستم های خطی بلند
۱۵	۱-۱-۵	سیستم های پیش تنش - پس از باز شدن قالب ها
۱۶	۲-۱-۵	سیستم های پیش تنش - پیش از باز شدن قالب ها
۱۶	۲-۵	سیستم های خطی کوتاه
۱۶	۱-۲-۵	سیستم آزاد کردن در قالب ها
۱۶	۲-۲-۵	سیستم سریع قالب گشایی خطی کوتاه
۱۷	۳-۵	سیستم های قالب گیری تکی
۱۷	۱-۳-۵	سفت شدن تراورس های منفرد در قالب ها
۱۸	۲-۳-۵	تراورس های منفرد با قالب گشایی سریع
۱۹	۴-۵	تراورس های پس تنیده با قالب گشایی سریع
۲۰		پیوست الف- (اطلاعاتی)- نمونه ای از محاسبات ممان خمشی طراحی (اطلاعاتی)

## پیش گفتار

استاندارد " راه آهن - طراحی تراورس های بتنی منو بلوك " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط (شرکت بهبود کیفیت کاوه) تهیه و تدوین شده و در سیصد و هشتاد و هشتادین اجلاس کمیته ملی استاندارد خودرو و نیرومحرکه مورخ ۸۸/۵/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

UIC 713 R : 2004 , design of mono block concerete sleepers

# "راه آهن- طراحی تراورس‌های بتنی منو بلوك"

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین تجهیزات لازم برای طراحی تراورس‌های بتنی منو بلوك می‌باشد. این استاندارد در مورد تراورس‌های بتنی منو بلوك مورد استفاده در راهآهن کاربرد دارد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهداً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و / یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.  
استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN 13230 , concrete sleeper and bearers

2-2 EN 10138 , prestressing steels

2-3 EN 13146 , Fastening Systems

## ۳ کلیات

### ۱-۳ حوزه‌های کاربرد

این استاندارد راهنمایی جهت طراحی‌های خاص در حوزه‌های زیر می‌باشد:

- دسته بندی بهره برداری برای طراحی تراورس،
- استخراج بارهای طراحی شامل عوامل اثرات دینامیکی،
- محاسبه ممان خمشی طراحی،
- انتخاب ابعاد،
- اطلاعات پیشنهادی بر اساس روش‌های جاری ساخت و تولید.

این راهنمای طراحی برای کاربرد هایی با شرایط زیر مناسب می‌باشد:

- با پابندهای ارجاعی،
- بر روی خاک زیرین خوب،
- با حداقل عمق بالا است  $250$  میلیمتر،
- جایی که بالاست و خاک زیرین زهکشی مناسبی داشته باشد،

- جایی که هیچ گونه درز ریل مکانیکی وجود نداشته باشد به استثنای درز ریل‌های با چسب عایق کاری شده (ریل جوش پیوسته)،
  - جایی که تعمیر و نگهداری مکانیزه به کار می‌رود.
- در صورتی که شرایط محیطی فوق مهیا نباشد، باید انتظار عمر کوتاه‌تر از تراورس و یا تعمیر و نگهداری بیشتری را داشت، یا اینکه طراحی ارتقاء یابد.

## ۲-۳ تعاریف

$Q_0$	بار محوری استاتیکی قطار
$P_d$	بار طراحی در نشیمنگاه ریل (بار گذاری دینامیک عادی)
$M_{dr+}$	(تنش انتهایی) <sup>۱</sup> ممان خمشی مثبت طراحی در نشیمنگاه ریل (بار گذاری دینامیک عادی)
$M_{dr-}$	(تنش میانی) <sup>۲</sup> ممان خمشی منفی طراحی در نشیمنگاه ریل (بار گذاری دینامیک عادی)
$M_{dc-}$	(تنش میانی) ممان خمشی منفی طراحی در مرکز تراورس (بار گذاری دینامیک عادی)
$M_{dc}$	(تنش انتهایی) ممان خمشی مثبت طراحی در مرکز تراورس (بار گذاری دینامیک عادی)
$\gamma_p$	(ضریب مورد استفاده در توسعه دینامیک برای انعکاس میرایی بالشتک ریل
$\gamma_v$	افزایش دینامیک بهره برداری عادی که تأثیر سرعت را تعیین می‌کند.
$\gamma_d$	ضریبی که توزیع بار بین تراورس‌ها را میسر می‌سازد.
$\gamma_r$	ضریب جزئی که نوسان در عکس العمل تراورس‌ها را به دلیل خرابی در تکیه‌گاه‌ها میسر می‌سازد.
$\gamma_i$	ضریب جزئی مربوط به نا ترازی در تکیه‌گاه طولی تراورس.
$K_1$	ضریب تأثیر نشان دهنده مورد بار استثنایی
$K_2$	ضریب تأثیر نشان دهنده بار اتفاقی
$I_c$	ممان دوم سطح در مقطع مرکزی تراورس
$I_r$	ممان دوم سطح در مقطع نشیمنگاه ریل

## ۴ معیارهای طراحی

معیارهای طراحی که برای طراحی تراورس‌های بتی منو بلوك باید مورد توجه قرار گیرند در بند زیر شرح داده شده‌اند.

### ۲-۴ دسته‌بندی بهره برداری برای طراحی تراورس

جائی که بارهای بهره برداری متفاوت است، به صورت تئوری امکانات متفاوتی برای طراحی تراورس وجود دارد. وقتی تراورس برای کاربرد خاصی طراحی می‌شود، صرفه جویی بیشتری صورت می‌گیرد ولی در عوض برخی هزینه‌های تولید، انبارداری و مدیریت افزایش می‌یابد.

---

1-Sagging  
2-Hogging

شرایط زیر منجر به احساس نیاز به معیارهای طراحی متفاوت می‌گردد:

- بار محوری یا سرعتهای مختلف خطوط،
- محدودیتهای مختلف (برای مثال شرایط با عمق کم)،
- بارهای بهره‌برداری مختلف برای مثال (در قوس‌ها یا پل‌های بالاست دار)،
- تجهیزات مختلف خط (برای مثال درزهای انساطی).

توصیه می‌شود حدالامکان از طرح‌های دارای صفحات زیر پل استفاده نشود. در موقع لازم که استفاده از صفحات زیر پل استفاده نشود. در موقع لازم که استفاده از این صفحات زیر پل ضروری است، طرح تراورس‌های اصلی باید همانند طرح مورد استفاده برای پابندهای مستقیم باشد. استانداردسازی طراحی تراورس منجر به تولید با حجم بالا با حداقل هزینه واحد تولید می‌شود. بنابراین تصمیم گیری در مورد طرح‌های تراورس‌های تولیدی باید بر اساس معیارهای اقتصادی و با توجه به هزینه واحد تولید، مناسب با حجم تولید صورت گیرد.

#### ۲-۴ عمر طراحی و ضمانت

تراورس باید برای حداقل عمر ۴۰ سال طراحی شود. استاندارد با هدف ذکر شده مطابقت دارد. قطعات آن نیز باید حداقل به مدت ۵ سال در برابر خرابی ضمانت شوند. همچنین ضمانت باید شامل قسمت‌هایی از طرح که مسئولیت آن بر عهده تولیدکننده است، باشد. ضمناً ممکن است تولید کننده در راستای تأمین ضمانت از تجهیزات طراحی دقیق تری استفاده کند.

#### ۳-۴ بار گذاری طراحی

برای استخراج بارهای طراحی برای تراورس‌های بتی باید موارد زیر در نظر گرفته شود.

- طراحی بار محوری استاتیکی قطارها،
- ضرایب دینامیکی، با توجه به ناترازی هندسی در ساختار خط و وسایط نقلیه،
- تأثیر ساختار خط در بار محوری اعمالی مشترک بین تراورس‌ها و تغییرپذیری تکیه‌گاه خط.

در جهت تعیین بدترین ترکیب بار استاتیک و دینامیک (وابسته به سرعت)، موارد بارگیری متعددی باید مورد ارزیابی قرار گیرد.  
یک تراورس "استاندارد" شرایط بار و سرعتهای مندرج در جدول زیر را تأمین کند.

جدول ۱- سرعت و بار محوری

۲۵۰	۲۲۵ <b>Kn</b>	۱۸۰ <b>Kn</b>	سرعت /بار محوری <b>Km/h</b>
X	X	X	۱۲۰
	X	X	۲۰۰
		X	۳۰۰

با توجه به این که عوامل کافی جهت احتساب بارگذاری جانبی و انتقال بار روی قوس‌ها گنجانده می‌شود. طراحی بر اساس فرضیه بارگذاری قائم متفاوت در اکثر موارد قابل پذیرش است. تحت شرایط خاص، مشتری ممکن است جهت رعایت این عوامل، طرح را اصلاح کند.

با توجه به موارد زیر می‌توان ممان خمثی تراورس را طراحی کرد:

الف: ممان خمثی اصلی طرح، که شامل بارگذاری استاتیکی به علاوه بارهای دینامیکی بهره‌برداری عادی می‌باشد. در این مرحله از بارگذاری هیچ گونه ترک خوردگی در تراورس نباید وجود داشته باشد.

ب: ممان خمثی بار استثنائی به اضافه آنچه که در بند ۳ ذکر شده تنها چند بار در طول عمر تراورس بتی اعمال می‌شود. (مانند وسایل حمل کفی)<sup>۱</sup>. در صورت بروز هر گونه ترک خوردگی در این مرحله بارگذاری باید بعد از عبور بار، بسته شود.

پ: ممان خمثی مربوط به بارهای ضربه‌ای اتفاقی، این ممان باید معین کننده حداثر ظرفیت بار پذیری تراورس بتی باشد.

#### ۴-۳-۱ بار قائم، استاتیکی

مؤلفه استاتیکی بار طراحی قائم ( $Q_0$ ) را می‌توان مستقیماً از روی بار محوری استاتیکی قطارها تعیین کرد. (معمولًاً بار مبنای تراورس برای هر چرخ ارائه می‌شود) در مرحله طراحی باید به خاطر داشت که تراورس باید به مدت ۴۰ سال و یا بیشتر عمر کنند. اگر قصد افزایش سرعت یا بار محوری در آینده وجود داشته باشد، باید در مرحله طراحی این نکته را مد نظر داشت.

#### ۴-۳-۲ افزایش دینامیکی بهره‌برداری عادی

مقدار ( $\gamma_v$ ) برای بارگذاری دینامیک عادی ناشی از ناترازی‌های سازه خط و وسیله نقلیه می‌شود. مقادیر پیشنهادی از قرار زیر می‌باشند:

- برای  $V < 200 \text{ Km/h}$   $\gamma = 0.50$

- برای  $V \geq 200 \text{ Km/h}$   $\gamma = 0.75$

تحت شرایط خاص، ضریب دینامیکی را می‌توان از روابط تجربی اثبات شده، اندازه گیری و یا شبیه سازی به دست آورد که ممکن است به کیفیت هندسی و سرعت خط نیز وابسته باشد. برای سرعت‌های تا  $200 \text{ Km/h}$ ، ضریب توصیه شده مطابق با استاندارد EN 13230 می‌باشد. برای سرعت‌های تا  $300 \text{ Km/h}$ ، همان ضرایب را که تأمین کننده رoadarی هندسی لازم در سطح ریل بوده و تراز هندسی مربوط به آن سرعت‌ها را حفظ می‌کند، می‌توان به کار برد. تجربه نشان می‌دهد که این ضریب در سرعت‌های بالا  $300 \text{ Km/h}$  افزایش نمی‌یابد.

#### ۳-۳-۴ بالشتک ارتجاعی ریل

استاندارد اروپائی EN 13146 میرایی ضربه ای سیستم‌های پابند (P) را از طریق اندازه‌گیری بزرگی کرنش خمشی ضربه‌ای روی تراورس بتنی، ارزیابی می‌کند. سیستم‌های پابند، به همراه بالشتک‌های مربوط به ریل را می‌توان بر طبق میزان کاهش که نقش نسبت به ارقام مرجع به صورت زیر دسته بندی کرد:

- میرایی پایین  $15 \text{ درصد} <$
- میرایی متوسط  $15 \text{ تا } 30 \text{ درصد} >$
- میرایی بالا  $30 \text{ درصد} >$

این ضرایب میرایی ضربه ای را می‌توان در مورد بارهای طراحی اعمال کرد. در عین حال توصیه می‌شود که مقادیر میرایی اندازه‌گیری شده برای سیستم پابند در حالت عادی به خاطر شرایط بهره برداری  $25 \text{ درصد}$  کاهش یابد.

این کاهش برای اعمال در موارد عادی، اتفاقی و استثنایی می‌باشد. به منظور استفاده از امکان کاهشی که ممکن است بار طراحی با در نظر داشتن امکان استفاده از بالشتک ارتجاعی ریل به وجود بیاورد، مشتری باید مطمئن شود که استانداردهای تعمیر و نگهداری اجازه استفاده مستمر از بالشتک‌های ارتجاعی ریل در حد برابر و یا بیشتر از میزان پیش‌بینی شده در مرحله طراحی را بدهند. بنابراین ضرایب افزایش دینامیک را باید به صورت زیر اعمال کرد:

- میرایی پایین  $0/1 \text{ درصد} <$
- میرایی متوسط  $0/89 \text{ تا } 15 \text{ درصد} >$
- میرایی بالا  $0/78 \text{ درصد} >$

این مقادیر برای افزایش بار دینامیکی بهره برداری عادی برای تولید یک ضریب دینامیک ترکیبی مانند ضریب دینامیک ترکیبی مورد استفاده پابندهایی با میرایی بالا در سرعت  $V = 250 \text{ Km/h}$  به صورت زیر:

$$1 + 0/78 \times 750 = 1/59$$

استفاده از این مقدار میرایی بالشتک ریل برای کاهش ضریب ضربه ای دینامیک، یک روش بسیار محظوظ است، همان طور که به نظر می‌رسد منفعت بیشتری در توزیع بار استاتیک وجود داشته باشد.

#### ۴-۳-۴ ضرایب بار دینامیکی بهره برداری استثنائی

ضرایب توصیه شده جهت اعمال در موارد استثنائی ( $K_1$ ) و اتفاقی ( $K_2$ ) به صورت زیر می‌باشد:

- ضریب ضربه ای نمایانگر بار استثنائی  $(K_1) = 1/8$
- ضریب ضربه ای نمایانگر مورد بار اتفاقی  $(K_2) = 2/5$

در راستای تطابق با استاندارد EN 13230، این ضرایب هنگامی اعمال می‌شوند که مقاومت تراورس از طریق آزمون استاتیکی اثبات شده باشد. برای آزمون دینامیکی، ضرایب زیر توصیه می‌شود:

- ضرایب ضربه ای نمایانگر مورد بار استثنائی  $K_1 = 1/5$
- ضرایب ضربه ای نمایانگر مورد بار حادثه ای  $K_2 = 2/2$

#### ۴-۳-۵ توزیع بار بین تراورس ها

هنگامی که راستای طولی خط مدنظر باشد، هر تراورس منحصر به فرد تنها قسمتی از بار چرخ را تحمل کرده و قسمتی از آن را با تراورس های مجاور سهیم می شود. توصیه می شود در مورد بار عادی از ضریب ثابت ( $\gamma = 0.5$ ) استفاده شود. این مقدار وقتی معتبر است که برای ریل بزرگتر یا مساوی ۴۶ کیلوگرم و فاصله بین تراورس ها کمتر یا مساوی ۶۵ سانتی متر، تحت شرایط آرایش خاص باشد. در صورتی که شرایط ایجاب کند مشتری باید امکان اتخاذ مقدار جایگزین را داشته باشد. در چنین شرایطی، ضریب واکنشی را می توان از طریق تئوری ایجاد شده به دست آورد.(مانند تیر روی فونداسیون الاستیکی).

#### ۴-۳-۶ ضرایب جزئی دیگر

دو ضریب دیگر طبق استاندارد EN 13230 به قرار زیر توصیه می شود:

- ضریب  $\gamma_r$  نمایانگر نوسان عکس العمل تراورس در بالاست به دلیل خطأ در تکیه گاهها با مقدار مخصوص  $1/35$ .
- ضریب  $\gamma_i$  افزایش دینامیکی ممان خمشی ناشی از ناترازی ها در تکیه گاه طولی تراورس یا مقدار مخصوص  $1/6$ .

ضرایب فوق از تحقیقات ERRI تحت عنوان ORED 71/RP9,D170/RP1,D170/RP4 به دست آمده است.

#### ۷-۳-۴ بار جانبی

معمولًا این موارد در طراحی تراورس استاندارد جایی ندارد زیرا مقدار مجاز برای رویارویی با این نیروها در طراحی استاندارد مد نظر گرفته می شود. ولی با صلاح دید مشتری ممکن است موارد زیر نیز در طراحی تراورس مورد توجه قرار گیرد:

- بارهای قوسی ناشی از کمبود شیب عرضی <sup>۱</sup>
- بارهای جانبی دینامیکی
- بارهای بادی

این بارها برای محاسبه بار قائم افزوده، ناشی از انتقال بار به کار گرفته می شوند. (یعنی تولید بارهای نا متقارن نمودار ممان خمشی).

#### ۸-۳-۴ بار طولی

بارهای طولی ناشی از کشش یا ترمز در طراحی تراورس به هیچ وجه مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

#### ۹-۳-۴ بار طراحی نشیمنگاه ریل

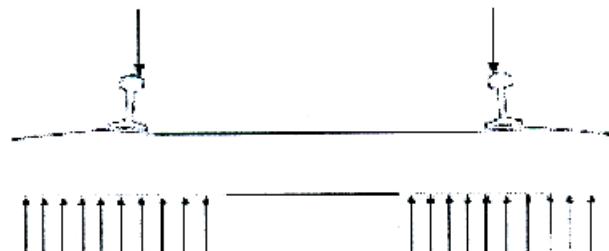
بار طراحی نشیمنگاه ریل، که جهت به دست آوردن ممان خمشی طراحی پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان مطابق فرمول (۱) محاسبه کرد:

$$P_d = \frac{Q_0}{2} (1 - \gamma_p \cdot \gamma_v) \cdot \gamma_d \cdot \gamma_r \quad (1)$$

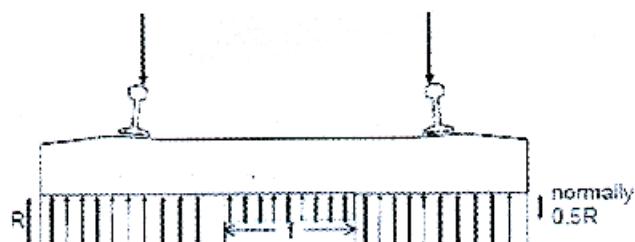
#### ۱۰-۳-۴ ممان خمشی طراحی

مقدار پایه مخصوص ضرایب بار استثنایی  $K_1$  و  $K_2$

تحلیل و طراحی مقاومت سازهای تراورس بتنی در تمامی موارد بر اساس مقادیر به دست آمده ممانهای خمشی در مقطع نشیمنگاه ریل و مرکز تراورس می‌باشد. موارد بسیاری از عکس‌العمل‌های بار (شامل موارد نا متقارن) وجود دارد. ممانهای خمشی به دست آمده نسبت به توزیع عکس‌العمل بسیار حساس می‌باشند. بار خاص و مدل‌های عکس‌العمل به کار رفته، در شکل شماره ۱ داده شده اند. متغیر قابل قبول برای این موارد، مورد نامتقارن ذکر شده در بالا می‌باشد.  
مورد الف ) تازه زیر کوبی شده .



مورد ب ) تا حدودی تحکیم شده .

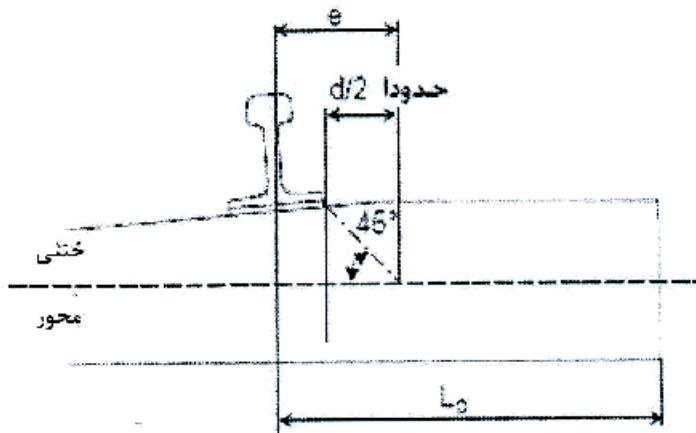


مورد پ ) تحکیم شده .



شکل ۱- موارد عکس العمل تراورس

ممکن خمثی مثبت طراحی در نشیمن‌گاه ریل از موارد بارگذاری (الف) ، به دست می‌آید که در آن عکس العمل ریل با فاصله یکسان از هر دو طرف خط مرکزی نشیمن‌گاه ریل به سر تراورس گسترش می‌یابد. این بارگذاری و عکس العمل را می‌توان با فرض توزیع بار و دسته اهرم مؤثر که در شکل ۲ و معادله ۲ نشان داده شده، تحلیل کرد.



شکل ۲- توزیع بار فرضی و دسته بازوی اهرم برای خمثی نشیمن‌گاه ریل

$$\lambda = \frac{L_p - e}{2} \quad (2)$$

که در آن :

$\lambda$  = دسته اهرم مؤثر

$L_p$  = فاصله بین محور نشیمن‌گاه ریل و سر تراورس

$d$  = عمق تراورس در نشیمن‌گاه ریل

$e$  = عرض توزیع بار ، برگرفته از عرض نشیمن‌گاه ریل ، عمق تراورس و زاویه توزیع فرضی ۴۵ درجه

برای ریل  $e = 0.15/2 + d/2$  و  $UIC\ 60(60E1)$

سپس می‌توان ممکن خمثی را مستقیماً از معادله زیر به دست آورد:

$$M_{dr} = \gamma_i \cdot P_d \cdot \lambda / 2 \quad (3)$$

در برخی راهآهن‌ها، مشتری مقدار بار نشیمن‌گاه ریل و ممان خمثی طرحی متناظر با آن را بیشتر از مورد استاندارد که توسط معادلات (۱) و (۳) به دست می‌آید تعیین می‌کند. در چنین مواردی مقادیر  $K_1$  و  $K_2$  کمتری استفاده می‌شود.

برای به دست آوردن ممان خمثی منفی طراحی در مرکز تراورس، می‌توان از موارد گفته شده به صورت زیر استفاده کرد:

مورد (ب)؛ با ضریب کاهش ۵۰ درصدی در مقطع مرکزی، برای تراورس‌های پایه مستطیلی.

مورد (پ)؛ با محاسبه صحیح توزیع عکس العمل در پایه تراورس، برای تراورس‌های کمرشکن.

مورد (پ) یا مورد (ب) با پارامترهای اصلاح شده، ممکن است توسط مشتری انتخاب شود که در این صورت مشتری باید اندازه کاهش عکس العمل در مقطع مرکزی تراورس و طولی را که باید اعمال شود تعیین کند.

ممان خمثی طراحی را می‌توان بر طبق تحلیل ممان توزیع عکس العمل ارزیابی کرد. برای مورد استاندارد توزیع بار یکنواخت با ۵۰ درصد کاهش در مقطع مرکزی، می‌توان ممان خمثی منفی طراحی در مرکز تراورس را مطابق معادله [۱-۴] محاسبه کرد:

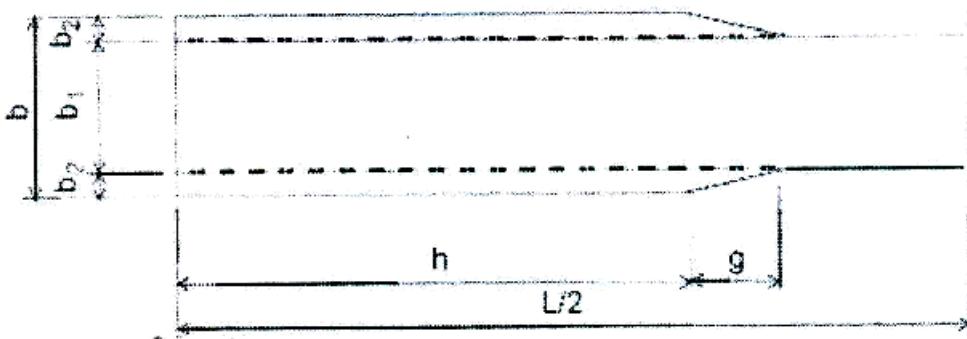
$$M_{dc-} = \gamma_i \cdot P_d \cdot \left( \frac{C}{2} - \frac{2L^2 - f^2}{4(2L - f)} \right) \quad [1-4]$$

که در آن :

$C$  = فاصله مراکز نشیمن‌گاه ریل.

$L$  = طول تراورس

$f$  = طول محدوده مرکزی عکس العمل کاهش یافته (به شکل ۱-۱ مورد ب مراجعه گردد)



شکل ۳- هندسه تراورس باریک شده

معادله [۲-۴] برای تراورس باریک شده با هندسه عادی (شکل ۳) به کار می‌رود:

$$M_{dc-} = \gamma_i \cdot P_d \cdot \left( \frac{C}{2} - \frac{L}{2} - \frac{b_1 \cdot L^2 / 8 + b_2 (h^2 + g \cdot h + g^2 / 3)}{b_1 \cdot L / 2 - b_2 (2h - g)} \right) \quad [2-4]$$

$C$  = فاصله مراکز نشیمن‌گاه ریل.

که در آن :

$L$  = طول تراورس

$b_1$  = عرض بخش باریک شده تراورس

$b_2$  = عرض اضافی در هر طرف مقطع نشیمن‌گاه ریل تراورس

$h$  = طول مقطع پهن در سر تراورس

$g$  = طول مقطع مخروطی

یک رابطه تجربی بر اساس ممان اینرسی مقاطع عرضی مربوط به مرکز تراورس به عنوان یک گزینه جایگزین برای به دست آوردن ممان خمشی طراحی وجود دارد که در معادله [۳-۴] بیان شده است. بر اساس صلاح دید مشتری، ممکن است این معادله برای تراورس‌های باریک شده یا مستطیلی ترجیح داده شود.

$$M_{dc-} = 1/2 \times M_{dr+} \times \frac{l_c}{l_r} \quad [3-4]$$

اغلب راه‌آهن‌ها – به دلیل ترک خوردگی خمشی در سطح بالایی نشیمن‌گاه ریل و گاهی نیز در پایه مرکزی تراورس ، متحمل خرابی تراورس شده‌اند و برای مقابله با این مشکل یک ممان خمشی مطرح شده است . دلیل تأثیر خمشی معکوس مذکور، تحریک دینامیکی تراورس (یعنی تأثیر واکنشی در هنگام وقوع ضربه دینامیکی) می‌باشد. اندازه طراحی ممان مقاوم برای این موارد از نتایج آزمایشات به دست می‌آید و توصیه می‌شود ممان خمشی معکوس طراحی در نشیمن‌گاه ریل و مرکز تراورس مطابق با رابطه زیر که از اندازه گیری و محاسبات به دست آمده، محاسبه گردد:

- برای نشیمن‌گاه ریل :

$$M_{dr-} = 0.5 \times M_{dr+} \quad [5]$$

- برای مرکز تراورس

$$M_{dc-} = 0.7 \times M_{dc-} \quad [6]$$

#### ۱۱-۳-۴ بارهای اضافی

یخ زدگی بالاست ممکن است برای مدت زمان قابل توجه ای منجر به سخت شدن بستر خط گردد، تسهیم بار بین تراورس‌ها ممکن است همانند نیروهای ضربه دینامیکی و عکس‌العمل تراورس اصلاح شود.

همچنین شرایط محیطی بارگذاری در هنگام ریل‌گذاری و مونتاژ خط باید مورد توجه قرار گیرد. وقتی چنین شرایط محیطی موجود باشد، مشتری باید بخواهد که بارهای اضافی یا متنوع را مورد توجه قرار دهند.

#### ۱۲-۳-۴ حداقل استحکام کششی بتن

برای استحکام بتن قید شده، استحکام بتن مجاز برابر با  $3 \text{ MPa}$  برای طراحی بار گزاری عادی بدون ترک خوردگی توصیه می‌گردد.

#### ۴-۴ ابعاد و جرم

برای طراحی استاندارد خط با عرض استاندارد، پارامترهای ابعادی زیر توصیه می‌شود. این پارامترها در راستای دستیابی به شرایطی می‌باشد که فشار بالاست را به حداقل قابل قبول کاهش دهد و جانبی کافی را در برابر جایی تأمین نماید.

- طول :  $2500$  یا  $2600$  میلی متر برای تراورس با طول استاندارد مقادیر دیگر ممکن است تحت شرایط محیطی خاص (سکوها، دیوارهای باریک و غیره) قابل قبول باشند. روش طراحی ویژه‌ای برای اینگونه موارد تعریف شده است.

حداکثر  $300$  میلی‌متر عرض :

در حدود حداقل  $60$  میلی‌متر در نشیمن‌گاه ریل

- مساحت پایه : حداقل  $6000$  سانتی‌متر مکعب برای طول  $2/5$  متر

حداقل  $7000$  سانتی‌متر مکعب برای طول  $2/6$  متر

- عمق : ترجیحاً عمق  $200-230$  میلی‌متر در نشیمن‌گاه ریل

همچنین باید از ایجاد زاویه بسیار تندرین کناره تراورس و پایه جلوگیری کرد تا خطر ترک خوردگی و کار تعمیر و نگهداری در طول این لبه به حداقل برسد.

#### ۱-۴-۴ رواداری‌ها

رواداری‌ها باید مطابق با استاندارد EN 13230 باشد. این شامل رواداری‌ها در ابعاد، محل پابندها، انحراف و چرخش نشیمن‌گاه ریل، و شرایط لازم برای حداقل پوشش بتی می‌باشد.

#### ۲-۴-۴ جرم و مقاومت جانبی

هیچ‌گونه تجهیزات خاصی برای تأمین مقاومت جانبی لازم، رایج نیست. مطابق با استاندارد EN 13230، پایه تراورس باید ناهموار باشد. هم‌چنین سر تراورس تقریباً باید عمودی باشد و نباید بیش از حد نوک تیز باشد تا بتواند مقاومت لازم در دو سمت بالاست را تأمین نماید.

حداقل جرم استاندارد توصیه شده برای تراورس به منظور به حداقل رساندن بلند شدن و خطر کمانش خط  $240$  کیلوگرم می‌باشد.

#### ۳-۴-۴ پرداخت

ابتدا باید قسمت نشیمن‌گاه ریل عاری از هر گونه تخلخل قابل توجه باشد. تخلخل‌های ریز روی بقیه سطح تراورس می‌تواند مجاز باشد. این شرایط در استاندارد EN 13230 بیان شده‌اند.

#### **۴-۵ شرایط لازم مواد اولیه تراورس‌ها**

این شرایط به طور جامع در استاندارد EN 13230 بیان شده است. برخی موارد به طور خلاصه در زیر آورده شده است :

#### **۴-۵-۱ استحکام بتن**

استحکام بتن پیشنهادی دسته بتن های C50/60MPa می باشد. دسته C45/55MPa نیز قابل قبول است.

#### **۴-۵-۲ واکنش مصالح دانه‌ای قلیایی و آرایش ettringite تأخیری مطابق با استاندارد EN 13230**

**۴-۵-۳ دوام مصالح دانه‌ای**  
خریدار بنا به اختیار خود می‌تواند درخواست کند که دوام بتن و یا مصالح دانه‌ای تنها در زمینه‌های زیر اثبات می‌شود:

- فرسایش
- مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن
- جذب آب

نحوه آزمون شرایط پذیرش در استاندارد EN 13230 بیان شده اند.

#### **۴-۵-۴ میله‌های کششی پیش‌تنشی**

این شرایط نیز باید مطابق با استانداردهای EN 10138 و EN 13230 باشد.

#### **۴-۶ پابند ریل**

طرح تراورس از لحاظ یکپارچگی تراورس و ایمنی ریختگی قطعات پابند باید مطابق سیستم پابند تعیین شده توسط خریدار، مطابق با استاندارد EN 13146 باشد. مدت عمر طولانی قطعات پابند ریل که به تراورس متصل هستند نیز باید مطابق با این شرایط باشد.  
وقتی یک پابند ریل نیازمند ریختگی قطعات باشد، تراورس باید بتواند حداقل مقاومت بیرون کشیدگی را به صورت توافقی بین خریدار و فروشنده و با حداقل مقدار ۶۰ کیلونیوتون تأمین کند.  
خریدار باید جهت اطمینان از برآورده شدن این پارامتر، درخواست انجام آزمایش نماید.

#### **۴-۷ عایق کاری الکتریکی**

مقاومت الکتریکی مطلوب مجموعه تراورس و پابند ریل باید مطابق با استاندارد EN 13140 اثبات گردد.

#### ۴-۸ دیگر شرایط لازم طراحی

##### ۱-۸-۴ شرایط محیطی

شرایط خاص موردنیاز برای شرایط محیطی سخت شامل موارد زیر است :

- ارزیابی اختیاری بارهای طراحی تحت شرایط بالاست یخ زده.
- شرایط لازم بتن و اجزای تراورس در شرایط محیطی سخت.(این موارد در استاندارد EN 13230 شرح داده شده است).

#### ۲-۸-۴ بازیافت

بهتر است تولید کننده تسهیلاتی جهت دریافت و بازیافت تراورس های مصرف شده فراهم کند. سازنده حداقل باید اطلاعاتی را در زمینه قطعات و رهنمود هایی برای روش های بازیافت ارائه نماید.

#### ۳-۸-۴ انبار داری

عموماً استفاده از تراورس، دو روز پس از تولید آن مجاز می باشد، در صورت وجود شرایط آب و هوایی سخت، روش های عمل آوری بتن باید به طور مناسب با شرایط وفق داده شود و دوره انبار داری باید بیشتر شود.

ارتفاع چیدمان تراورس ها را نیز تولید کننده باید رعایت کند. تولید کننده باید میزان استحکام بتن تراورس در زمان انبارداری را در نظر گرفته و تراورس ها بر اساس آن روی هم بچیند.

اگر بارهای چیدمان بر روی بالشتک های ریل وجود داشته باشد، تولید کننده باید توجه داشته باشد که این بار باید از حد مجاز تعریف شده برای این بالشتک ها بیشتر باشد.

جزئیات و توجیحات مدیریت انبارداری، به همراه محاسبات طراحی مورد نیاز باید در مستندات کنترل کیفیت تولید کننده موجود باشد .

#### ۴-۸-۴ کنترل کیفی

تولید کنندگان تراورس باید بر اساس سیستم کنترل کیفی تأیید شده و شرایط ذکر شده در استاندارد EN 13230 کار کنند.

علامت گذاری دائمی تراورس ها جهت ردیابی حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

- سال تولید
- مشخصات قالب
- علامت شناسایی کارخانه تولید کننده

همچنین خریدار باید درخواست اطلاعات اضافی از قبیل نوع و تاریخ دقیق تولید تراورس را نماید که قابلیت ردیابی از طریق سیستم کنترل کیفی سازنده را داشته باشد.

## ۵ شرح سیستم های تولید

مطلوب زیر شامل توضیحاتی مختصر در مورد سیستم های اصلی مورد استفاده جهت تولید تراورس مونوبلوک بتنی پیش تنیده می باشد. این مطالب در راستای دسته بندی سیستم های مختلف مورد استفاده روزمره در دنیا است. سیستم های دیگری نیز در حال ایجاد و یا گسترش هستند که با هدف رقابت در بازار و کاهش هزینه ها و افزایش کیفیت پا به این عرصه نهاده اند.

در راستای بهینه سازی در بهره برداری از مواد اولیه، یعنی بتن و فولاد، تراورس های مونوبلوک به عنوان عناصر پیش تنیده تولید می شوند. مواد بتنی می توانند تنش های فشاری بالارا به راحتی جذب کنند ولی تنها می توانند ۱۰ درصد از میزان جذب را در برابر تنش های کششی از خود نشان دهند. بوسیله جاسازی میله های کششی فولادی در داخل تراورس، یک تنش فشاری به بتن اعمال می شود که به این ترتیب، تراورس اجازه می دهد در برابر تنش های کششی، مقاومت بیشتری نشان دهد.

برای دست یابی به عناصر بتنی پیش تنیده دوروش اساسی وجود دارد : پیش تنیدگی و پس تنیدگی، یعنی اینکه میله های کششی فولادی قبل و یا بعد از ریختگی بتن در آن اعمال شوند.

روش پیش تنیدگی به سه سیستم اصلی تقسیم می شود :

الف ) سیستم های خطی بلند = بیش از ۸ تراورس در طول

ب ) سیستم های خطی کوتاه = ۲ تا ۸ تراورس در طول

پ ) سیستم های تک قالبی = ۱ تراورس در طول

ممولاً تراورس های پس تنیده در قالب های تکی تولید می شود.

تمامی این سیستم ها از مواد استاندارد و با کیفیت که در سراسر جهان در دسترس هستند، با قیمتی که محصول را قابل رقابت با مواد اولیه تراورس های چوبی می کند، استفاده می نمایند. این امکان بویژه در کشورهایی که الوار به همراه حق بیمه ارائه می شود، بیشتر است.

حداقل کیفیت بتن به کار رفته C45/55 می باشد. اغلب فولاد پیش تنیدگی به کار رونده دارای استحکام کششی بالا و از نوع کم سست شونده می باشد.

تمامی سیستم ها نیازمند سرمایه گذاری و نیروی کار متفاوت هستند. این بدان معنی است که اکثر رقابت بر سر کاهش هزینه های نیروی کار و تولید است. همچنین زمان شروع مورد نیاز و حداقل ظرفیت تولید در محاسبه هزینه تولید موثر می باشد.

امکان تغییر مکان کارخانه یا قسمتی از تجهیزات وابسته به آن و استفاده مجدد آن برای خریدار دیگر یا دیگر بخش های تولیدی راه آهن می تواند نقش مهمی را با توجه به استهلاک ایفا نماید.

در ادامه سیستم های متفاوت تراورس به ترتیب میزان استفاده توضیح داده می شود.

### ۱-۵ سیستم های خطی بلند

سیستم های خطی بلند که معمولاً ردیف طویل تری از قالب ها را جهت تولید ۳۰ تراورس در طول و تا ۸ تراورس در عرض استفاده می کنند. در اکثر کارخانه ها تعدادی از این ردیف قالب ها نیاز است

چون معمولاً از قالبها هر ۲۴ ساعت یک بار می‌توان استفاده کرد. این سیستم از میله‌های فولادی استاندارد درجه بالا (در بسیاری از مواد از مفتول های دندانه دار تکی یا به هم تنیده) و ثبات بتن مرطوب استفاده می‌کنند. این میله‌ها به طور همزمان بین سرهای انتهایی مهاربند کشیده می‌شوند. بعد از آنکه بتن به استحکام معینی رسید میله‌ها تنها به وسیله چسب‌های قوی مابین دو ماده، در بتن محکم می‌شوند.

این سیستم‌ها عموماً برای تولید بلند مدت محصولات استاندارد با نرخ ثابت (تولید مقدار معین تراورس در هر شیفت) اقتصادی تر هستند. تغییر طرح تراورس یا سیستم پابند یا انتقال کارخانه معمولاً نیازمند هزینه‌های بالا می‌باشد.

#### ۵-۱-۱ سیستم‌های پیش‌تنش - پس از باز‌شدن قالب‌ها

سیستم پیش‌تنیدگی پس از قالب‌گشایی معمولاً بر پایه قالب‌گیری ۴ قالب در کنار یکدیگر انجام می‌شود. مجموعه قالب‌ها معمولاً ۳۰ تا ۶۰ تایی در یک ردیف پیوسته روی بستر طویل قرار داده می‌شوند. قالب‌ها را می‌توان به طور عمودی حرکت داد و در دو حالت قفل کرد، در حال حاضر تمامی تراورس‌ها در تیرهای پیوسته قالب‌گیری می‌شوند و اتصالاتی بین هر قالب وجود دارد که جهت دندانه گذاری برای برش بعدی از طریق مقطع فولاد و بتن طراحی شده‌اند. فرآیند تولید به صورت زیر است:

۱-۱-۱-۱ میله‌های فولادی را روی بستر می‌کشند و می‌تنند و قالب‌ها در پایین تر قرار دارند.

۱-۱-۱-۲ سپس قالب‌ها را در آورده و با بتن پر کرده و در موقعیت بالاتر ارتعاش می‌دهند.

۱-۱-۱-۳ پس از عمل آمدن بتن، قالب‌ها باز می‌شوند و بدین ترتیب تراورس‌ها از قالب در می‌آیند.

۱-۱-۱-۴ سپس می‌توان نیروی پیش‌تنیدگی را به تراورس انتقال داد.

۱-۱-۱-۵ میله‌های بلند تراورس‌ها توسط اره‌های دیسکی الماسی و یا وسایل دیگر به صورت قطعات جدا بریده می‌شوند.

۱-۱-۱-۶ سمت راست تراورس به بالا چرخانده می‌شود، تراورس کنترل می‌شود و برای انبارداری یا مشتری ارسال می‌گردد.

#### ۵-۱-۲ سیستم‌های پیش‌تنش - پیش از باز‌شدن قالب‌ها

سیستم پیش‌تنیدگی پیش از باز‌شدن قالب‌ها معمولاً از مجموعه قالب‌ها در ردیف‌های عرضی ۶ تا ۸ تایی ردیف‌های طولی ۳۰ تا ۶۰ تایی استفاده می‌شود. فرآیند تولید به صورت زیر است:

**۱-۲-۱-۵** پیش تنیدگی و ریختگی مطابق بند ۱-۵ صورت می گیرد.

**۵ ۲-۲-۱-۵** وقتی بتن به استحکام لازم رسید؛ پیش تنش در حالتی که تراورس‌ها هنوز داخل قالب‌ها هستند به آنها منتقل می شوند.

**۳-۲-۱-۵** تراورس‌ها از قالب بیرون آورده می شوند.

#### **۴-۵ سیستم‌های خطی کوتاه**

سیستم‌های خطی کوتاه معمولاً به صورت قالب‌های تراورس ۲ تا ۶ تایی در طول ۱ تا ۴ تایی در عرض آرایش داده می‌شوند و در قاب‌های پیش تنش صلب قرارداده می‌شوند. این سیستم‌ها از میله‌های فولادی استاندارد (مفتول‌های تکی معمولی) و ثبات بتن خشک استفاده می‌کنند. تراورس‌ها در یک سیستم چرخشی شامل ایستگاه‌های آماده سازی، تنش میله در هر قالب، ریخته‌گری توام با ارتعاش، عمل آوردن بتن در حفره‌های عمل آورنده می‌باشند و پس از این که بتن به استحکام لازم رسید قالب باز می‌شود. میله‌ها به وسیله اتصالات چسبنده و با دوام بین بتن و فولاد، محکم می‌شوند.

#### **۱-۲-۵ سیستم آزاد کردن در قالب‌ها**

این سیستم براساس سیستم جابه‌جایی است که در قاب به همراه قالب‌های ثابت آن از ایستگاهی به ایستگاه دیگر حمل می‌کنند. فرآیند تولید در آن به صورت زیر می‌باشد:

**۱-۱-۲-۵** آماده سازی و تنش میله‌های کششی فولادی در قاب.

**۲-۱-۲-۵** پر کردن و ارتعاش بتن.

**۳-۱-۲-۵** عمل آوردن بتن در محفظه‌ها.

**۴-۱-۲-۵** آزادسازی، چرخاندن و تخلیه قالب‌ها.

**۵-۱-۲-۵** برش میله‌های کششی و بررسی نهایی قبل از ارسال.

#### **۵-۲-۵ سیستم سریع قالب گشایی خطی کوتاه**

در این سیستم قاب پیش تنیدگی قابل انتقال را با قالب گشایی سریع ترکیب می‌کنند. این سیستم از میله‌های کششی فولادی استاندارد (مفتول‌های تکی) و بتن خشک مستحکم استفاده می‌کند.

این روش به صورت زیر انجام می‌شود :

**۱-۲-۲-۵** میله‌های کششی فولادی در قاب‌های جاگذاری (نسبتاً مورب) و تنیده می‌شوند و قاب به مجموعه قالب متصل می‌شود.

**۲-۲-۲-۵** این مجموعه به ایستگاه بتن ریزی برده شده و قالب‌ها با بتن پر شده و ارتعاش می‌یابند.

**۳-۲-۲-۵** یک صفحه پهن به بالای قالب‌ها متصل کرده و سر بالای قالب‌ها را به سمت پایین می‌چرخانند.

**۴-۲-۲-۵** سپس قسمت قالب برداشته شده (تراورس در روی صفحه پهن باقی می‌ماند) و دوباره به نقطه شروع زنجیره بטון ریزی برگردانده می‌شود (به بند ۱ فوق مراجعه گردد)

**۵-۲-۲-۵** تراورس‌ها و قاب‌های پیش‌تنیدگی آزاد شده و تراورس‌ها جدا شده و از روی صفحه منتقل می‌شوند در حالی که هنوز نیروی پیش‌تنیدگی به تراورس‌ها منتقل نشده‌اند.

**۶-۲-۲-۵** پس از عمل آوردن بتن، پیش‌تنیدگی آزاد شده و تراورس‌ها جدا شده و از روی صفحه به زمین منتقل می‌شوند. صفحه و قاب دوباره در سیکل بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### **۳-۵ سیستم‌های قالب‌گیری تکی**

در سیستم قالب‌گیری تکی بتن ریزی در یک زمان در قالب‌های تکی و دوتایی و بر روی یک تسمه نقاله انجام می‌شود که همچنین ایستگاه‌هایی برای آماده سازی (شامل پیش‌تنش)، بتن ریزی، عمل آوردن بتن (در محفظه‌ها) و قالب‌گشایی در مسیر این تسمه نقاله تعییه شده است. این سیستم از مواد فولاد استاندارد (مفتول‌های تکی) و بتن خشک مستحکم بهره می‌برد. برخی سیستم‌ها نیازمند مهار بندی انتهایی برای کامل نمودن مهار قالب می‌باشد. مهاربندی انتهایی اغلب در زمانی مورد نیاز است که از میله‌های ماده به عنوان میله کششی استفاده شود.

### **۱-۳-۵ سفت شدن تراورس‌های منفرد در قالب‌ها**

مشخصه سیستم مذکور این است که میله‌های کششی به طور جداگانه برای هر تراورس آماده می‌شوند. روش تولید در قالب‌های منفرد و دوتایی که به اندازه کافی مستحکم بوده و با پیش‌تنیدگی را تحمل می‌نماید، انجام می‌شود. خط تولید به وسیله تسمه نقاله یا سیستم‌های مشابه به صورت زیر حرکت داده می‌شود:

**۱-۱-۳-۵** میله‌های پیش‌تنیده آماده شده و بریده می‌شوند. واشرها جاگذاری شده و دو انتهای میله‌ها پرج می‌شوند.

۲-۱-۳-۵ دسته‌ای از میله‌های تنیده شده در داخل هر قالب تراورس گذاشته و انتهای آنها مهار می‌شود.

۳-۱-۳-۵ قالب با بتن پر می‌شود، ارتعاش می‌یابد و به داخل محفظه عمل آورنده بتن منتقل می‌شود.

۴-۱-۳-۵ سپس مهارهای میله‌های فولادی آزاد می‌شوند.

۵-۱-۳-۵ تراورس، قالب گشایی شده و پس از، بررسی جهت انبارداری و ارسال به خریدار انباشته می‌شود.

۶-۱-۳-۵ قالب دوباره به ابتدای خط تولید برگردانده می‌شود.

۲-۳-۵ تراورس‌های منفرد با قالب گشایی سریع این سیستم، ترکیبی از سیستم قالب‌گشایی سریع و میله‌های پیش تنیده در یک قاب است. خط تولید به صورت زیر است :

۱-۲-۳-۵ میله‌ها تنیده شده و در قاب‌های فولادی منفرد ویژه مهار می‌شوند.

۲-۲-۳-۵ قاب به یک پوسته قالب تراورس منفرد متصل می‌شود.

۳-۲-۳-۵ قالب با بتن پر شده و ارتعاش داده می‌شود.

۴-۲-۳-۵ یک صفحه پهن در بالای قالب (زیر تراورس) قرارداده شده و متصل می‌گردد.

۵-۲-۳-۵ کل مجموعه ۱۸۰ درجه چرخانده شود.

۶-۲-۳-۵ پوسته قالب تراورس جدا شده و بدین ترتیب تراورس قالب گشایی می‌گردد.

۷-۲-۳-۵ تراورس و قاب پیش تنیدگی به داخل محفظه عمل آورنده بتن منتقل می‌شوند.

۸-۲-۳-۵ تنش اعمالی برداشته می‌شود و قاب دوباره به ابتدای خط تولید بر می‌گردد. (به بند ۱-۲-۳-۵ مراجعه گردد)

**۹-۲-۳-۵** تراورس به انبار منتقل شده و صفحه نیز به ابتدای خط تولید بازگردانده می‌شود. (به بند ۴-۲-۳-۵ مراجعه گردد)

**۴-۵** تراورس‌های پس تنیده با قالب گشایی سریع در این سیستم از رشته سیم (کابل) که به یک صفحه متصل شده اند به همراه واشرها و مهره‌ها و بتون خشک مستحکم استفاده می‌شود. روش تولید نیز به صورت زیر می‌باشد:

**۵-۱-۴** تراورس‌ها در قالب‌های منفرد یا دوتایی به طریقی قالب ریزی می‌شوند که امکان نصب بعدی رشته سیم‌های پس تنیدگی وجود داشته باشد.

**۵-۲-۴** قالب‌ها پر شده و مرتعش می‌شوند. تراورس‌ها به طور سریع قالب گشایی می‌شوند (ماشین تخم‌گذار یا تسمه نقاله) و تا دست‌یابی به حداقل استحکام فشاری بتن ۴۵ نیوتون بر میلی‌متر مکعب (۱۵۰ میلی‌متر مکعب) عمل آوری شوند.

**۵-۳-۴** میله‌ها در قالب قرار گرفته و به طور همزمان تنیده شده و به وسیله بستن مهره‌ها مهار می‌شوند.

**۵-۴-۴** سپس جهت حفاظت در برابر زنگزدگی و همچنین دست‌یابی به مهار بیشتر ملات سیمان به داخل کanal‌ها تزریق می‌شود. منافذ انتهایی کanal‌ها نیز با بتن خشک بسته می‌شوند.

**پیوست الف**  
**(اطلاعاتی)**

**نمونه ای از محاسبات ممان خمشی طراحی**

**الف - ۱** مورد ۱ : تراورس مستطیلی و بالشتک ریل با میرایی کم با در نظر داشتن طرح تراورس استاندارد به طول  $2/5$  متر با ضرایب توصیه شده زیر :

$$\text{طول تراورس} = 2/50 \text{ متر.}$$

$$\text{عمق تراورس (نشیمنگاه ریل)} = 21/0 \text{ متر.}$$

$$\text{فاصله مراکز نشیمنگاه ریل} = 1/50 \text{ متر.}$$

بادر نظر داشتن بارهای طراحی ، ضرایب دینامیک و جزوی برای سه مورد بار استاندارد و با استفاده از معادله (۱) :

$$P_d = \frac{\rho_0}{2} (1 - \gamma_p - \gamma_v) \cdot \gamma_d \cdot \gamma_r$$

بار طراحی KN	ضریب جزوی ناهمگونی $\gamma_i$	ضریب جزوی عكس العمل $\gamma_r$	ضریب توزیع $\gamma_d$	دامنه سرعت $\gamma_v$	ضریب بالشتک $\gamma_p$	سرعت Km/h	بار محوری KN
۱۲۷	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۶۰	۱/۰	۱۲۰	۲۶۰
۱۳۳	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۷۵	۱/۰	۲۰۰	۲۲۵
۱۰۶	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۷۵	۱/۰	۳۰۰	۱۸۰

برای ممان طراحی در نشیمنگاه ریل، معادله [۲] مربوط به شکل ۲ به کار می رود :

که در آن :

$$L_P = 0.5m$$

$$e = 0.075 + 0.21/2 = 0.180m$$

از این رو :

$$\lambda = (0.5 - 0.18)/2 = 0.160m$$

۹

$$M_{dr} = 1.6 \times 133 \times 0.16/2 = 17.0 Kn.m$$

۹

$$M_{dr} = 0.5 \times M_{dR+} = 8.5 Kn.m$$

برای قسمت مرکزی باید از عکس العمل مورد (ب) استفاده کرد. ممان خمشی در این مورد توسط معادله [۱-۴] به دست می آید :

$$M_{dc-} = \gamma_i \cdot P_d \cdot \left( \frac{c}{2} - \frac{2 \cdot L^2 - f^2}{4 \cdot (2 \cdot L - f)} \right)$$

که در آن :

$C$  = فواصل مراکز نشیمنگاه ریل =  $1/5$  متر.

$L$  = طول تراورس =  $2/5$  متر.

$f$  = طول قسمت مرکزی ناحیه ای که دارای عکس العمل کمتری است =  $0/5$  متر.

که منجر می شود به

$$M_{dc-} = 14.18 \text{ Kn.m}$$

۹

$$M_{dc+} = 0.7 \times M_{dc-} = 10.3 \text{ Kn.m}$$

**الف-۲** مورد ۲ : تراورس میان باریک و بالشتک ریل با میرایی بالا با توجه به طراحی یک تراورس استاندارد به طول  $2/6$  متر، با ضرایب توصیه شده و پهنانی قسمت مرکزی آن به میزان  $80$  درصد پهنانی معمولی کاهش یافته :

طول تراورس =  $2/60$  متر.

عمق تراورس (نشیمن گاه ریل) =  $0/21$  متر.

فواصل مراکز نشیمن گاه ریل =  $1/50$  متر.

با توجه به بارهای طراحی ضرایب دینامیک و جزئی برای سه مورد بار استاندارد و با استفاده از معادله (۱) :

$$P_d = \frac{Q_0}{2} (1 - \gamma_p \cdot \gamma_v) \cdot \gamma_d \cdot \gamma_r$$

بار طرح KN	ضریب جزئی ناهمگونی $\gamma_i$	ضریب جزئی عکس العمل $\gamma_r$	ضریب توزیع $\gamma_d$	افزايش سرعت $\gamma_v$	ضریب بالشتک $\gamma_p$	سرعت Km/h	بار محوری KN
۱۱۸	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۵۰	۰/۷۸	۱۲۰	۲۵۰
۱۲۱	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۸	۲۰۰	۲۲۵
۹۶	۱/۶	۱/۳۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۸	۳۰۰	۱۸۰

برای ممان طراحی در نشیمن گاه ریل ، معادله [۲] مربوط به شکل ۲ ، مورد استفاده قرار می گیرد.

که در آن :

$$L_p = 0.55m$$

$$e = 0.075 + 0.21/2 = 0.180m$$

$$\lambda = (0.55 - 0.18)/2 = 0.185m$$

$$M_{dr+} = 1.6 \times 121 \times 0.185/2 = 17.8 \text{ Kn.m}$$

$$M_{dr} = 0.5 \times M_{dr+} = 8.9 \text{ Kn.m}$$

برای قسمت مرکزی ، عکس العمل مورد (پ) با عکس العمل متناسب با غرض پایه تراورس استفاده می شود که در آن ممان خمی از معادله [۴-۲] به دست می آید :

$$M_{dc-} = \gamma_i \cdot P_d \cdot \left( \frac{c}{2} - \frac{L}{2} - \frac{b_1 \cdot L^2 / 8 + b_2 (h^2 + g \cdot h + g^2 / 3)}{b_1 \cdot L / 2 - b_2 (2h - g)} \right)$$

که در آن :

$C$  = فواصل مراکز نشیمنگاه ریل =  $1/5$  متر.

$L$  = طول تراورس =  $2/6$  متر.

$b$  = قسمت باریک شده تراورس =  $0/24$  متر.

$b_2$  = عرض اضافه شده به هر طرف قسمت نشیمنگاه تراورس =  $0/03$  متر.

$h$  = طول قسمت عریض سر تراورس =  $1/00$  متر.

$g$  = طول قسمت مخروطی =  $1/10$  متر.

که منجر می شود به

$$M_{dc-} = 15.2 \text{ Kn.m}$$

$$M_{dc-} = 0.7 \times M_{dc-} = 10.7 \text{ Kn.m}$$

با توجه به ممان مرکزی به دست آمده از نسبت ممان های اینرسی، در معادله [۴-۳] توضیح داده شده و با استفاده از مقدار نوعی  $I_c / I_r = 0.55$

$$M_{dc-} = 1.2 \times M_{dr+} \times$$

که منجر می شود به :

$$M_{dc-} = 11.8 \text{ Kn.m}$$

$$M_{dc+} = 0.7 \times M_{dc-} = 8.2 \text{ Kn.m}$$

این مثال ها و دیگر متغیر ها به صورت فهرست وار در زیر ارائه شده اند :

الف - ۳) محاسبه ممان خمشی طراحی ، تراورس های عرض ثابت با طول ۲/۵ متر

تراورس به طول ۲/۵ متر بالشتک سخت			تراورس با طول ۲/۵ متر بالشتک نرم			(kN)	بار محوری استاتیکی
"TGV"	h/s std	بار	"TGV"	h/s std	بار	(Km/h)	سرعت متناظر
۱۸۰	۲۲۵	۲۵۰	۱۸۰	۲۲۵	۲۵۰		
۳۰۰	۲۰۰	۱۲۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۲۰		
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	(m)	عرض پایه ریل مورد نظر
۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	(m)	طول تراورس
۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	(m)	مراکز نشیمنگاه ریل
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	(m)	عمق در نشیمنگاه ریل
۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	(m)	مقدار لاندا
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	(m)	طول بخش مرکزی
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	(m)	ضریب بالشتک
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	(m)	دامنه سرعت
۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۳۹	(m)	ضریب سرعت
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	(m)	ضریب توزیع <sup>۱</sup>
۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	(m)	ضریب خرابی تکیه گاه
۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۰۷	۱/۰۷	۰/۹۴	(m)	مجموع ضرایب
۱۰۶	۱۳۳	۱۲۷	۹۶	۱۲۱	۱۱۸	(kN)	بار نشیمنگاه ریل = $P_0$
۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	(m)	ضریب ناهمگونی
۱۳/۶	۱۷/۰	۱۶/۲	۱۲/۳	۱۵/۴	۱۵/۰	(kNm)	$M_{dr-}$
-۶/۸	-۸/۵	-۸/۱	-۶/۲	-۷/۷	-۷/۵	(kNm)	$M_{dr-} = 0.5 \times M_{dR+}$
-۱۱/۸	-۱۴/۸	-۱۴-۱	-۱۰-۷	-۱۳-۴	-۱۳-۰	(kNm)	$M_{dc-} Case b$
۸/۳	۱۰/۳	۹/۸	۷/۵	۹/۴	۹/۱	(kNm)	$M_{dc-} = 0.7 \times M_{dc-}$

۱) برای تراورس های C/C کوچکتر از ۶۵ سانتی متر وزن ریل بزرگتر از ۴۶ کیلوگرم

الف - ۴) محاسبه ممان خمسمی طراحی ، تراورس های باریک شده با طول ۲/۶ متر

تراورس به طول ۲/۵ متر . بالشتک سخت			تراورس به طول ۲/۵ متر . بالشتک نرم			(kN)	بار محوری استاتیکی
" TGV "	h/s std	بار	" TGV "	h/s std	بار	(Km/h)	سرعت متناظر
۱۸۰	۲۲۵	۲۵۰	۱۸۰	۲۲۵	۲۵۰		
۳۰۰	۲۰۰	۱۲۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۲۰		
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	(m)	عرض پایه ریل مفروض
۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	(m)	طول تراورس
۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	(m)	مراکز نشیمن گاه ریل
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	(m)	عمق در نشیمن گاه ریل
۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	(m)	مقدار لاندا
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۸	(m)	ضریب بالشتک
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵		دامنه سرعت
۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۳۹		ضریب سرعت
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰		ضریب توزیع <sup>۱</sup>
۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵		ضریب خرابی تکیه گاه
۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۰۱	۱/۰۷	۱/۰۷	۰/۹۴		مجموع ضرایب
۱/۰۶	۱/۳۳	۱۲۷	۹۶	۱۲۱	۱۱۸	(kN)	= $P_d$ بار نشیمن گاه ریل
۱/۶۰	۱/۸۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰		ضریب اختلال
۱۵/۷	۱۹/۷	۱۸/۷	۱۴/۳	۱۷/۶	۱۷/۴	(kNm)	$M_{dr-}$
-۷/۹	-۹/۸	-۹/۴	-۷/۱	-۸/۹	-۸/۷	(kNm)	$M_{dr-} = 0.5 \times M_{dR+}$

۱) برای تراورس های C/C . وزن ریل < 46 Kg . CM 65 >

۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	(m)	$b_1$
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	(m)	$b_1$
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	(m)	$h$
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	(m)	$g$
-۱۳/۴	-۱۶/۸	-۱۶/۰	-۱۲/۲	-۱۵/۲	-۱۴/۸	(kNm)	$M_{dc-}$
۹/۴	۱۱/۸	۱۱/۲	۸/۵	۱۰/۷	۱۰/۴	(kNm)	$M_{dc+} = 0.7 \times M_{dc-}$

## روش جایگزین براساس نسبت ممان ها

| $\cdot / 55$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $-10/4$      | $-13/0$      | $-12/4$      | $-9/4$       | $-11/8$      | $-11/5$      |
| $7/2$        | $9/1$        | $8/7$        | $6/6$        | $8/2$        | $8/0$        |

ممان اینرسی  $M_{dc-} = I/20 \times l_c \times l_2 \times M_{dc-}$   
 $(\text{kNm})$        $M_{dc+} = 0.7 \times M_{dc-}$   
 $(\text{kNm})$

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.