

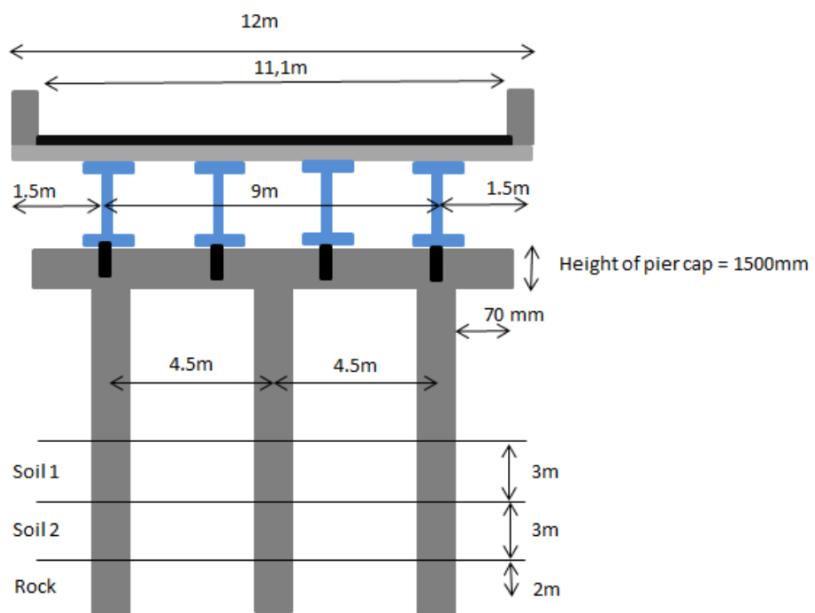


طراحی لرزه‌ای پل

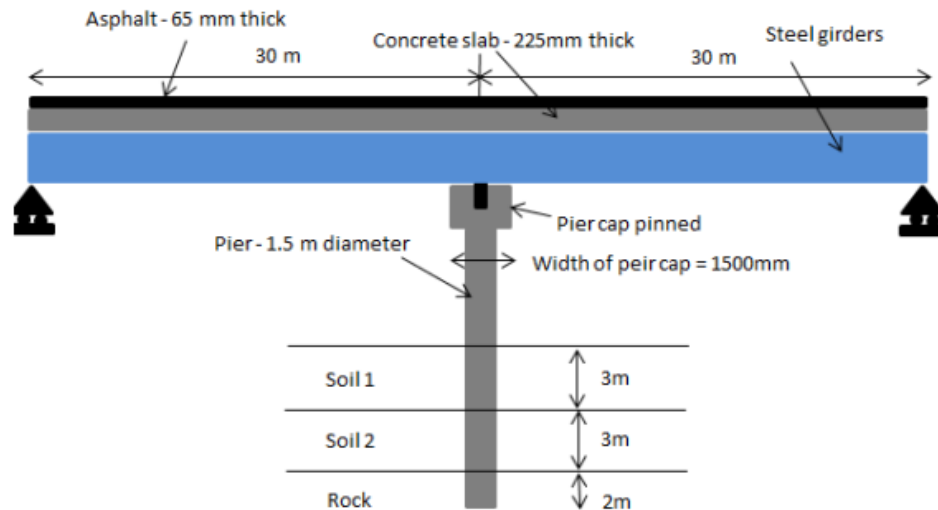
SEISMIC DESIGN OF BRIDGES

Etabs-SAP.ir
مرجع تخصصی طراحی سازه

مشخصات پروژه



Transverse elevation of bridge

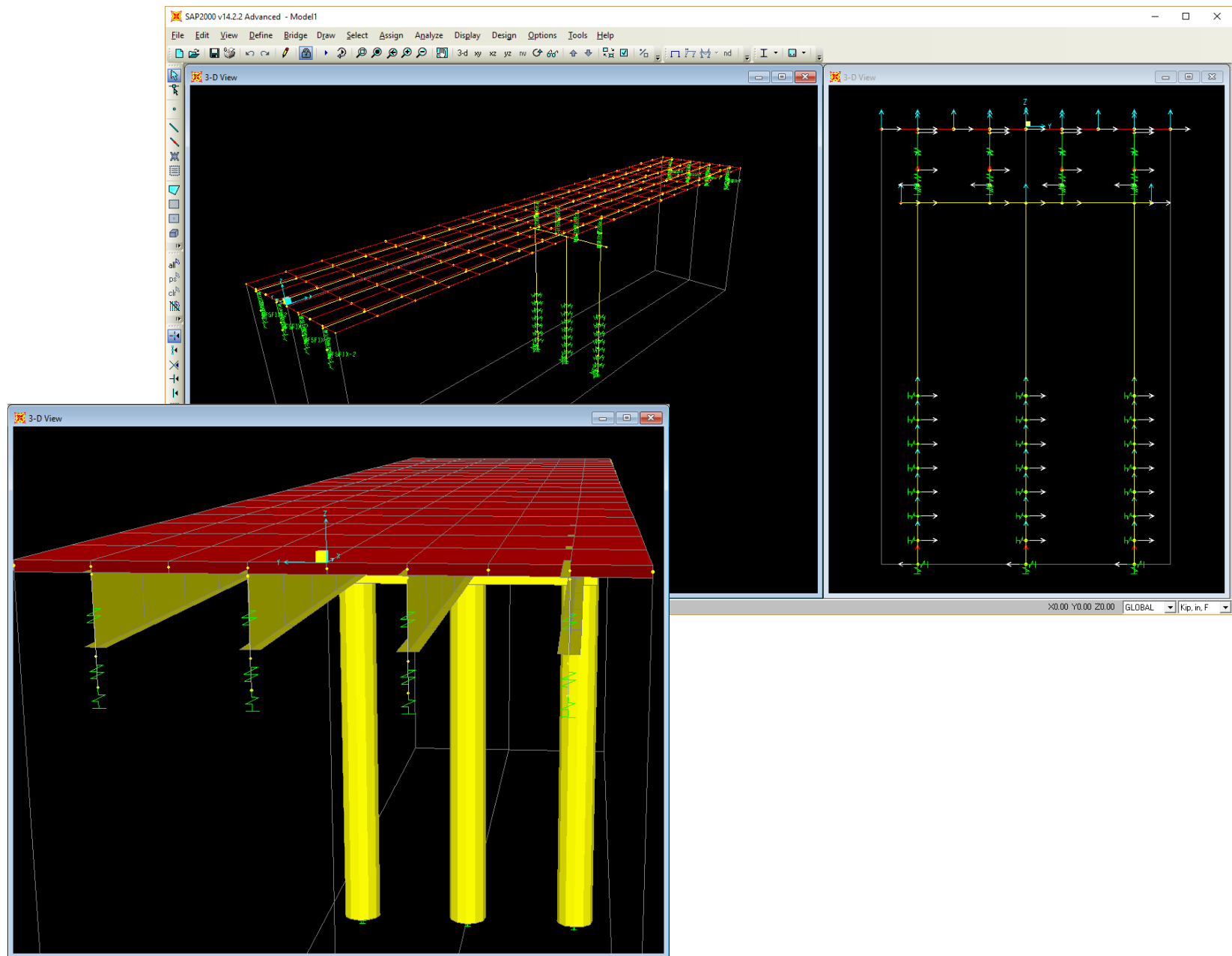


Longitudinal elevation of bridge

Soil springs :

| Depth m | ks kN/m |
|------------|------------|
| 1 | 5,3E+05 |
| 2 | 1,6E+06 |
| 3 | 2,1E+06 |
| 4 | 3,5E+06 |
| 5 | 4,0E+06 |
| 6 | 4,5E+06 |
| 7 | 5,1E+06 |
| 8 | 5,6E+06 |

Soil 1
Soil 2
Rock



پل ها با عرشه فلزی

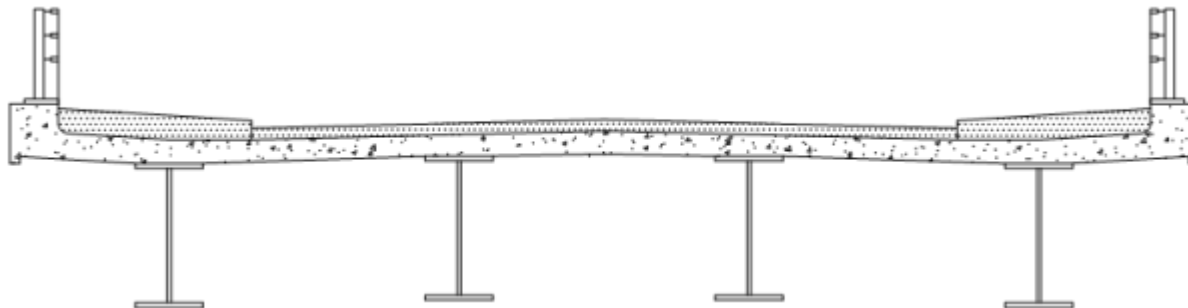
عرشه فلزی:

عرشه فلزی که به نام مقطع مرکب فولاد و بتن (کامپوزیت) شناخته شده است از سه قسمت زیر تشکیل می شود:

تیرهای طولی که به دو دسته مقاطع باز (اشکل) و مقطع بسته (جعبه ای) تقسیم می شوند.

دال بتنی

وسایلی بنام اتصالات برشی که بر بال فوقانی مقاطع فولادی جوش می شوند و در هنگام بتن ریزی داخل بتن مسلح فرو رفته و با اتصال تیرهای فولادی و دال بتنی به یکدیگر باعث می شود که در مقابل لنگرها و برش های وارد شده به صورت یکپارچه عمل کنند.



عرشه فلزی



Steel Bridge Beam Girders



عرشه فلزی با مقطع متغیر



عرشه جعبه‌ای Steel box girder bridges



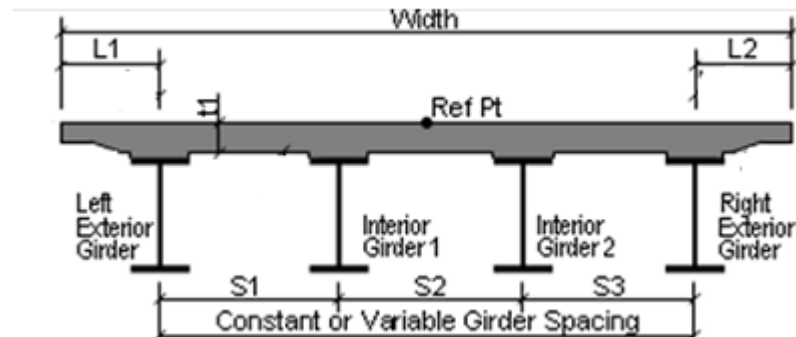
عرشه فلزی Steel girder

مقاطع I شکل در احداث دهانه‌هایی تا حدود ۳۰ متر قابل استفاده می‌باشند و لیکن تیر ورق‌های جعبه‌ای برای استفاده در دهانه‌های بالای ۴۰ متر بسیار مناسب هستند. از لحاظ مسائل خوردگی به خاطر محفوظ بودن داخل تیر ورق جعبه‌ای در مقابل گردش هوا، مقاومت بیشتری نسبت به تیر ورق‌های I دارند. مهمترین مزیت تیر ورق‌های جعبه‌ای نسبت به تیر ورق‌های I شکل، مقاومت پیچشی بسیار بالا می‌باشد.

این مسئله ناشی از بالا بودن مقاومت پیچشی مقاطع بسته نسبت به مقاطع باز است که این امر کمک بسیار زیادی در توزیع عرضی بارها می‌نماید. در یک تیروورق I شکل وقتی بار با خروج از مرکزیت قرار می‌گیرد، اکثر آن توسط تیروورق نزدیک تحمل می‌گردد ولی در تیر ورق‌های جعبه‌ای توزیع بار بین تیر ورق‌های مختلف به مراتب یکنواخت‌تر است. همچنین بالا بودن مقاومت پیچشی باعث راحتی حمل و نصب تیروورق‌های جعبه‌ای می‌گردد.

عرشه فلزی Steel girder

در تعیین ابعاد جان و بال تیرهای فولادی از بند ۶.۱۰.۲ آشتو استفاده می‌شود.



عرشه فلزی Steel girder

| | |
|---|---|
| <p>Web proportions per Article</p> <p>AAsho 6.10.2.1</p> | $\frac{D}{t_w} \leq 150 (\text{webs without Longitudinal Stiffeners})$ <p>Eq 6.10.2.1.1 - 1</p> $\frac{D}{t_w} \leq 300 (\text{webs with Longitudinal Stiffeners}) \text{ Eq 6.10.2.1.2 - 1}$ |
| <p>Flange proportions per Article</p> <p>AAsho 6.10.2.2</p> | $\left\{ \begin{array}{l} \frac{b_f}{2t_f} \leq 12/0 \rightarrow \text{Eq 6.10.2.2 - 1} \\ b_f \geq \frac{D}{6} \rightarrow \text{Eq 6.10.2.2 - 2} \\ t_f \geq 1/16 t_w \rightarrow \text{Eq 6.10.2.2 - 3} \end{array} \right.$ |

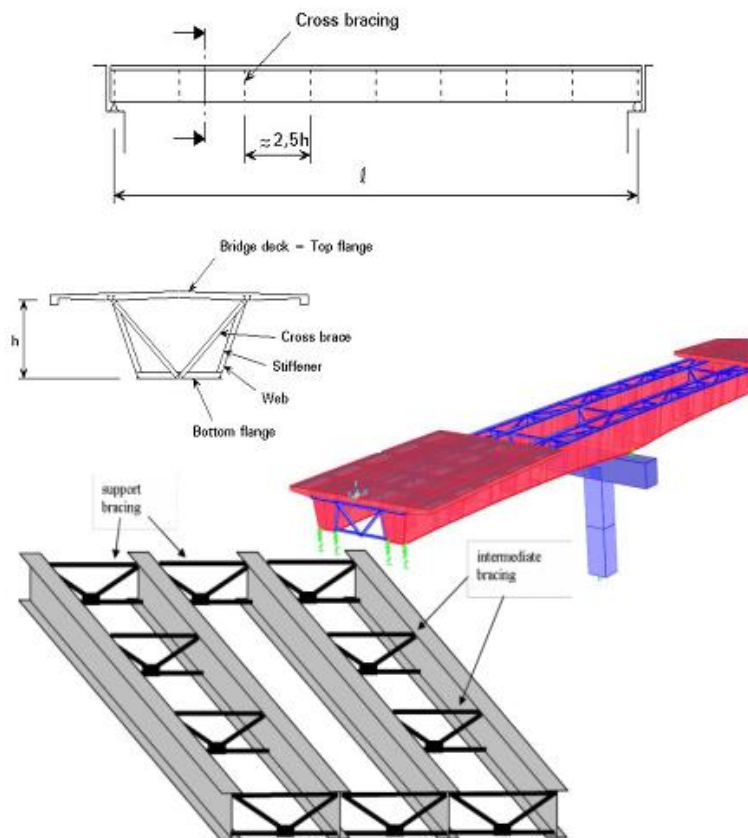
در روابط فوق، D عمق مقطع، t_w ضخامت جان، b_f عرض بال و t_f ضخامت بال می باشد.

عرشه فلزی Steel girder

برای مقابله با هرگونه تغییر شکل جانبی و پیچشی تیورورق، در هنگام حمل، نصب و خدمت‌دهی از سه نوع سیستم مهاربندی برای آنها استفاده می‌شود. سیستم اول مهاربندی داخلی عرضی می‌باشد که غالباً از دو نبشی به صورت ضربدری و یا اشکال دیگر V استفاده می‌شود.

نیمرخ لازم برای مهاربند با توجه به الزامات لاغری حداقل تعیین می‌گردد. سیستم دوم، مهاربندی داخل بال فوقانی است که در صفحه افق و در امتداد بال فوقانی تیورورق انجام می‌شود. وظیفه این مهاربندی جلوگیری از تغییر شکل پیچشی مقطع تیورورق جعبه‌ای، قبل از بتن‌ریزی و گرفتن بتن است. توجه به این نکته لازم است که تیورورق جعبه‌ای قبل از بتن‌ریزی به صورت مقطع باز عمل می‌نماید و در هنگام حمل و نصب ممکن است در آن تغییر شکل‌های پیچشی قابل توجهی به وجود آید.

عرشه فلزی Steel girder



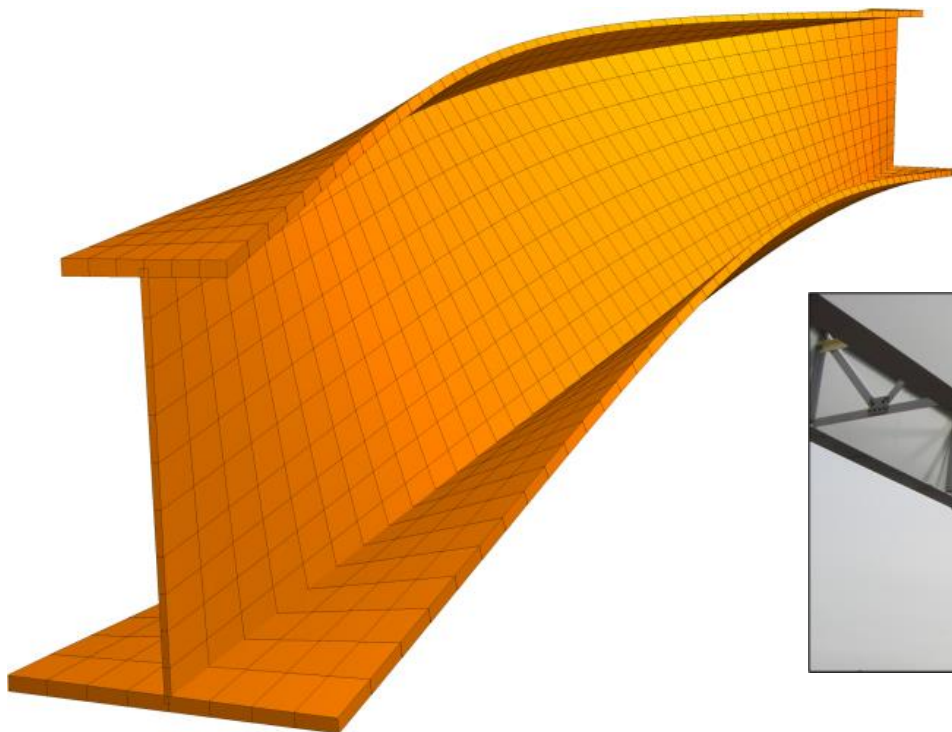
زاویه قطری مهاربندی به صورت ۴۵ درجه انتخاب می شود. سطح مقطع هر دیافراگم از رابطه زیر بدست می آید:

$$A_b = 0.075b$$

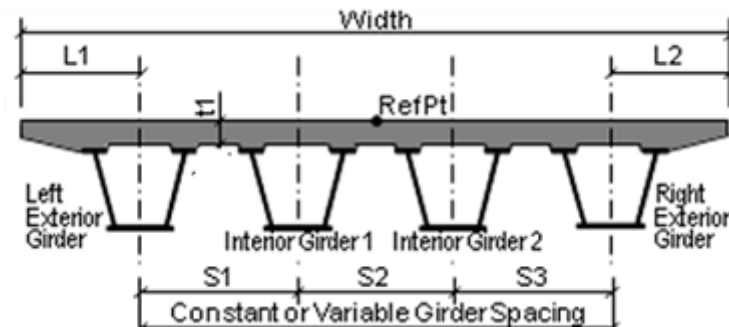
در رابطه فوق، b عرض بال تحتانی بر حسب سانتیمتر و A_b سطح مقطع مهاربند بر حسب سانتیمتر مربع می باشد. سیستم مهاربندی سوم، مهاربندی خارجی بین بال های تحتانی تیرورق های مجاور می باشد که در صفحه افقی انجام می شود.



کمانش پیچشی جانبی



عرشه کامپوزیت، متشکل از باکس فلزی و دال بتنی درجا



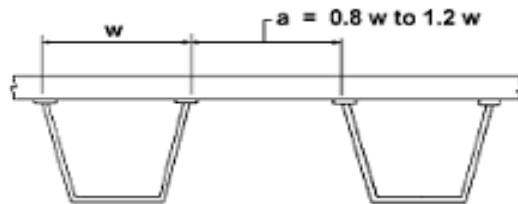
برای تعیین عمق عرشه کامپوزیت از بند ۲.۵.۲.۶.۳ آشتو استفاده می شود.

باکس فلزی و دال بتنی

| <i>Superstructure</i> | | <i>Minimum Depth (Including Deck)</i> | |
|-----------------------|--|---------------------------------------|-------------------------|
| <i>Material</i> | <i>Type</i> | <i>Simple Spans</i> | <i>Continuous Spans</i> |
| <i>Steel</i> | <i>Overall Depth of composite I-Beam</i> | $D = 0/04L$ | $D = 0/032L$ |
| | <i>Depth of I-Beam portion of Composite I-Beam</i> | $D = 0/033L$ | $D = 0/027L$ |

باکس فلزی و دال بتنی

ضخامت دال بتنی (t_1) در حدود ۲۵-۳۵ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.
فاصله بین فلنجهای فوقانی برابر است با:



شکل ۸- تعیین فاصله محور به محور بالهای فوقانی (AASHTO 6-11-2-3)
طول کنسولهای کناری (L_1) و (L_2) نباید بزرگتر از دو مقدار زیر در نظر گرفته شود:

$$L_{1,2} \text{ shall not be greater than: } \begin{cases} 60\%a \rightarrow a = 0.8w \text{ to } 1.2w \\ 1/8m \end{cases} \rightarrow \text{AASHTO 6.11.2.3}$$

باکس فلزی و دال بتنی

در تعیین ابعاد جان و بال باکس فولادی از بند ۶.۱۱.۲ آشتو استفاده می‌شود.

| | |
|--|---|
| <p><i>Web proportions per Article</i></p> <p>AAsho 6.11.2.1</p> | $\frac{D}{t_w} \leq 150 (\text{webs without Longitudinal Stiffeners})$ <p>Eq 6.11.2.1.2 - 1</p> $\frac{D}{t_w} \leq 300 (\text{webs with Longitudinal Stiffeners}) \text{ Eq 6.11.2.1.3 - 1}$ |
| <p><i>Flange proportions per Article</i></p> <p>AAsho 6.11.2.2</p> | $\begin{cases} \frac{b_f}{2t_f} \leq 12/0 \rightarrow \text{Eq 6.11.2.2 - 1} \\ b_f \geq \frac{D}{6} \rightarrow \text{Eq 6.11.2.2 - 2} \\ t_f \geq 1/1 t_w \rightarrow \text{Eq 6.11.2.2 - 3} \end{cases}$ |

بارگذاری پل ها

انواع بارهای وارد بر پل ها

- بار های دائمی (مرده)
 - وزن آسفالت، خاکریز، دال، تیر، ستون، سر ستون
- بار بهره برداری (زنده)
 - بار کامیون
 - بار تانک
 - بار کامیون تانک بر
- بار زلزله و باد
- بار ترمز
- بار جریان آب
- آثار حرارتی، تغییر دما، خزش و جمع شدگی
- بار اجزا و ملحقات پل

الف) بار مرده دائمی

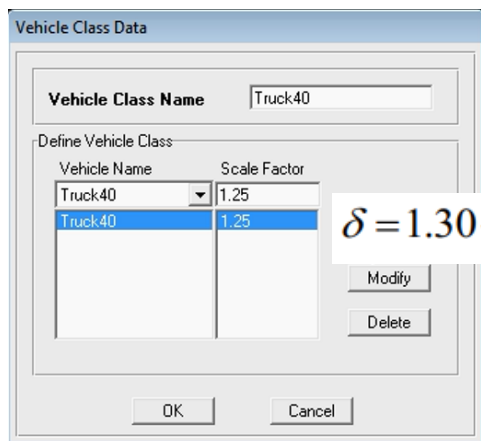
1- وزن دال (T=20cm)

$$0.20 \times 2.5 = 0.5 \quad \text{ton/m}^2$$

2- وزن آسفالت (T=10cm)

$$0.1 \times 2.2 = 0.22 \quad \text{ton/m}^2$$

3- وزن نرده های پیارو 0.15 ton/ml فرض می شود .



$$\delta = 1.30 - 0.005L - 0.15h \geq 1$$

بار ضربه :

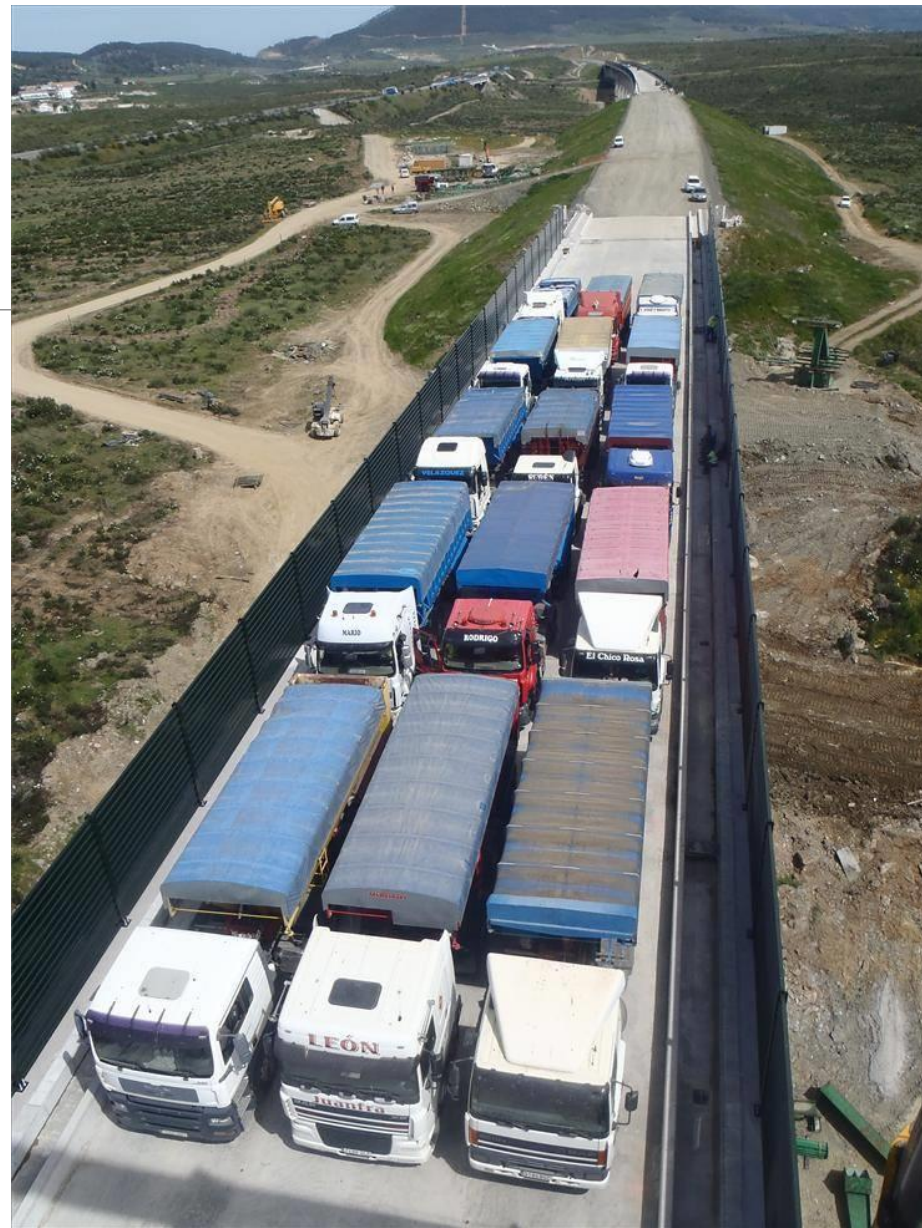
بار پیاده رو : برابر آیین نامه $200 \frac{kg}{m^2}$ می باشد .

$$F_f = 20 + 0.7L \leq 40$$

اثر ترمز

$$F_F = 20 + 0.7 \times 14 \cong 29.8 \leq 40 \rightarrow F_f = 29.8 \text{ ton}$$

بار باد : برابر آیین نامه $250 \frac{kg}{m^2}$ می باشد .







آیین نامه ی بارگذاری آشتو

آیین نامه بارگذاری پلهای راه آشتو (HS20)

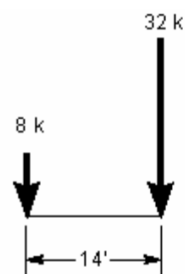
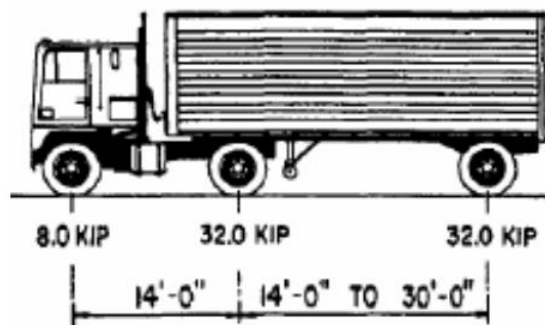
این آیین نامه، بار وارد بر پل را به دو قسمت کامیون استاندارد و بار معادل خطی تقسیم می کند.

■ بار کامیون استاندارد

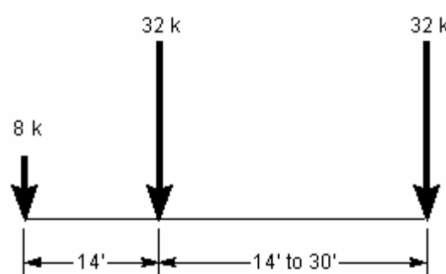
■ بار معادل خطی

آیین نامه ی بارگذاری آشتو

الف) بارگذاری کامیون استاندارد



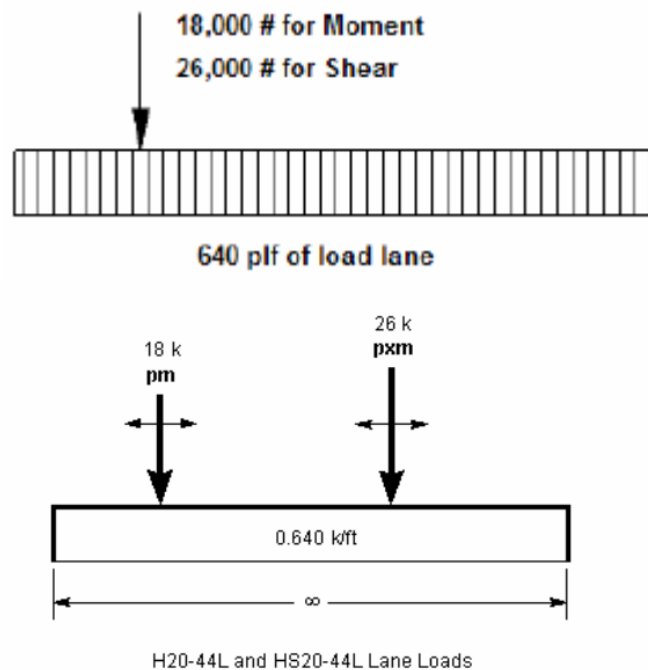
H20-44 Truck Load



HS20-44 Truck Load

آیین نامه ی بارگذاری آشتو

ب) بار معادل خطی



آیین نامه ی بارگذاری آشتو

برای بار معادل خطی، یک بار متمرکز تیغه ای به عرض ۳ متر با مقدار ۱۸ کیلوپوند، یا ۸/۲ تن برای لنگر، و مقدار ۲۶ کیلو پوند یا ۱۱/۲ تن برای برش، همزمان با بار معادل بر پل اثر می کنند. همچنین ضریب ضربه برابر $(L+125)/50$ در نظر گرفته می شود، که L برابر طول دهانه ی پل بر حسب فوت می باشد. اگر این ضریب ضربه را بر حسب متر بیان کنیم، به رابطه $15.24/(L+38)$ می رسیم. که حداکثر ۳۰ درصد باید باشد. سیستم بارگذاری H یک کامیون دو محوره و سیستم HS ، یک تراکتور (اسب) دو محوره بعلاوه یک کفی یک محوره در پشت آن را معرفی می کند.

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

سه نوع بار در نظر گرفته می شود، که هر کدام از بارها تولید برش یا لنگر بیشتر کنند، ملاک طراحی می باشند.



جمهوری اسلامی ایران

آیین نامه طرح پلهای راه و راه آهن در برابر زلزله

نشریه شماره ۴۶۳

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
دفتر مطالعات فناوری و ایمنی
www.rahiran.ir

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir/>

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

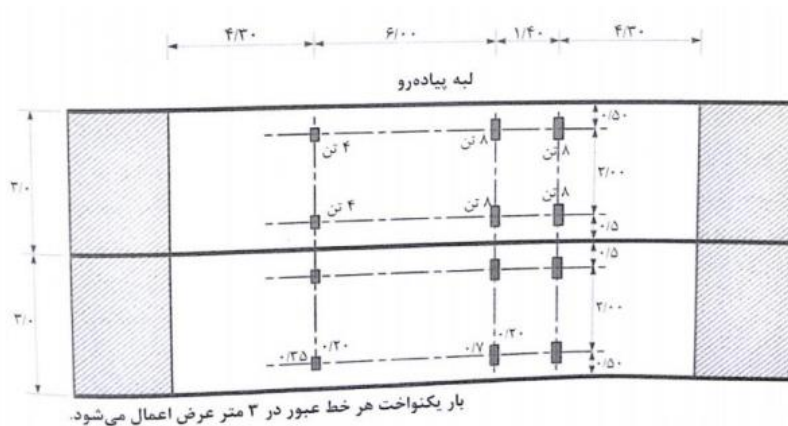
بار نوع اول

این بارگذاری که به بار عادی نیز معروف است. تحت اثر محورهای سنگین، و اثر قطار کامیون ها و وسایل نقلیه معمولی ایجاد می شود. بار عادی هر خط عبور شامل دو قسمت است.

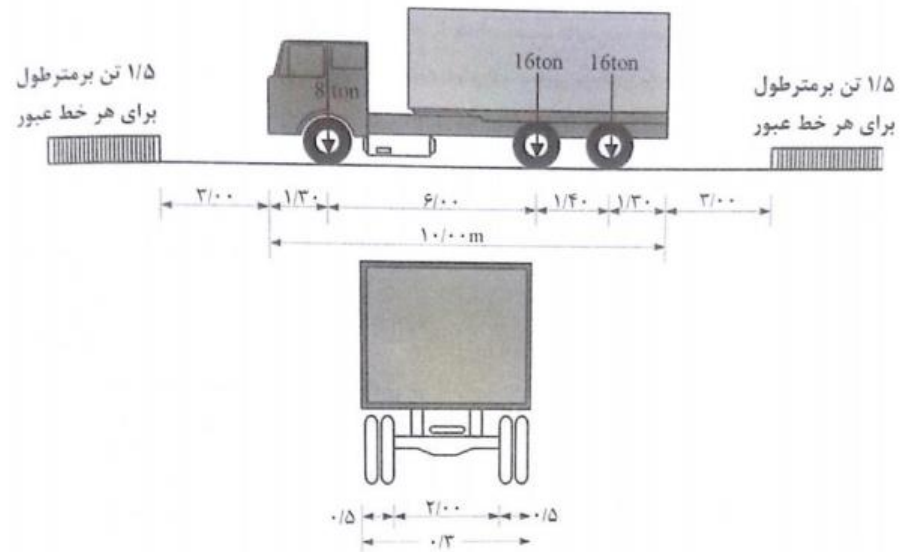
الف) یک کامیون به وزن ۴۰۰ کیلو نیوتن و به طول ۱۰ متر که ۳ متر جلو و ۳ متر عقب آن خالی است.

کامیون محاسباتی ایران دارای ۴۰۰ کیلو نیوتن وزن و سه محور می باشد. و وزن محور جلو ۸۰ کیلو نیوتن و دو محور عقب، هر یک ۱۶۰ کیلو نیوتن فرض می شود. فاصله قرارگیری مرکز چرخها از لبه ی پیاده رو و یا جدول برابر ۰/۵ متر و فاصله عرضی دو کامیون مساوی ۱ متر است.

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران



نحوه توزیع بار کامیون 40 ton در عرض سواره رو



شکل ۲-۳- بار بهره برداری عادی (کامیون ۴۰ تن)

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

ب) در بقیه طول خط عبور بار یکنواختی به میزان ۱۵ کیلو نیوتن بر متر که به طور پیوسته یا ناپیوسته و به طول های لازم که بحرانی ترین اثر را داشته باشد قرار داده می شود.

در مورد پل های عریض در صورتی که به منظور حصول شرایط بحرانی، خطوط متعدد بارگذاری اعمال شود باید ضریب کاهش مربوط به احتمال همزمانی بارها را در نیروهای داخلی ایجاد شده اعمال نمود.

بار کامیون استاندارد

General Vehicle Data

Vehicle name: Units:

Floating Axle Loads:

| | Value | Width Type | Axle Width |
|---------------------|----------------------------------|--|----------------------|
| For Lane Moments | <input type="text" value="0.0"/> | <input type="text" value="One Point"/> | <input type="text"/> |
| For Other Responses | <input type="text" value="0.0"/> | <input type="text" value="One Point"/> | <input type="text"/> |

☐ Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

Usage:

☒ Lane Negative Moments at Supports
☒ Interior Vertical Support Forces
☒ All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load

Lane Exterior Edge:
 Lane Interior Edge:

Length Effects

Axle:
 Uniform:

Loads

| Load Length Type | Minimum Distance | Maximum Distance | Uniform Load | Uniform Width Type | Uniform Width | Axle Load | Axle Width Type | Axle Width |
|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------------|---------------|-----------|-----------------|------------|
| Trailing Load | Infinite | | 1.5 | Zero Width | | | | |
| Leading Load | Infinite | | 1.5 | Zero Width | | 0.8 | One Point | |
| Fixed Length | 4.3 | 0 | 0 | Zero Width | | 16 | One Point | |
| Fixed Length | 6 | 0 | 0 | Zero Width | | 16 | One Point | |
| Fixed Length | 1.4 | 0 | 0 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 4.3 | 0 | 0 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Trailing Load | Infinite | | 1.5 | Zero Width | | | | |

☐ Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only Straddle Reduction Factor:
☐ Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

بار نوع دوم

بار متمرکزی که معادل ۸۰ کیلو نیوتن بوده و سطح اثر آن مربعی به ابعاد ۳۰ سانتیمتر فرض می شود و موقعیت آن در محدوده ی سواره رو متغیر است.

بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

بار نوع سوم

در طرح پلهایی که امکان عبور تانک یا تریلی تانک بر وجود داشته باشد. باید اثر بار غیر عادی شامل دو نوع بار نظامی به شرح زیر در محاسبات منظور شود.

General Vehicle Data

Vehicle name: Units:

Floating Axle Loads

| | Value | Width Type | Axle Width |
|---------------------|--------------------------------|--|----------------------|
| For Lane Moments | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="One Point"/> | <input type="text"/> |
| For Other Responses | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="One Point"/> | <input type="text"/> |

☐ Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

Usage

☒ Lane Negative Moments at Supports
☒ Interior Vertical Support Forces
☒ All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load

Lane Exterior Edge:
 Lane Interior Edge:

Length Effects

Axle: [Modify/Show...](#)
 Uniform: [Modify/Show...](#)

Loads

| Load Length Type | Minimum Distance | Maximum Distance | Uniform Load | Uniform Width Type | Uniform Width | Axle Load | Axle Width Type | Axle Width |
|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------------|---------------|-----------|-----------------|------------|
| Fixed Length | 3.5 | | 20 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 3.5 | | 20 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 26.5 | | 0 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 3.5 | | 20 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 26.5 | | 0 | Zero Width | | 0 | One Point | |
| Fixed Length | 3.5 | | 20 | Zero Width | | 0 | One Point | |

[Add](#) [Insert](#) [Modify](#) [Delete](#)

☐ Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only Straddle Reduction Factor:
☐ Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

[OK](#) [Cancel](#)

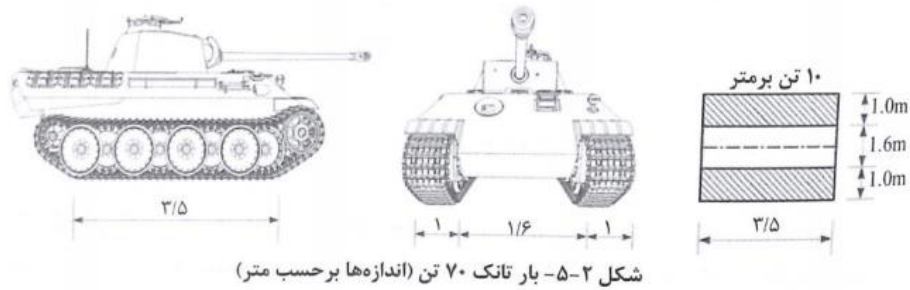
بارگذاری پیشنهادی آیین نامه ی ایران

الف) بار تانک

این بار به میزان ۷۰۰ کیلو نیوتن روی دو زنجیر به ابعاد $۳/۵ * ۱$ متر در نظر گرفته می شود. در هر قسمت از عرض سواره رو پل تنها یک تانک قرار می گیرد. در امتداد طول پل، فاصله وسط تا وسط تانک های متوالی ۳۰ متر منظور می شود.

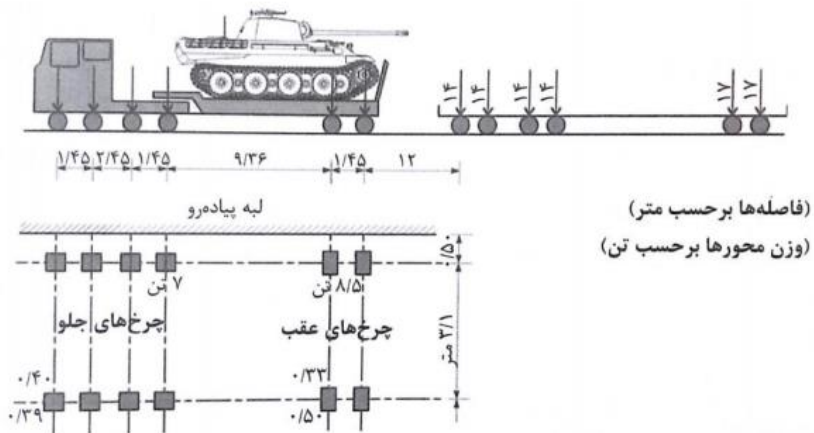
ب) این وسیله نقلیه که برای حمل تانک مورد استفاده قرار می گیرد دارای ۶ محور به وزن کل ۹۰۰ کیلو نیوتن می باشد. و در عرض پل تنها یک تریلی و در طول پل حداکثر دو دستگاه تریلی تانک بر با حداقل فاصله متوالی بین چرخها برابر ۱۲ متر می باشد.

1. بار تانک 70 ton



بار تانک و کامیون تانک بر

2. بار تریلی تانک بر



ضریب همزمانی بارها

تبصره ۳-۱ ضریب کاهش به مناسبت همزمانی بارها

در مورد پل‌های عریض در صورتی که به منظور حصول شرایط بحرانی، خطوط متعدد بارگذاری شوند، باید یک ضریب کاهش مربوط به احتمال همزمانی بارها بشرح زیر در نیروهای داخلی حاصل اعمال گردد:

| | |
|-------------------------------|----------------|
| بارگذاری یک یا دو خط عبور | ضریب کاهش ۱ |
| بارگذاری سه خط عبور | ضریب کاهش ۰/۹ |
| بارگذاری چهار خط عبور و بیشتر | ضریب کاهش ۰/۷۵ |

ضریب همزمانی بارها

Load Case Data - Moving Load

Load Case Name:

Notes:

Load Case Type:

Stiffness to Use:

☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State

☐ Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

MultiLane Scale Factors

| Number of Lanes Loaded | Reduction Scale Factor |
|------------------------|------------------------|
| 1 | 1 |

Loads Applied

| Assign Number | Vehicle Class | Scale Factor | Min Loaded Lanes | Max Loaded Lanes | Lanes Loaded |
|---------------|---------------|--------------|------------------|------------------|--------------|
| 1 | Truck40 | 1 | 0 | 0 | All |

Lanes Loaded for Assignment 1

List of Lane Definitions

Selected Lane Definitions

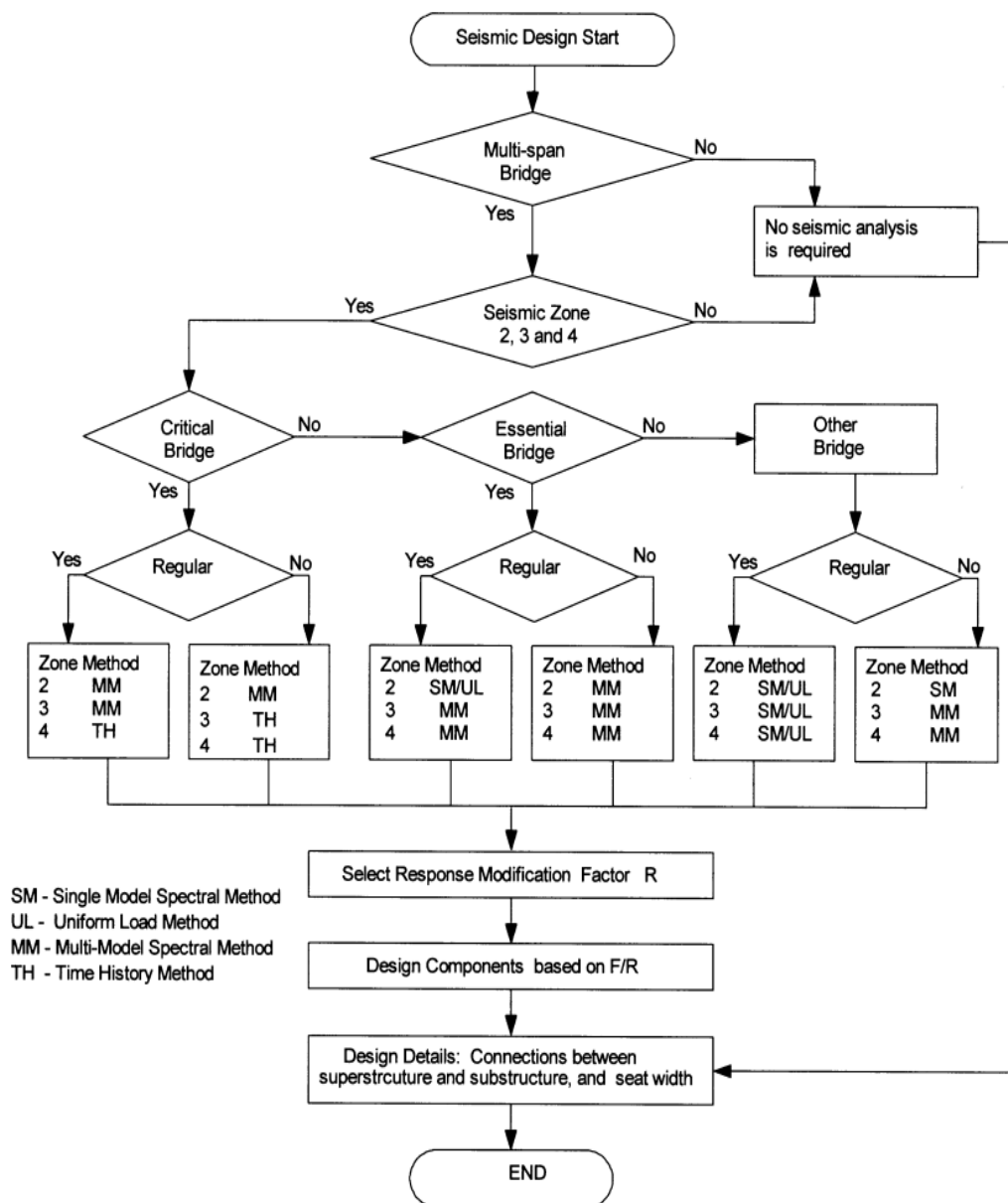
LANE1

بار زلزله

SEISMIC LOAD



فلوچارت طراحی پل - آیین نامه ی AASHTO



ضریب نیروی زلزله

نحوه ی به دست آوردن نیروهای لرزه ای در پل ها:

نیرو های لرزه ای ضریبی از وزن سوپراستراکچر هستند و به صورت افقی به پل وارد می شوند:

$$C_{sm} = \begin{cases} \frac{1.25AS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5A & \text{for Soil III, IV, and nonfundamental } T_m < 0.3s \\ A(0.8 + 4T_m) & \text{for Soil III, IV, and } T_m > 0.4s \\ 3AST_m^{0.75} & \text{for Soil III, IV, and } T_m > 0.4s \end{cases}$$

| ضریب S | نوع خاک |
|--------|---------|
| ۱ | ۱ |
| ۱.۲ | ۲ |
| ۱.۵ | ۳ |
| ۲ | ۴ |

C_{sm} ضریب نیروی لرزه ای

A ضریب شتاب منطقه بر حسب سطح خطر مورد نظر

ضریب رفتار پل ها

جدول ۳: ضریب رفتار (R)

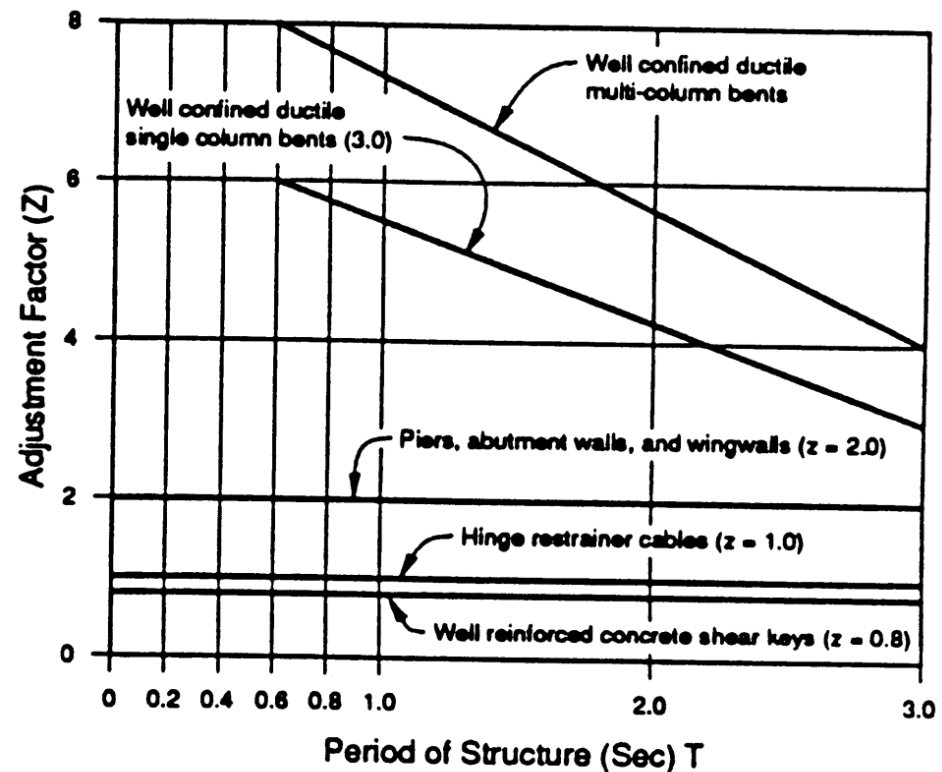
| R | اتصالات ^۴ | R | زیرسازه ^۱ |
|-----|--|---|--|
| ۰/۸ | - اتصال روسازه به کوله | ۲ | - پایه های دیواری ^۲ |
| ۰/۸ | - درز انبساط واقع در دهانه روسازه | ۵ | - قاب چند ستونی |
| | | ۳ | - تک ستونها |
| ۱/۰ | - اتصال ستونها، پایه ها یا قاب شمعها به تیر سرستون، تیر سرشمع (Cap Beam) یا روسازه | ۳ | - شمع ستون بتن آرمه (قاب هایی که ستونهای آنها را شمع تشکیل می دهد) |
| ۱/۰ | - اتصال ستونها یا پایه ها به شالوده | ۲ | (a) فقط شمعهای قائم (b) دارای حداقل یک شمع مایل - قاب شمعهای فولادی یا مرکب (فولاد و بتن آرمه) |
| | | ۵ | (c) فقط شمعهای قائم (d) دارای حداقل یک شمع مایل |
| | | ۳ | - شالوده ها، سرشمعها و شمعها ^۳ |
| | | | نصف مقدار R که در محاسبه پایه ها به کار برده شده است |

۱: ضریب R بدست آمده باید در هر دو جهت عمود بر هم به زیرسازه اعمال گردد.

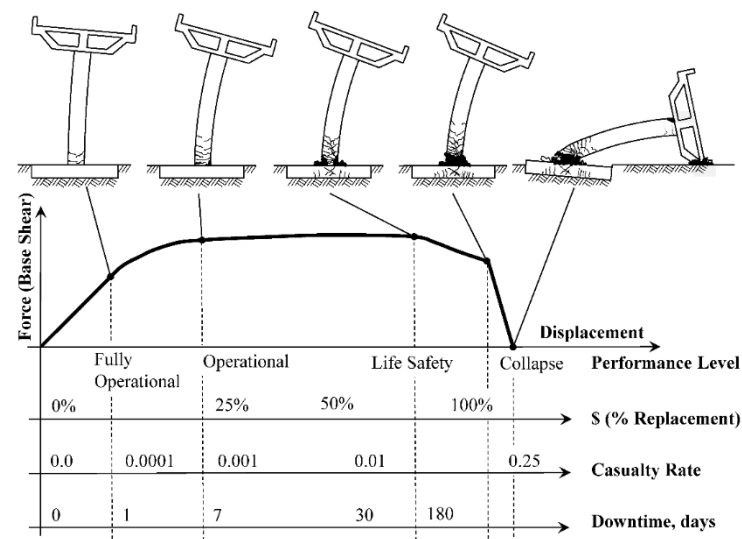
۲: پایه دیواری را می توان در جهت ضعیف بصورت ستون، طراحی نمود مشروط بر اینکه کلیه ضوابط مربوط به طراحی ستونها مانند دورپیچ، زاویه خم و ... رعایت شده باشند. در چنین شرایطی می توان از ضریب R برای تک ستون در جهت ضعیف استفاده کرد.

۳: قسمتهایی از شمع ها و سرشمعها که بالای تراز آب یا خاک می باشند، پایه تلقی شده و سایر قسمتهای زیر آن شالوده، سرشمع و شمع تلقی می گردند.

۴: اتصالات به سیستمهای مکانیکی اطلاق می شود که نیروهای برشی و محوری را از یک عضو به عضو دیگر سازه منتقل می کند. این وسیله عموماً شامل اتصالات خمشی نمی شود و بنابراین فقط سیستم تکیه گاهی و برش گیرها را شامل می شود.



طراحی لرزه‌ای و عملکردی



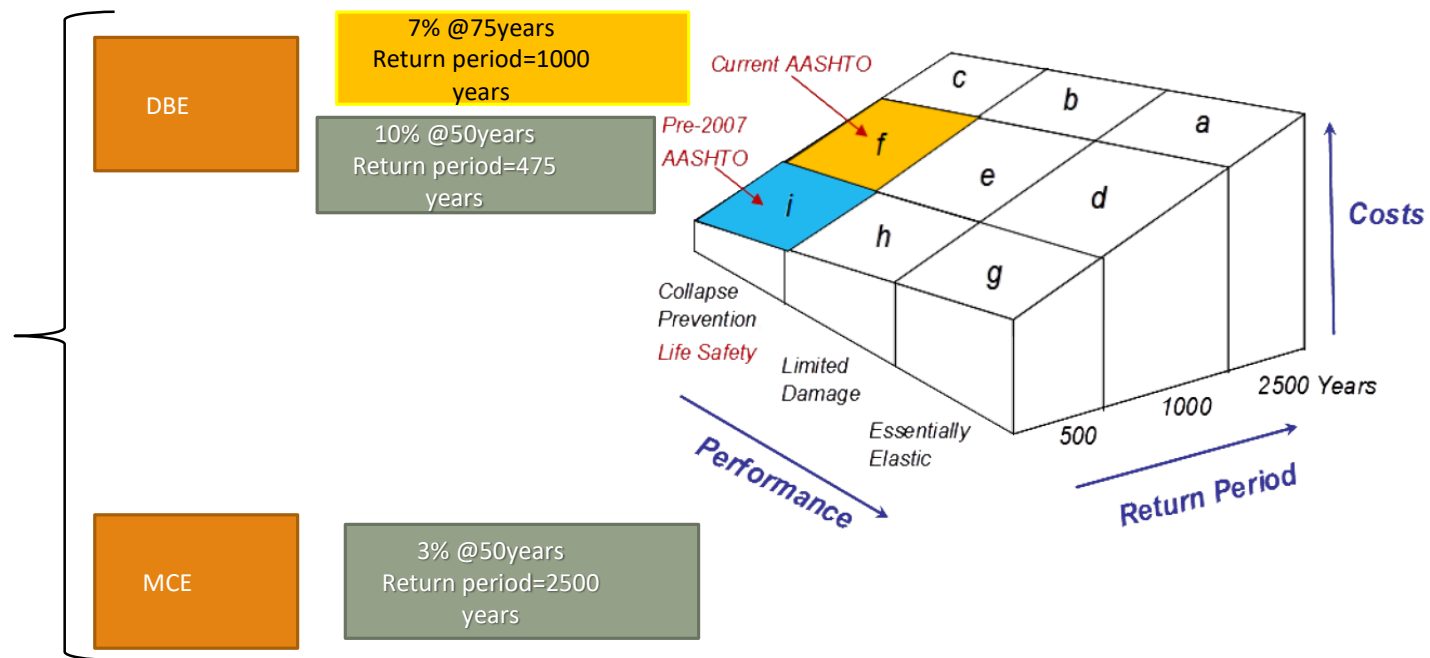
SEISMIC & PERFORMANCE BASED DESIGN

تقریبا در تمام آیین نامه های پل سازی، دو سطح عملکرد برای پل های در نظر گرفته می شود؛ سطح سرویس و سطح خسارت قابل قبول.

خسارت قابل قبول از نظر آیین نامه آشتو به معنای تسلیم خمشی پایه های می باشد (نه تسلیم برشی)، همچنین این تسلیم خمشی باید قابل شناسایی (بالای زمین و سطح آب) قابل بازرسی و قابل تعمیر باشد. همه ی انواع خسارت ها اعم از فونداسیون، کوله ها، کلیدهای برشی، اتصالات، تکیه گاه ها و عرشه قابل قبول نمی باشد. اما برخی از آیین نامه اجازه ی تسلیم در شمع، کوله و back Wall را می دهند.

دوره ی بازگشت زلزله ی طراحی در آیین نامه ی آشتو قبل از سال ۲۰۰۷ برابر با ۴۷۵ سال بود(احتمال ۱۰ درصد در ۵۰ سال) ولی در ویرایش های کنونی، دوره ی بازگشت زلزله ی طراحی را ۱۰۰۰ سال(احتمال تجاوز ۷ درصد در ۵۰ سال) در نظر می گیرد.

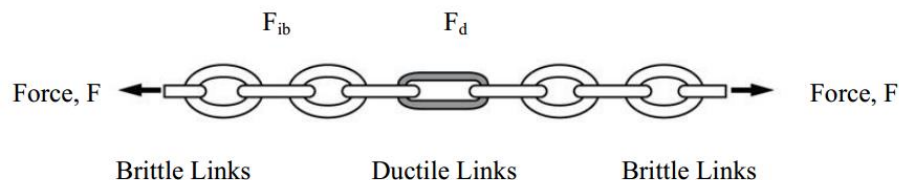
دوره ی بازگشت سطح خطر ۲ در آیین نامه ی آشتو برابر با ۲۵۰۰ سال در نظر گرفته می شود که برابر با احتمال تجاوز ۳ درصد در ۵۰ سال می باشد.



زنجیره‌ی Priestley و Pauly

اگر مسیر انتقال نیرو در اعضای یک پل (مانند تیر و ستون، فونداسیون، کوله‌ها و...) را مثل یک زنجیر تصور کنیم، چنانچه حلقه‌ی ترد مقاومت کمتری از حلقه‌های شکل پذیر داشته باشد، سازه رفتار تردی خواهد داشت؛ چرا که حلقه‌ی ترد در اثر افزایش نیرو زودتر خراب شده و مانع از افزایش تنش در سایر اعضا می‌شود.

در صورتی می‌توان از پل انتظار رفتار شکل پذیر داشت که حلقه‌ی ترد (اعضای ترد) مقاومت بالاتری نسبت به اعضای شکل پذیر داشته باشند



سیستم های مقاوم در برابر زلزله

سه رویکرد اصلی در طراحی سیستم کلی پل ها برای زلزله ی طرح وجود دارد:

رویکرد اول : ساب استراکچر شکل پذیر و سوپر استراکچر الاستیک

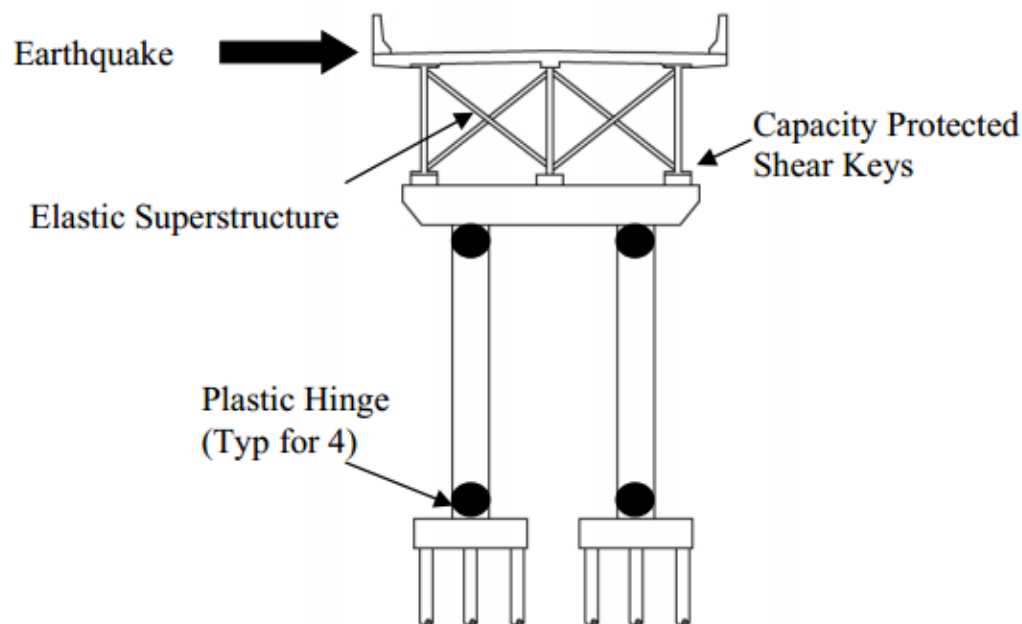
رویکرد دوم: در مواقع ضروری ساب استراکچر الاستیک و سوپر استراکچر شکل پذیر

رویکرد سوم: ساب استراکچر و سوپر استراکچر در حالت الاستیک همراه با المان های فیوز

رویکرد اول

رویکرد اول : ساب استراچر شکل پذیر و سوپر استراچر الاستیک

این رویکرد به علت آنکه مانع از وارد شدن خسارت به سوپر استراچر می شود، بسیار مطلوب است. بسیار از آیین نامه به این روش تمرکز می کنند

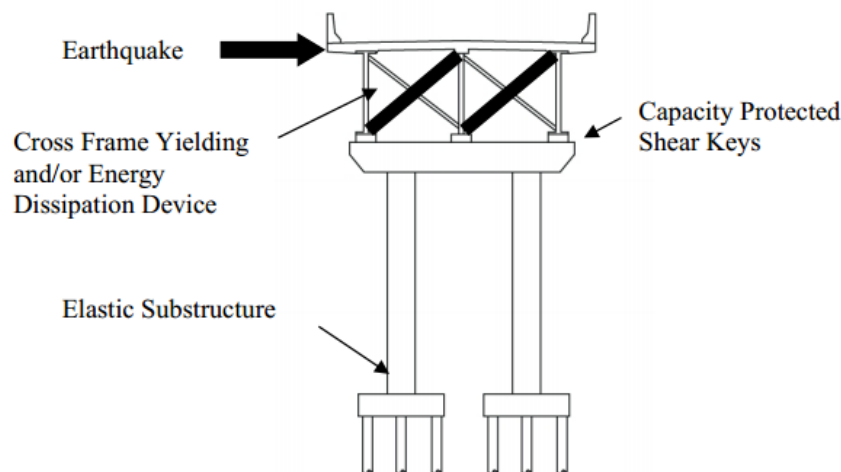


رویکرد دوم

رویکرد دوم: در مواقع ضروری ساب استراکچر الاستیک و سوپر استراکچر شکل پذیر

این یک رویکرد جدید می باشد برای طراحی پل ها که در ابتدا فقط برای اهداف بهسازی مورد استفاده قرار می گرفت . این رویکرد فقط در جهت عرضی و فقط برای پل هایی که به وسیله ی تیر ورق ها ساخته شده باشند قابل استفاده می باشد. تیرورق هایی که انتظار پلاستیک شدن از آنها می رود می بایست از ظرفیت شکل پذیری مناسبی برخوردار باشند. همانطور که در شکل زیر نمایش داده می شود، اعضای قطری تمام نیروی لرزه ای در جهت عرضی را مستهلک می کنند.

به دلیل آنکه این رویکرد فقط در جهت عرضی موثر می باشد می بایست در جهت طولی پل نیز سیستم مقاوم لرزه ای مناسبی تعبیه گردد.



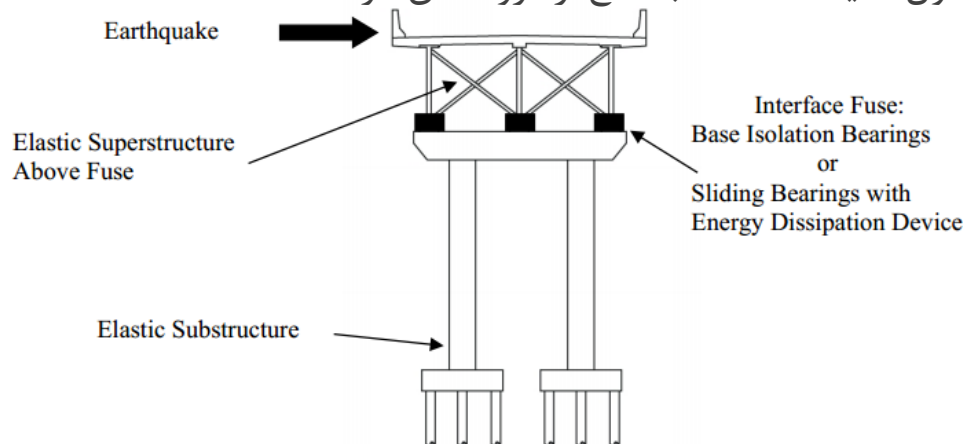
رویکرد سوم

رویکرد سوم: ساب استراکچر و سوپر استراکچر در حالت الاستیک همراه با المان های فیوز

در این رویکرد با قراردادن المان المان فیوز در فصل مشترک ساب استراکچر و سوپر استراکچر ، ظرفیت جابجایی لرزه ای تامین می گردد

سیستم رایجی که برای این المان ها استفاده می شوند، میراگرهای لرزه ای می باشد که علاوه بر شکل پذیری جانبی، میرایی و استهلاک انرژی نیز در این سیستم وجود دارد.

البته می توان از یک کلید برشی به عنوان فیوز هم استفاده کرد که پس از وارد شدن نیروی زیادی به آن وارد عمل شود. که در این حال می بایست با تامین طول تکیه گاه مناسب مانع از فروافتادن عرشه شد.



تحلیل غیرخطی

◦ طول مفصل پلاستیک:

طول مفصل پلاستیک در حالت سوم و یا در حالتی که از پی منفرد گیردار استفاده گردد

(mm, MPa)

$$A = L_p = 0.08L + 0.022f_{ye} \times d_{bl} > 0.044f_{ye} \times d_{bl}$$

طول مفصل پلاستیک در حالت اول

$$L_p = D^* + 0.08H_{o-max}$$

طول مفصل پلاستیک در حالتی که بالای پایه به صورت شعله ای باشد و با میراگر از عرشه جدا شده باشد:

(mm, MPa)

$$L_p = G + 0.044f_{ye} \times d_{bl}$$

تحلیل غیرخطی

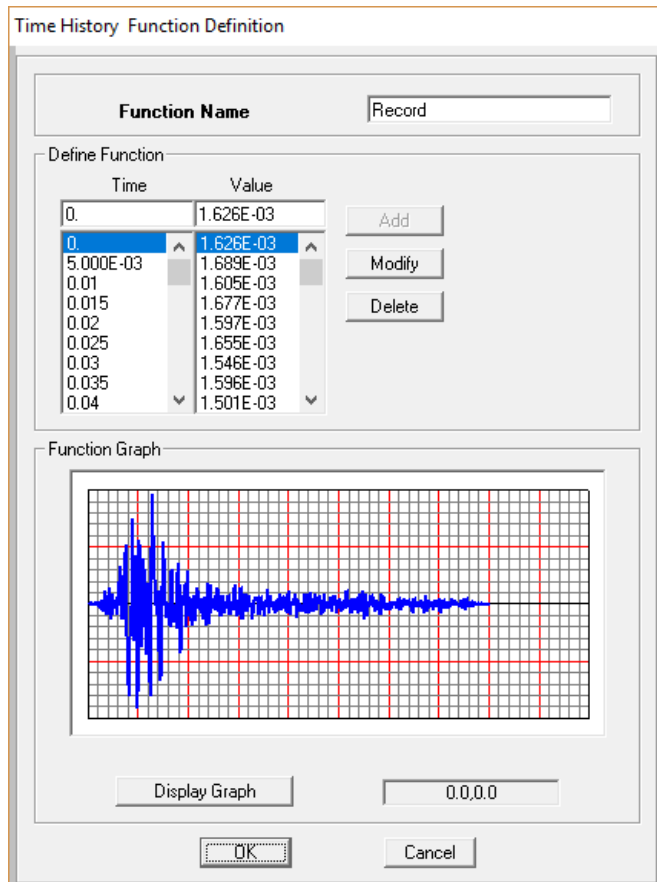
روابط طول مفصل پلاستیک در نشریه ی ایران

$$L_p = \max \left\{ \begin{array}{l} D_{\max} \\ L/6 \\ D(\cot \theta + \frac{\tan \theta}{2}) \\ 1.5(0.08 \frac{M}{V} + 4000 \varepsilon_y d_b) \\ \frac{M}{V} (1 - \frac{M_y}{M_{po}}) \\ 450 \text{ mm} \end{array} \right.$$

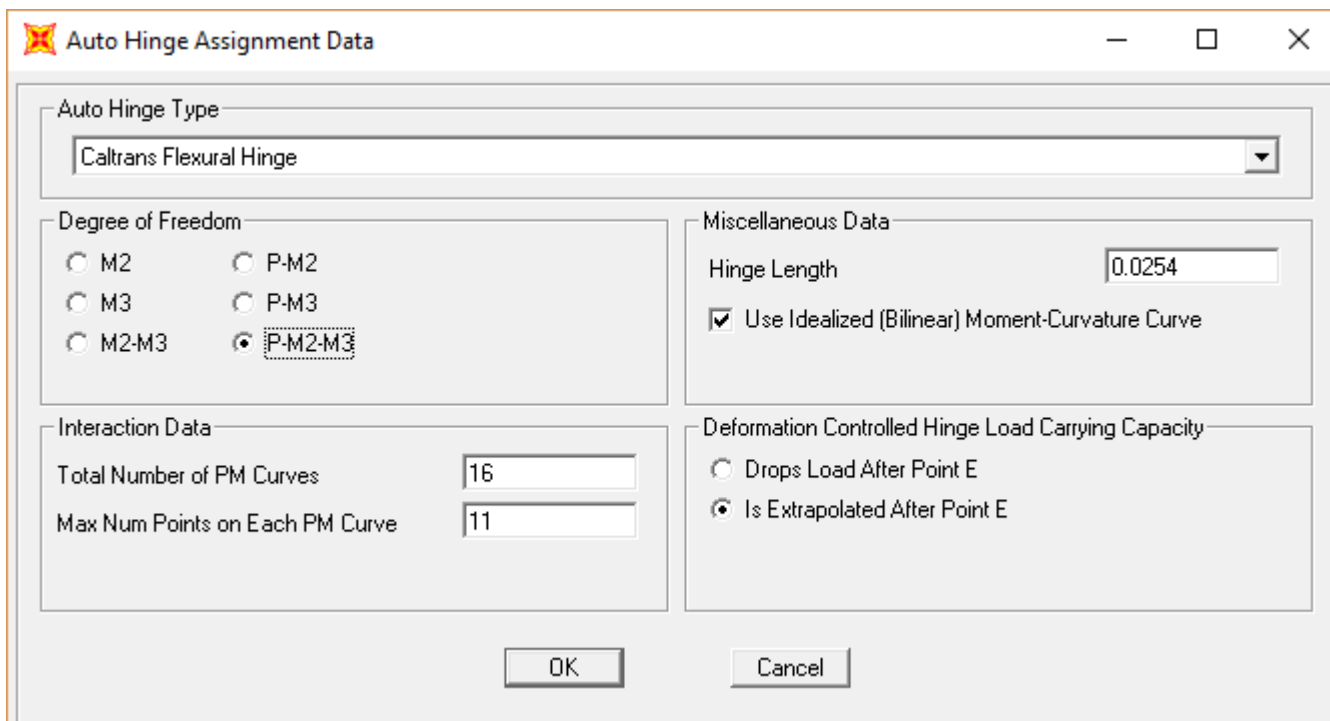
$D \equiv$ بعد مقطع ستون در جهت خمش،
 $D_{\max} \equiv$ بعد حداکثر مقطع ستون،
 $d_b \equiv$ قطر میلگرد طولی،
 $L \equiv$ ارتفاع آزاد ستون،
 $M \equiv$ لنگر خمشی حداکثر ستون،
 $V \equiv$ نیروی برشی حداکثر ستون،
 $M_y \equiv$ لنگر متناظر با مرحله آغازین جاری شدن در ستون،
 $\varepsilon_y \equiv$ کرنش در حد جاری شدن برای آرماتور طولی،
 $\theta \equiv$ زاویه ترک اصلی که از رابطه ب-۵ به دست می آید.

$$\theta = \left(\tan^{-1} \left\{ (1.6/\Lambda)(\rho_v/\rho_t)(A_v/A_g) \right\}^{0.25} \right) \geq 25^\circ, \geq \tan^{-1}(D/L)$$

تحلیل تاریخچه زمانی پل



معرفی مفصل پلاستیک

The image shows a software dialog box titled "Auto Hinge Assignment Data". It contains several sections for configuring hinge properties. The "Auto Hinge Type" section has a dropdown menu set to "Caltrans Flexural Hinge". The "Degree of Freedom" section has radio buttons for M2, M3, M2-M3, P-M2, P-M3, and P-M2-M3, with the last one selected. The "Miscellaneous Data" section includes a "Hinge Length" input field with the value 0.0254 and a checked checkbox for "Use Idealized (Bilinear) Moment-Curvature Curve". The "Interaction Data" section has input fields for "Total Number of PM Curves" (16) and "Max Num Points on Each PM Curve" (11). The "Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity" section has radio buttons for "Drops Load After Point E" and "Is Extrapolated After Point E", with the latter selected. At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Auto Hinge Assignment Data

Auto Hinge Type
Caltrans Flexural Hinge

Degree of Freedom
☐ M2 ☐ P-M2
☐ M3 ☐ P-M3
☐ M2-M3 ☒ P-M2-M3

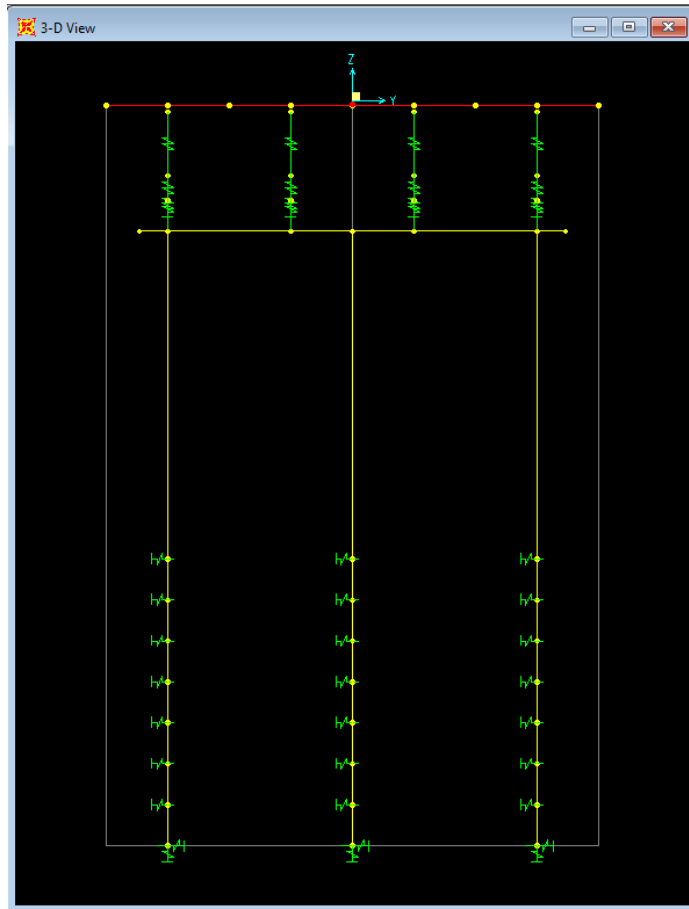
Miscellaneous Data
Hinge Length: 0.0254
☒ Use Idealized (Bilinear) Moment-Curvature Curve

Interaction Data
Total Number of PM Curves: 16
Max Num Points on Each PM Curve: 11

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity
☐ Drops Load After Point E
☒ Is Extrapolated After Point E

OK Cancel

اندرکنش خاک و سازه



Soil springs :

Joint Springs

Spring Direction
Coordinate System: Local

Spring Stiffness

Translation 1:

Translation 2:

Translation 3:

Rotation about 1:

Rotation about 2:

Rotation about 3:

Options

☐ Add to Existing Springs

☒ Replace Existing Springs

☐ Delete Existing Springs

| Depth m | ks kN/m |
|------------|------------|
| 1 | 5,3E+05 |
| 2 | 1,6E+06 |
| 3 | 2,1E+06 |
| 4 | 3,5E+06 |
| 5 | 4,0E+06 |
| 6 | 4,5E+06 |
| 7 | 5,1E+06 |
| 8 | 5,6E+06 |

