Copyright© M.Alirezaei
All rights reserved.
M.Alirezaei@iiees.ac.ir

مراجع پیشنهادی:

1- Bruneau, Uang, and Sabelli, A., Ductile Design of Steel Structures, 2nd edition, McGraw Hill, New York, NY, 2011

۲- شرحی بر مبحث دهم، دکتر بهرخ حسینی هاشمی و مهدی علیرضایی، انتشارات اترک

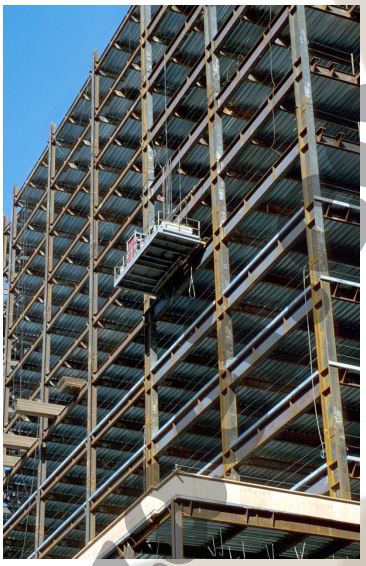
۳- طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، مهدی علیرضایی؛ انتشارات اترک ۱۳۹۲

٤- مبحث دهم از مقررات ملی (ویرایش چهارم ۱۳۹۲)

This publication or any part thereof

Prepared by Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

مقدمه ای بر سازه‌های فولادی و روش‌های طراحی



گسترش استفاده از فولاد برای ساختن ساختمان‌ها را شاید بتوان برای اولین بار در سال ۱۸۸۵ برای ساخت یک ساختمان ۸ طبقه در شیکاگو توسط ویلیام لیبارون دانست. باتوجه به فلسفه طراحی آیین‌نامه‌های جدید، که بر مبنای اعتماد به توانایی ذاتی سازه‌ها برای ایستادگی در برابر تغییر مکان‌های غیر الاستیک بدون گسیختگی است، فولاد جزو مصالحی است که این قابلیت را دارد.

مزایا:

۱- سبک بودن نسبت به بتن

۲- شکل پذیری بالا

۳- مدت توسعه و ساخت پایین در قیاس با بتن

۴- مقاومت و دوام زیاد

معایب:

۱- خوردگی

۲- لاغری اعضا

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

تعریف شکل پذیری

یک مصالح شکل پذیر، مصالحی است که قادر به نمایش تغییرشکل‌های زیاد بدون کاهش مقاومت باشد.

طبق تعریف دستنامه ASM 1964؛ شکل پذیری بصورت قابلیت تغییرشکل‌های خمیری بدون شکست تعبیر شده است.

Metal Handbook of the American Society for Metals (ASM 1964) defines:

"ductility" as "the ability of a material to deform plastically without fracture." "Brittleness," on the other hand, is the "quality of a material that leads to crack propagation without plastic deformations."

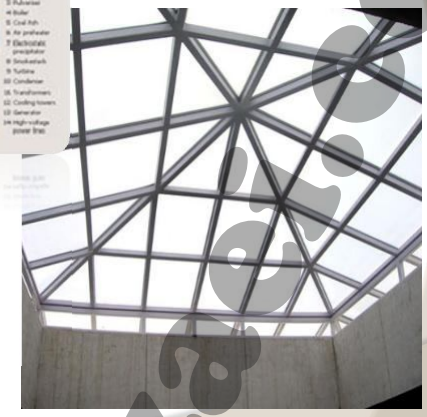
فقط استفاده از مصالح شکلپذیر برای اطمینان از رفتار خوب یک سازه کافی نیست، بلکه بایستی جزئیات اجرایی مناسب نیز در کنار مصالح شکل پذیر استفاده شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: M.Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

۵۰٪ فولاد (فولادهای شکل پذیر) تولیدی در صنعت ساختمان مصرف میشود.

۹۰٪ تجهیزات انتقال انرژی از فولاد هستند.



۷۰٪ وزن یک اتومبیل از فولاد است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

«خانه پرنده» برای بازی های المپیک ۲۰۰۸، از فولاد پرمقاومت کم آلیاژ (HSLA) ساخته شده است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

معرفی چند آیین نامه‌ها مهم در طرح سازه

* مبحث دهم از مقررات ملی ساختمان؛ ویرایش چهارم، ۱۳۹۲

* استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش چهارم؛ ۱۳۹۳

* Specifications for Structural Steel Buildings; AISC 360-xx

* Seismic Provisions for Structural Steel Buildings; AISC 341-xx

Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures; SEI/ASCE 7-xx

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۹

روش حالات حدی (LRFD)

روش‌های طراحی سازه‌های فولادی

روش تنش مجاز (ASD)

طراحی خمیری (PD)

- روش طراحی LRFD از سال ۱۹۸۶ در آیین نامه AISC مورد پذیرش قرار گرفت. در سال ۱۹۷۴، حالات حدی در آیین نامه کانادا مورد استفاده قرار گرفت و از سال ۱۹۷۸ به عنوان تنها روش طراحی در این آیین نامه ارائه گردید.

$$\phi R_n \geq \left[R_u = \Sigma \gamma_i Q_i\right] \qquad (1)$$

بارهای ضریبدار شده با ضرایب بزرگتر از یک

حاصل ضریب مقاومت اسمی در ضریب اطمینان کمتر از واحد

- در این روش بارها با ضرایب بزرگتر از واحد و مقاومت با ضرایب کمتر از واحد ضرب میشوند تا ضریب اطمینان حاصل گردد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۱۰

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

حالت‌های حدی

حالات حدی مقاومت

در آن مجموعه سازه شامل اعضا و اتصالات ضمن حفظ انسجام، تحت اثر ترکیب بارهای مختلف بارگذاری تا رسیدن به آن حالات نظیر تسلیم و گسیختگی، از مقاومت و شکل پذیری بالا برخوردار باشند.

حالات حدی بهره‌برداری

در آن مجموعه سازه شامل اعضا و اتصالات تا رسیدن به آن حالات وظایف خود را بخوبی انجام دهند

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

در ویرایش ۲۰۰۵ آیین‌نامه AISC، روش تنش مجاز (ASD) به عنوان روش دیگر طراحی پذیرفته شده است. در روش تنش مجاز حداکثر تنش به سبب بارهای سرویس نبایستی از تنش مجاز بیشتر گردد. این روش در طی ۷۵ سال گذشته بیشترین استفاده را داشته است. در ویرایش جاری AISC، (۲۰۰۵) به صورت زیر تعریف می شود (رابطه B3-2 این آیین‌نامه):

مقاومت مجاز

$$\frac{R_n}{\Omega} \geq [R_a = \Sigma \gamma_i Q_i] \qquad (2)$$

در ویرایش سال ۸۷ مبحث دهم از مقررات ملی، روش حالات حدی در یک فصل مجزا گنجانده شده و به مرور زمان روش اصلی طراحی خواهد شد. در رابطه (۲) مقدارγ_i برای بسیاری از بارها برابر یک میباشد.

- ضوابط مبحث دهم عموماً از AISC میباشد
- ضریب رفتار ارائه شده در استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) برای طراحی سازه‌ها به روش حالات حدی است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.MAlirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

در رابطه (۲)، مقدار Ω، که همان ضریب اطمینان است، برابر ۱/۶۵ در نظر گرفته شده است. روش تعیین این ضریب اطمینان به صورت زیر است: در صورتی که QΔ اضافه سربار، Q بار طراحی، R مقاومت در نظر گرفته شده و RΔ، کمبود مقاومت (در اثر عوامل مختلف مانند اجرای بد) برای یک سازه باشد،

$$R_n - \Delta R_n = Q + \Delta Q \quad \Rightarrow \quad R_n\left(1-\frac{\Delta R_n}{R_n}\right) = Q\left(1+\frac{\Delta Q}{Q}\right) \qquad (3)$$

$$\Omega = \frac{R_n}{Q} = \left(1+\frac{\Delta Q}{Q}\right) \div \left(1-\frac{\Delta R_n}{R_n}\right)$$

در صورتی که در رابطه (۳) اثر اضافه بار (Q/QΔ) برابر ۴۰٪ مقدار اسمی، و کمبود مقاومت (R/RΔ) را برابر ۱۵٪ مقدار اسمی آن در نظر بگیریم؛

$$\Omega = \frac{1+0.4}{1-0.15} = \frac{1.4}{0.85} \approx 1.65$$

در آیین نامه AISC-ASD و مبحث دهم (روش تنش مجاز)، مقدار ضریب اطمینان (F.S) برابر ۱/۶۷ در نظر گرفته شده است. در روش حالات حدی، بارهای طراحی توسط ضرایب بزرگتر از واحد افزایش و مقاومت سازه توسط ضرائب کمتر از واحد تقلیل می یابد، این ضرایب تقلیل بسته به نوع بار مقادیر مختلفی دارند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ضرائب کاهش مقاومت در مبحث دهم بصورت زیر است:

مبحث دهم

برای فشار محوری	$\phi_c = 0.9$
برای برش	$\phi_v = 0.9-1.0$
برای لنگر خمشی	$\phi_b = 0.9$
برای تسلیم عضو کششی	$\phi_t = 0.9$
برای گسیختگی عضو کششی	$\phi_t = 0.75$
برای مقاومت اتکایی	$\phi = 0.75$
برای لنگر پیچشی	$\phi_T = 0.9$

در AISC، در صورتی که نسبت بار زنده به مرده بیش از ۳ شود، نتایج طراحی برای ترکیب بار ثقلی در روش حالات حدی نسبت به روش تنش مجاز دست بالاتر می‌شود.

* در روش طراحی خمیری بایستی رابطه زیر برقرار باشد:

$$R_n \geq \gamma \Sigma Q_i \qquad (4)$$

مقدار $\gamma = 1.7$ برای حالتی که بارها ناشی از بار مرده + زنده باشند.

مقدار $\gamma = 1.3$ برای حالتی که بارها ناشی از بار مرده + زنده + زلزله یا باد باشند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

AISC360-05:

B3. DESIGN BASIS

Designs shall be made according to the provisions for Load and Resistance Factor Design (LRFD) or to the provisions for Allowable Strength Design (ASD).

B3.3. Design for Strength Using Load and Resistance Factor Design (LRFD)

Design according to the provisions for Load and ResistanceFactor Design (LRFD) satisfies the requirements of this Specification when the design strength of each structural component equals or exceeds the required strength determined on the basis of the LRFD load combinations. All provisions of this Specification, except for those in Section B3.4, shall apply.

$$R_u \le \phi R_n$$

B3.4. Design for Strength Using Allowable Strength Design (ASD)

Design according to the provisions for Allowable Strength Design (ASD) satisfies the requirements of this Specification when the allowable strength of each structural component equals or exceeds the required strength determined on the basis of the ASD load combinations.

$$R_a \le R_n / \Omega$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

AISC360-05:

B3.1. Required Strength

The required strength of structural members and connections shall be determined by structural analysis for the appropriate load combinations as stipulated in Section B2.

Design by elastic, inelastic or plastic analysis is permitted. معمولاً تحلیل ارتجاعی مرسوم است.

طبق بند ۱۰-۱-۳:

تحلیل ارتجاعی: کلیه نیروهای داخلی در مقاطع مختلف با فرض ارتجاعی بودن رفتار مصالح و تغییرشکل های کوچک تعیین میشود. استفاده از این روش برای کنترل و بررسی معیارهای طراحی حالات حدی و بهره برداری مجاز است.

تحلیل غیرارتجاعی: در این روش کلیه نیروها با توجه به رفتار غیرارتجاعی مصالح تعیین میشود. کاربرد این روش محدود به کنترل معیار طراحی حالات حدی مقاومت است و برای معیار حالات حدی بهره‌برداری نمیتوان از آن استفاده نمود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by Majid Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

در تحلیل غیرارتجاعی محدودیت های زیر بایستی در نظر گرفته شوند:

۱- در اعضایی که احتمال تشکیل مفصل پلاستیک وجود دارد، مقدار تنش تسلیم مصالح نباید از ۴۵۰ مگاپاسکال بیشتر شود.

۲- مقاطع اعضایی که تحت نیروهای ترکیبی قرار دارند و احتمال تشکیل مفصل پلاستیک در آنها وجود دارد باید فشرده باشند.

۳- در اعضای محوری فشاری که در آنها امکان تشکیل مفصل پلاستیک وجود دارد، به منظور تامین شکلپذیری مورد نیاز، مقاومت طراحی آنها نباید از $0.7F_yA_g$ بیشتر شود.

۴- تامین مهار جانبی در محل های تشکیل مفصل پلاستیک الزامی است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

AISC360-05:

C1. STABILITY DESIGN REQUIREMENTS

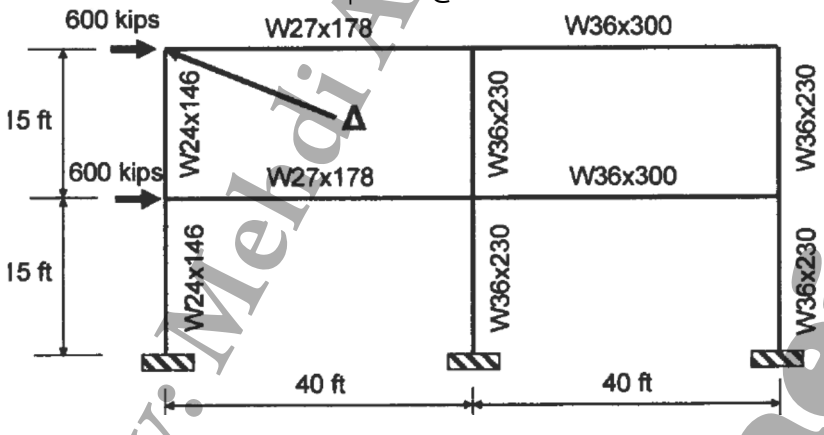
Stability shall be provided for the structure as a whole and for each of its elements. Any method that considers the influence of second-order effects (including P-Δ and P-δ effects), flexural, shear and axial deformations, geometric imperfections, and member stiffness reduction due to residual stresses on the stability of the structure and its elements is permitted.

بنابراین طبق گفته آیین‌نامه بایستی تغییرشکل‌های برشی، خمشی، محوری و پیچشی در نظر گرفته شوند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

مثال) سازه زیر با شرایط مختلف تحلیل شده است. نتایج را با هم مقایسه نمایید.



$\Delta_{flex+axial+shear} = 2.94$ in $\quad \Delta_{flex+axial} = 2.42$ in $\quad \Delta_{flex} = 2.24$ in

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۱۹

Elastic Analysis

نرم افزار طراحی شما کدام شیوه را بکار میگیرد؟

- تغییرشکل‌های محوری در نظر گرفته می‌شوند؟
- تغییرشکل‌های خمشی در نظر گرفته می‌شوند؟
- تغییرشکل‌های برشی در نظر گرفته می‌شوند؟
- تغییرشکل‌های پیچشی در نظر گرفته می‌شوند؟
- تغییرشکل‌های اجزای مختلف سازه در نظر گرفته می‌شوند؟ (مثلاً چشمه اتصال و ...)

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۲۰

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.MAlirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

ترکیب‌بارهای حالات حدی آیین‌نامه AISC

در آیین‌نامه AISC360-05 ترکیب بارهای طراحی براساس آیین‌نامه ASCE ایجاد می‌شوند.

1.4 DL	(ASCE 2.3.2-1)
1.2 DL + 1.6 LL	(ASCE 2.3.2-2)
0.9 DL ± 1.6 WL	(ASCE 2.3.2-6)
1.2 DL ± 0.8 WL	(ASCE 2.3.2-3)
1.2 DL ± 1.6 WL + 1.0LL	(ASCE 2.3.2-4)
1.2 DL ± 1.0 EL	(ASCE 2.3.2-5)
1.2 DL ± 1.0 EL + 1.0 LL	(ASCE 2.3.2-5)
0.9 DL ± 1.0 EL	(ASCE 2.3.2-7)

برنامه ETABS فرض می‌نماید مقدار نیروی زلزله در سطح نهایی معرفی شده است. توجه نمایید که نیروی زلزله حاصل در ویرایش سوم ۲۸۰۰ در سطح تنش‌های مجاز و ویرایش چهارم ۲۸۰۰ براساس سطح تنش‌های نهایی تنظیم شده است. برای انتقال نیروی زلزله از سطح تنش مُجاز به حالات حدی، بایستی آن را در ۱/۴ ضرب نمایید.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ترکیب‌بارهای تنش مجاز آیین‌نامه AISC

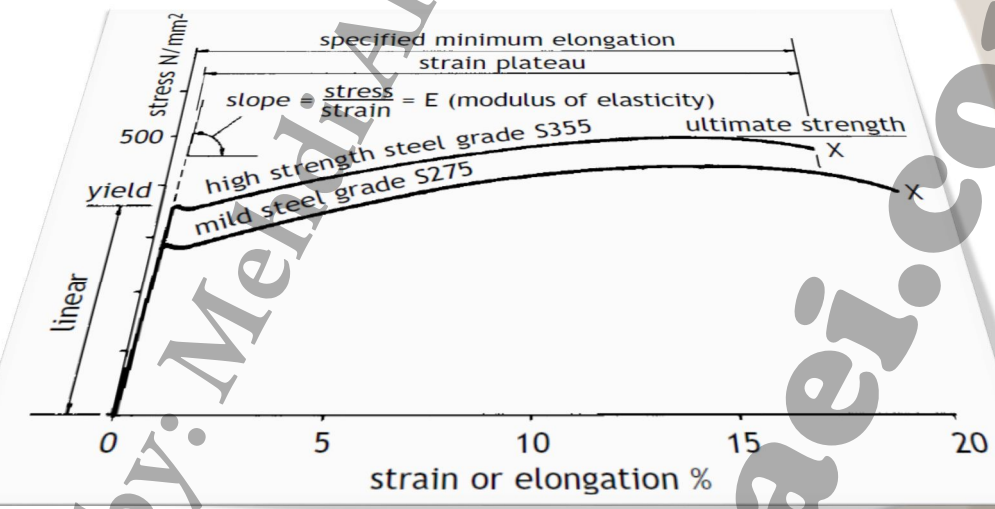
برای طراحی به روش تنش مجاز ترکیب بارهای زیر ایجاد می‌شوند:

1.0 DL	(ASCE 2.4.1-1)
1.0 DL + 1.0 LL	(ASCE 2.4.1-2)
1.0 DL ± 1.0 WL	(ASCE 2.4.1-5)
1.0 DL ± 0.75 WL + 0.75 LL	(ASCE 2.4.1-6)
0.6 DL ± 1.0 WL	(ASCE 2.4.1-7)
1.0 DL ± 0.7 EL	(ASCE 2.4.1-5)
1.0 DL ± 0.75(0.7 EL) + 0.75 LL	(ASCE 2.4.1-6)
0.6 DL ± 0.7 EL	(ASCE 2.4.1-7)

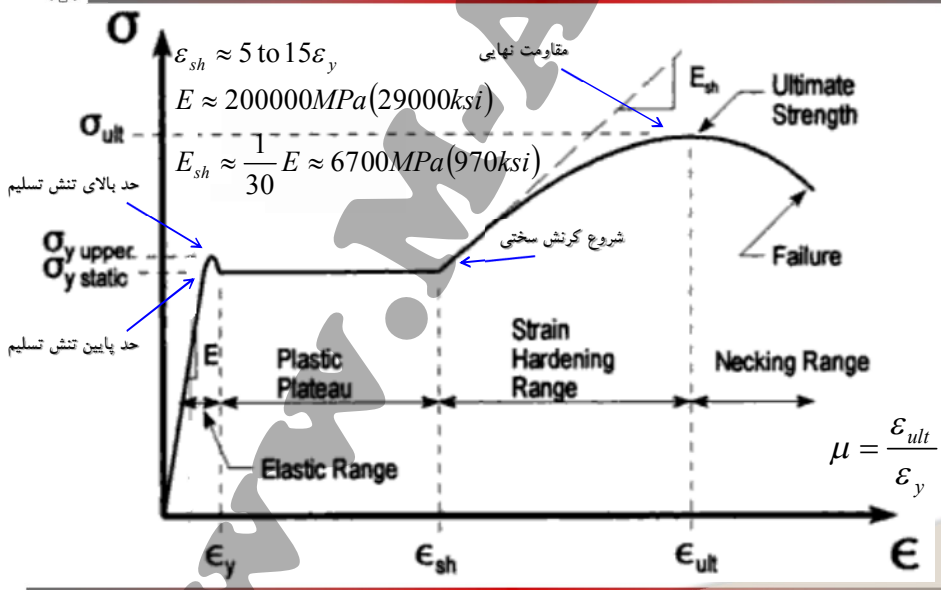
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

نمودار تنش – کرنش مهندسی



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

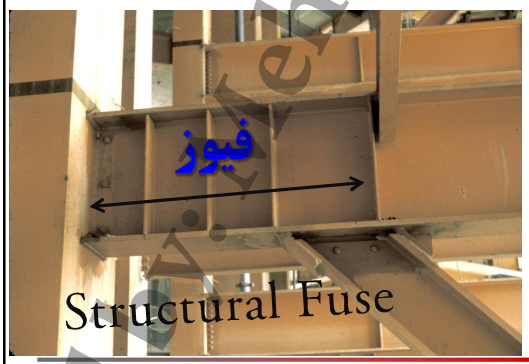


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

تنش تسلیم محتمل (Expected yield stress)

در طراحی لرزه‌ای، اهمیت حداکثر تنش تسلیم احتمالی با حداقل تنش تسلیم برابر است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که حاشیه‌ای بین مقاومت تسلیم میانگین واقعی و مقاومت تسلیم مشخصه وجود دارد. برای مثال در چند دهه گذشته برای فولاد ASTM-36 مقاومت های تسلیمی از ۲۷۰ مگاپاسکال تا ۲۲۵مگاپاسکال گزارش داده‌اند. این مقاومت افزون، در برخی از المان‌های لرزه‌ای، بخصوص المان‌هایی که به صورت فیوز عمل می‌کنند بایستی به دقت بررسی شود. زیرا که برای جذب انرژی در این المان‌ها، میزان تنش تسلیم بایستی به صورت معینی تعیین شود تا زودتر از بقیه قسمت‌های سازه وارد حوزه خمیری شوند.



این اضافه مقاومت به سبب افزودنی هایی مانند آهن قراضه و همچنین پروسه تولید و نوردکاری ایجاد میشود. آیین‌نامه‌های طراحی ضریبی را با عنوان R_y که برای هر مقطعی متفاوت است در نظر می‌گیرند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۲۵

الزامات مقاومت مورد انتظار مصالح

AISC Seismic Provisions:

A3.2 Material Properties for Determination of Required Strength of Members and Connections

Expected Yield Strength = $R_y F_y$

Expected Tensile Strength = $R_t F_u$

F_y = *minimum specified yield strength*

F_u = *minimum specified tensile strength*

R_y and R_t are based on statistical analysis of mill data.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۲۶

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

WebSite: www.M-Alirezaei.com

مقادیر R_y براساس AISC:

Table A3.1
R_y and R_t Values for Different Member Types

Application	R_y	R_t
Hot-Rolled Shapes and Bars:		
ASTM A36	1.5	1.2
ASTM A572 Gr 42	1.1	1.1
ASTM A992; A572 Gr 50 or Gr 55; ASTM A913 Gr 50, 60 or 65; ASTM A588; A1011 HSLAS Gr 50	1.1	1.1
ASTM A529 Gr 50	1.2	1.2
ASTM A529 Gr 55	1.1	1.2
Hollow Structural Sections (HSS):		
ASTM A500 Gr B or Gr C; ASTM A501	1.4	1.3
Pipe:		
ASTM A53	1.6	1.2
Plates:		
ASTM A36	1.3	1.2
ASTM A572 Gr50; ASTM A588	1.1	1.2

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

مقادیر R_y براساس مبحث دهم ویرایش چهارم (۹۲):

نوع محصول	R_y
مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نورد شده	۱/۲۵
سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری	۱/۲
ورق و تسمه	۱/۱۵

نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده براساس بند ۱۰-۳-۲ مبحث دهم (۸۷) برابر ۱/۱۵ است

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

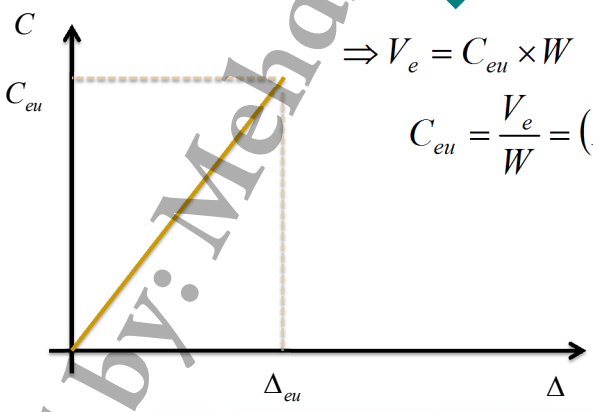
Prepared by Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

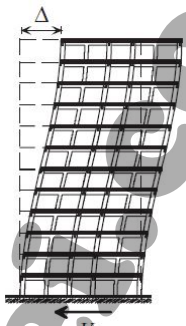
ضریب رفتار و مقاومت افزون

در صورتی که بخواهیم سازه ارتجاعی بماند

$$\Rightarrow V_e = C_{eu} \times W \quad \Rightarrow$$

$$C_{eu} = \frac{V_e}{W} = (AB)_{2800}$$



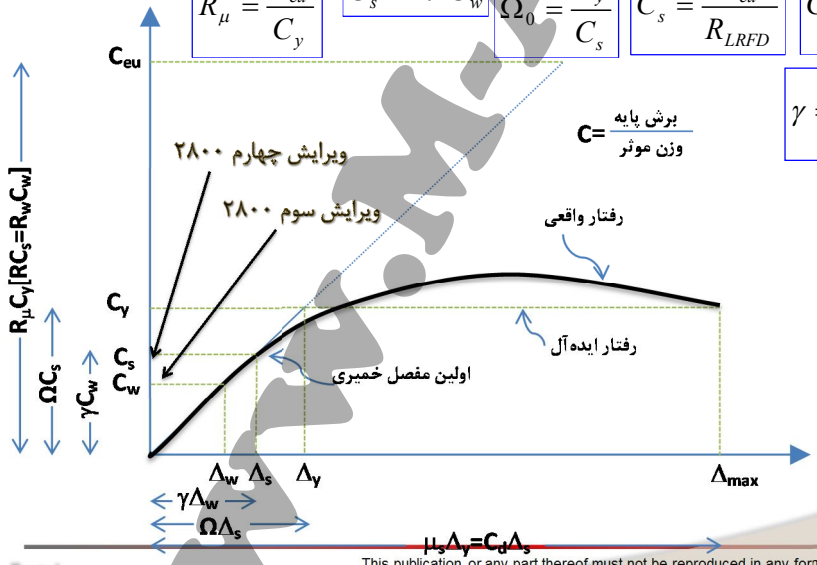


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

$$R_\mu = \frac{C_{eu}}{C_y} \qquad C_s \approx 1.4 C_w \qquad \Omega_0 = \frac{C_y}{C_s} \qquad C_s = \frac{C_{eu}}{R_{LRFD}} \qquad C_w = \frac{C_{eu}}{R_{ASD}}$$

$$\gamma = \frac{C_s}{C_w} \approx 1.4$$

C= برش پایه / وزن موثر



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

مقادیر ضریب رفتار و ضریب بزرگنمایی جابجایی و مقاومت افزون در ASCE7-10

سیستم سازه	R	C_d	Ω_0	R/C_d
سیستم قاب ساختمانی ساده				
قاب مهاربندی شده واگرا	8	4	2	2
قاب مهاربندی شده همگرای ویژه	6	5	2	1.2
قاب مهاربندی شده همگرای معمولی	3.25	3.25	2	1
سیستم قاب خمشی				
قاب خمشی فولادی با شکل پذیری ویژه	8	5.5	3	1.45
قاب خمشی فولادی با شکل پذیری متوسط	4.5	4	3	1.12
قاب خمشی فولادی با شکل پذیری معمولی	3.25	3	3	1.08
قاب خمشی بتنی با شکل پذیری ویژه	8	5.5	3	1.45
قاب خمشی بتنی با شکل پذیری متوسط	5	4.5	3	1.11
قاب خمشی بتنی با شکل پذیری معمولی	3	2.5	3	1.2

مقدار ضریب رفتار شکل پذیری در سیستم های فوق چقدر است؟

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

R factors for Selected Steel Systems (ASCE 7):

SMF	(***Special Moment Resisting Frames***):	**R = 8**
IMF	(***Intermediate Moment Resisting Frames***):	**R = 4.5**
OMF	(***Ordinary Moment Resisting Frames***):	**R = 3.5**
EBF	(***Eccentrically Braced Frames***):	**R = 8 or 7**
SCBF	(***Special Concentrically Braced Frames***):	**R = 6**
OCBF	(***Ordinary Concentrically Braced Frames***):	**R = 3.25**
BRBF	(***Buckling Restrained Braced Frame***):	**R = 8 or 7**
SPSW	(***Special Plate Shear Walls***):	**R = 7**

Undetailed Steel Systems in Seismic Design Categories A, B or C (AISC Seismic Provisions not needed) — **R = 3**

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

ترکیب بارهای قدیم مبحث ششم برای طراحی

ترکیب‌بارهای خلاصه شده برای روش‌های مختلف طراحی

ردیف	نوع بار	ترکیب بار
روش طراحی تنش مجاز		
۱	مرده + زنده	$D+L$
۲	مرده + زنده + زلزله یا باد	$0.75\left(D+L\pm(E\text{ یا }W)\right)$ $0.75\left(D\pm(E\text{ یا }W)\right)$
روش طراحی حالات حدی		
۱	مرده + زنده	$1.4D$ $1.25D+1.5L$
۲	مرده + زنده + زلزله یا باد	$D+1.2L+1.2(E\text{ یا }W)$ $0.85D+1.2\left(E\text{ یا }W\right)$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ترکیب بارهای جدید مبحث ششم برای طراحی

ردیف	شرایط	ترکیب بار
۱	ترکیب بار مبنا	$1.4D$ $1.2D+1.6L+0.5(L_r\text{ یا }S\text{ یا }R)$
۲	ترکیب بار مرده، زنده و باد	$1.2D+1.6(L_r\text{ یا }S\text{ یا }R)+(L\text{ یا }0.5(1.4W)$ $1.2D+1.0(1.4W)+L+0.5(L_r\text{ یا }S\text{ یا }R)$
۳	ترکیب بار مرده، زنده و زلزله	$1.2D+1.0E+L+0.2S$ $0.9D+1.0E$
۴	ترکیب بار مرده، زنده، آثار حرارتی، جمع شدگی و نشست تکیه‌گاهی	$1.2D+0.5L+0.5(L_r\text{ یا }S)+1.2T$ $1.2D+1.6L+1.6(L_r\text{ یا }S)+1.0T$

ترکیب بارهای فوق از آیین‌نامه ASCE برداشت شده است.

بار زلزله ضریب ندارد؟

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

مثال: ترکیب بارهای UBC97:

1612.2 Load Combinations Using Strength Design or Load and Resistance Factor Design.

1612.2.1 Basic load combinations. Where Load and Resistance Factor Design (Strength Design) is used, structures and all portions thereof shall resist the most critical effects from the following combinations of factored loads:

$$1.4D \quad (12\text{-}1)$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5\,(L_r \text{ or } S) \quad (12\text{-}2)$$

$$1.2D + 1.6\,(L_r \text{ or } S) + (f_1 L \text{ or } 0.8W) \quad (12\text{-}3)$$

$$1.2D + 1.3W + f_1 L + 0.5\,(L_r \text{ or } S) \quad (12\text{-}4)$$

$$1.2D + \boxed{1.0E} + (f_1 L + f_2 S) \quad (12\text{-}5)$$

$$0.9D \pm \boxed{(1.0E} \text{ or } 1.3W) \quad (12\text{-}6)$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۳۵

1612.3 Load Combinations Using Allowable Stress Design.

1612.3.1 Basic load combinations. Where allowable stress design (working stress design) is used, structures and all portions thereof shall resist the most critical effects resulting from the following combinations of loads:

$$D \quad (12\text{-}7)$$

$$D + L + (L_r \text{ or } S) \quad (12\text{-}8)$$

$$D + \left(W \text{ or } \boxed{\frac{E}{1.4}}\right) \quad (12\text{-}9)$$

$$0.9D \pm \boxed{\frac{E}{1.4}} \quad (12\text{-}10)$$

$$D + 0.75\left[L + (L_r \text{ or } S) + \left(W \text{ or } \boxed{\frac{E}{1.4}}\right)\right] \quad (12\text{-}11)$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۳۶

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

الزامات مصالح

AISC Seismic Provisions:

A.3.1 Material Specifications

For members in which inelastic behavior is expected:

Specified minimum $F_y \leq 345$ MPa

Exceptions:

Columns for which only expected yielding is at the base;

Members in OMFs and OCBFs (permitted to use up to $F_y = 380$ MPa)

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۳۷

طبقه بندی مقاطع فولادی از نظر فشردگی

AISC Seismic Provisions:

D1. Classification of Sections for Local Buckling

Local buckling of members can significantly affect both strength and ductility of the member.

Members of the SLRS that are expected to experience significant inelastic action (e.g. beams in SMF, braces in SCBF, links in EBF, etc), must satisfy strict width-thickness limits to assure adequate ductility can be developed prior to local buckling.

Such members must be *seismically compact.*

For *seismically compact* sections, the width-thickness ratios of the elements of the cross-section cannot exceed λ_{ps}, as specified in Table D1.1.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

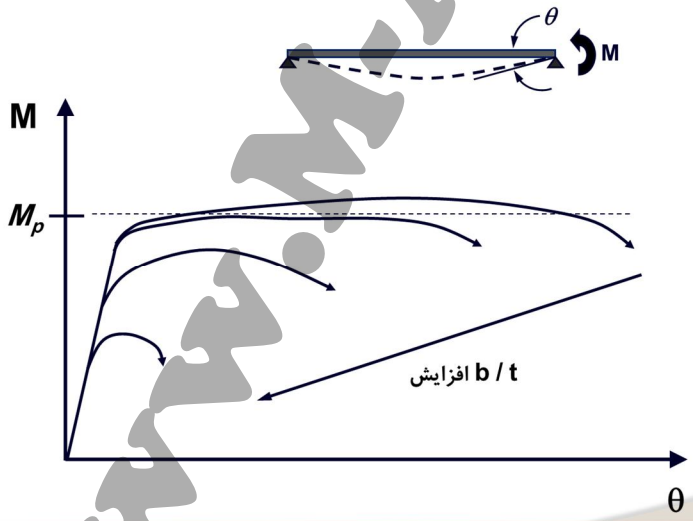
صفحه ۳۸

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.MAlirezaei.com

Local buckling of a moment frame beam.....

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

مقطع غیر فشرده= اتلاف انرژی کمتر



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

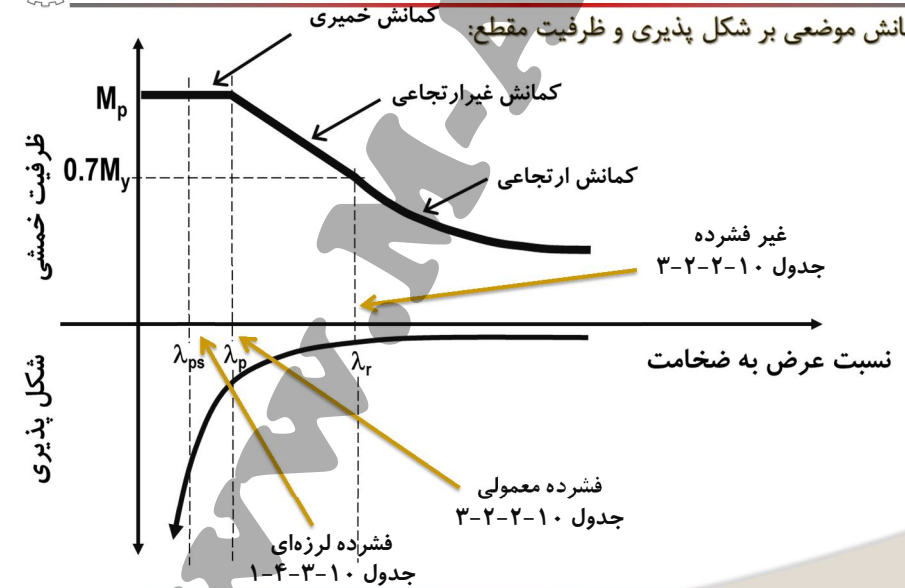
Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com

Local buckling of an EBF link.....

Local buckling of an HSS column....

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

اثر کمانش موضعی بر شکل پذیری و ظرفیت مقطع:



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Prepared by: Mehdi Alirezaei
www.M-Alirezaei.com