Subject:
Year. Month. Date. ( )

مکانیک ساختمان

سرفصل ها:

1- آشنایی با پارامترهای مکانیکی مصالح مصرفی در ساختمان
2- آشنایی با پارامترهای هندسی اعضای سازه ای و تاثیر آنها بر طراحی
3- بارهای وارد بر ساختمان
4- آشنایی با بستج های سازه ای و بارها
5- اصول و تحلیل بررسی معیشی و پایداری در سازه ها
6- توزیع بارها بین اجزاء سازه ای و بدست آوردن نیروهای داخل مقطع
7- اثر بارهای متحرک بر ترسیم خط تاثیر
8- اتصالات مختلف بتن در ساختمان و نقش اتصالات در رفتار آن
9- تاثیر روند شکل گیری سازه (مراحل ساخت) بر توزیع نیروها بین اعضای ساختمان
10- بارهای وارد بر ساختمان در حین ساخت و تامین نیازهای سازه ای مقابل آن
11- نیروهای ایجاد شده در ساختمان حین اجراء و اثر انتخاب روش مناسب ساخت در کاهش آن

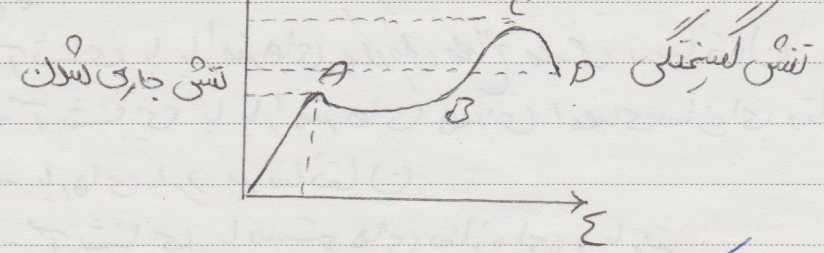
1- پارامترهای مکانیکی مصالح

1-1- تنش تسلیم: این پارامتر بیانگر مقدار تنش قابل تحمل توسط ماده قبل از جاری شدن (تحمل تغییر شکل های نسبتاً بزرگ) است.

1-2- تنش نهایی: این پارامتر حداکثر تنش قابل تحمل توسط ماده را بیان می کند.

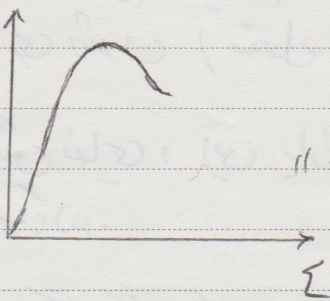
3-1- تنش گسیختگی: که عبارت است از تنشی که در لحظه گسیختگی ماده آن را تجربه می کند.

P4PCO



1-4- کرنش الاستیک: ماکزیمم کرنشی که ماده با رفتار ارتجاعی می‌تواند تحمل کند. ارتجاعی و الاستیک بدین معنا است که با برداشتن بار تمامی تغییر شکل های ایجاد شده از بین رفته و ماده به حالت اولیه باز می گردد.

1-5- کرنش تسلیم: بیان کننده مقدار کرنش است که پس از آن تغییر شکل های دائمی در ماده به وجود می آید. همه مواد در سطوح تنش های پایین رفتار الاستیک را دارا می باشند؛ همچنین اینکه یک ماده یا مصالح ساختمانی بتوانند سطوح بالایی از تنش را که صدرت الاستیک تحمل کند یک ویژگی مثبت است. به طور مثال در این مورد فولاد یا مصالح فولادی دارای سطوح بالاتری از رفتار ارتجاعی در قیاس با بتن است. در ارتباط با کرنش تسلیم قابل ذکر است که بعضی از مصالح دارای نقطه‌ی تسلیم مشخص نیستند.



«نمودار تنش کرنش فولاد خشک»

هرچه حد ارتجاعی یک ماده بیشتر باشد، توان تحمل بارهای تنابی را بیشتر دارد.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

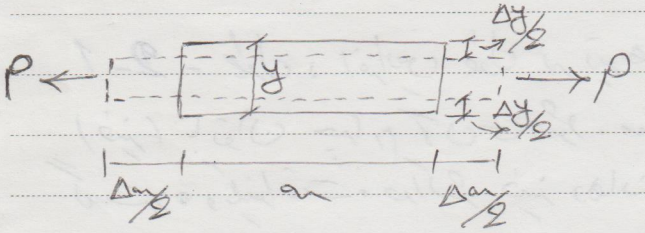
1-6 - مدول الاستیسیته : به نسبت نوار تنش و کرنش نرمال در ناحیه ارتجاعی مدول الاستیسیته گویند. هرچه مدول الاستیسیته ماده‌ای بیشتر باشد، آن ماده نیروها یا تنش‌ها را با تغییر شکل کمتری تحمل می‌کند.

1-7 - مدول برشی (G) : خاصیتی از ماده است که نسبت بین تنش و کرنش برشی یک ماده را بیان می‌کند.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad \sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \qquad \tau = G \cdot \gamma$$

1-8 - ضریب پواسون : به نسبت بین کرنش عرضی و کرنش طولی یک ماده ضریب پواسون گویند.



$$\nu = \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta y}{y} \qquad \varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x}$$

1-9 - ضریب انبساط حرارتی : این ضریب بیانگر این است که به ازای تغییر دمای یک درجه سانتی گراد ($1C^\circ$)، ماده چه مقدار تغییر طول از آن ایجاد می‌شود.

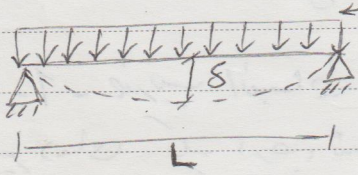
PAPCO

نوع پارامتر	نشانه	واحد
تنش تسلیم	f_y	kg/cm^2 , N/mm^2
تنش نهایی	f_u	// //
تنش گسیختگی	f_f	// //
مدول الاستیسیته	E	// //
مدول برشی	G	// //
کرنش الاستیک	ε_{el}	واحد ندارد
کرنش تسلیم	ε_y	//
کرنش نهایی	ε_u	//
ضریب پواسون	ν	//
ضریب انبساط حرارتی	α	$1/C$

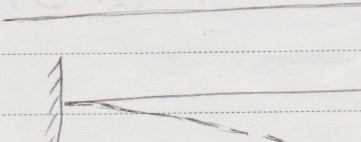
- آشنایی با پارامترهای فیزیکی اعضای سازه‌ای و تاثیر آنها بر طراحی:

2- مدول: افزایش مدول در تیرها منجر به افزایش تغییر شکل های ماکزیمم خیز با توان چهارم آن می شود. مثلاً تیر دو سر مفصل زیر بار گذاری گسترده و یکنواخت. ماکزیمم خیز دهانه در راستای زیر بدست می آید:

رابطه خیز ماکزیمم $\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{qL^4}{EI}$

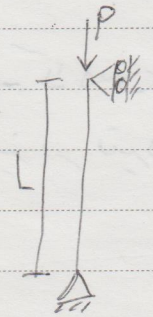


رابطه خیز ماکزیمم $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$



Subject:
Year. Month. Date. ( )

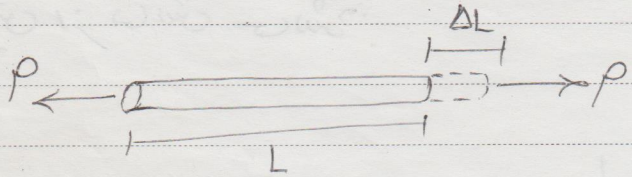
همچنین در یک ستون افزایش طول باعث کاهش ظرفیت باربری آن می‌شود.



$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2}$$

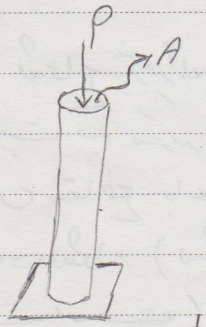
نکته: هر چه ستون دارای طول کمتری باشد ظرفیت باربری محوری آن افزایش می‌یابد.

همچنین افزایش طول اعضا منجر به افزایش تغییر شکل های محوری آن ها می‌شود. به طور مثال در یک لوله تحت کشش.



$$\Delta L = \frac{PL}{EA}$$

۲-۲-۴- مساحت: افزایش مساحت مقاطع اعضای سازه‌ای منجر به افزایش ظرفیت محوری، اعضا و کاهش تنش های موجود در اعضا می‌شود. همچنین افزایش مساحت مقاطع اعضای سازه‌ای منجر به کاهش تغییر شکل های محوری آنها می‌شود.



$$\downarrow \sigma = \frac{P}{A\uparrow}$$

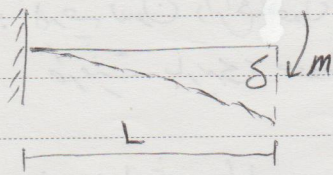
$$\uparrow P = \sigma \times A\uparrow$$

$$\downarrow \Delta L = \frac{PL}{EA\uparrow}$$

PAPCO

۲-۳- ممان اینرسی : افزایش ممان اینرسی مقاطع اعضای سازه ای منج

۲-۳-۱ - کاهش تغییر شکل های اعضای خمشی می شود. منجر باعث کاهش خیز در تیرها می گردد.



$$\downarrow \delta = \frac{ML^2}{2EI\uparrow}$$

۲-۳-۲ - افزایش ممان اینرسی در ستون ها منجر به افزایش ظرفیت محوری پیش از کمانش می شود.

$$\uparrow P_{cr} = \frac{\pi^2 EI\uparrow}{(kL)^2}$$

۲-۳-۳ - افزایش ممان اینرسی در مقاطع اعضای سازه ای تحت خمش منجر به افزایش ظرفیت خمشی آنها یا کاهش تنش های موجود خمشی آنها می شود.

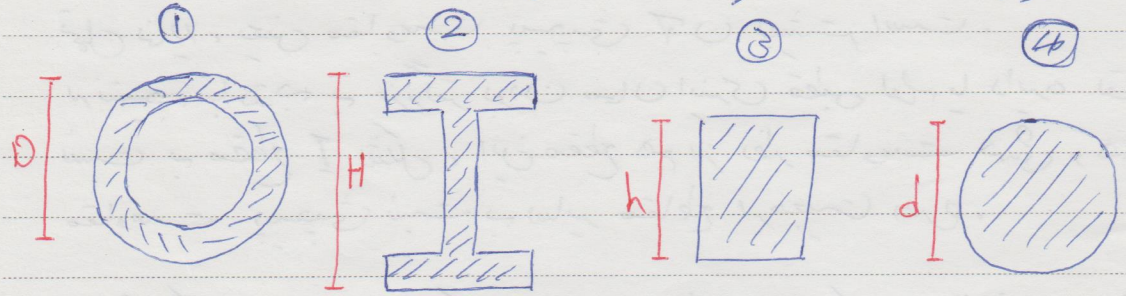
$$\downarrow \sigma = \frac{MC}{I\uparrow} \qquad \uparrow M = \frac{\sigma I\uparrow}{C}$$

۲-۴- شعاع ژیراسیون : خاصیتی از هندسه مقاطع است که بیانگر پراکندگی ماده نسبت به مرکز سطح خود است، که به طبع آن افزایش شعاع ژیراسیون مقاطع باعث افزایش ظرفیت کمانشی اعضای تحت نیروی محوری می شود. (شعاع ژیراسیون تلفیقی از خصوصیت ممان اینرسی و مساحت است)

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \qquad \uparrow F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \downarrow}$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر سطح مقطع پروفیل های زیر برابر باشند کدام یک از مقاطع زیر از لحاظ خمشی و پیچشی مقاومت بیشتری دارند؟



رابطه ی بین تنش های محوری ناشی از خمش به صورت زیر است:

$$\sigma = \frac{MC}{I}$$

$D > d$ *
$H > h$ *

بدین ترتیب با افزایش ممان اینرسی یک مقطع می توان بدون افزایش قابل توجه تنش های محوری ناشی از خمشش لنگر های بزرگتری را تحمل و منتقل کند بدین ترتیب مقطع مقاومت خمشی بیشتری دارد که ممان اینرسی آن بزرگتر باشد.

با توجه به برابر بودن مساحت مقاطع بایست مقطع دایره توخالی نزدیک دقیقاً قطر بزرگتری داشته باشد، بدین ترتیب ممان اینرسی آن بزرگتر و مقاومت خمشی آن نسبت به مقطع دایره توپر بزرگتر یا بیشتر است.

و همچنین با توجه به برابر بودن مساحت مقاطع بایست مقطع I شکل از مقطع قوطی ارتفاع بیشتری داشته باشد، بدین ترتیب ممان اینرسی آن بیشتر بوده و مقاومت خمشی آن نسبت به مقطع قوطی بزرگتر یا بیشتر است.

با توجه به رابطه پیچش به صورت زیر:

$$\tau = \frac{Tc}{J} \downarrow \uparrow$$

J: ممان اینرسی قطبی، مجموع ممان اینرسی های $I_x + I_y$

PAPCO

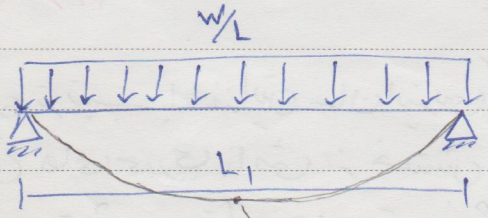
Subject:

Year. Month. Date. ( )

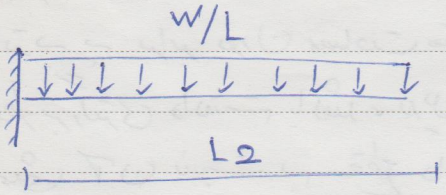
مقطعی که مان اینرسی قطبی بزرگتری داشته باشد می تواند بدون افزایش قابل توجه در تنش های برشی ناشی از پیچش، لنگر های پیچشی بزرگتری را تحمل نماید، یعنی مقاومت پیچشی آن بیشتر است.

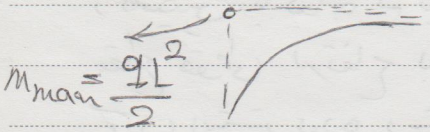
در نتیجه با توجه به بزرگتر بودن مان اینرسی قطبی لوله یا دایره توخالی نسبت به مقطع I شکل، این مقطع هم از نظر مقاومت خمشی و هم از نظر مقاومت پیچشی نسبت به سایر مقاطع ارجحیت دارد.

در شکل زیر از جنس یکسان، با سطح مقطع یکسان تنش های خمشی ماکسیمم ایجاد شده در آنها در اثر وزن آنها با هم برابر است، با توجه به شرایط تکیه گاهی آنها نسبت طول L_1 به L_2 چه مقدار است؟



$$M_{max} = \frac{qL^2}{8}$$





$$M_{max} = \frac{qL^2}{2}$$

$$W_1 = A_1 \times \gamma_1 \times L$$

$$\frac{W_1}{L} = A_1 \times \gamma_1$$

$$W_2 = A_2 \times \gamma_2 \times L$$

$$\frac{W_2}{L} = A_2 \times \gamma_2$$

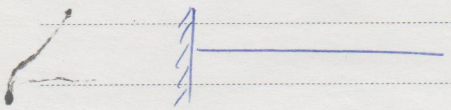
$$\frac{W_1}{L} = \frac{W_2}{L}$$

P4PCO

Subject:

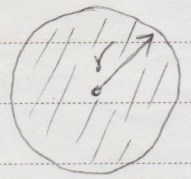
Year. Month. Date. ( )

تیر کنسولی زیر تحت اثر وزن خود قرار دارد. اگر تمام ابعاد آن به مقدار مشابه k برابر شود، تنش خمشی و تغییر مکان حداکثر آن چه تغییری می‌کند.

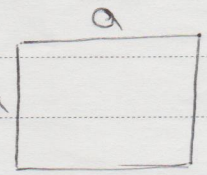


سه ستون دو سر مفصل با جنس، طول یکسان با شکل مقاطع مثلث متساوی الاضلاع، دایره، مربع، با مساحت های یکسان هستند کدام مقطع بار کمانی بیشتری دارد.

مثال: نسبت ضریب لاغری ستون مربع به ضریب لاغری ستون دایره با جنس، مساحت، طول یکسان چه مقدار است؟



πr^2



a^2

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$\lambda = \frac{Le}{r} \qquad r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{Le_1}{\sqrt{\frac{I_1}{A_1}}}}{\frac{Le_2}{\sqrt{\frac{I_2}{A_2}}}} = \frac{\sqrt{I_2}}{\sqrt{I_1}} = \sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$$

(مربع ← دایره)

$$\pi r^2 = a^2 \Rightarrow a = r\sqrt{\pi}$$

$$I_1 = \frac{a^4}{12} = \frac{(r\sqrt{\pi})^4}{12} = \frac{\pi^2 r^4}{12}$$

$$I_2 = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{I_2}{I_1}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi r^4}{4}}{\frac{\pi^2 r^4}{12}}} = \sqrt{\frac{12\pi r^4}{4\pi^2 r^4}} = \sqrt{\frac{12}{4\pi}} = \sqrt{\frac{3}{\pi}}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\sigma_{max_1} = \sigma_{max_2} \Rightarrow \frac{M_1 \times C_1}{I_1} = \frac{M_2 \times C_2}{I_2}$$

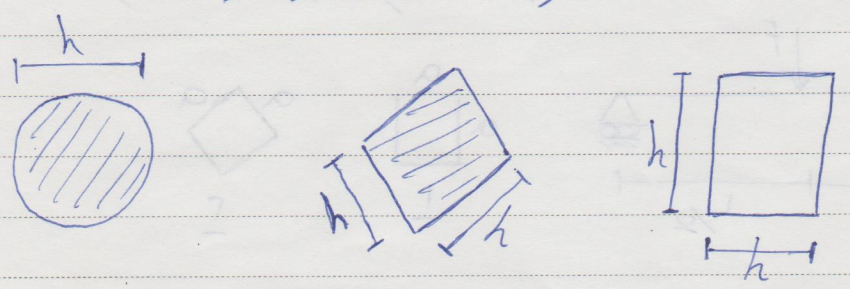
$$\frac{M_1}{\frac{I_1}{C_1}} = \frac{M_2}{\frac{I_2}{C_2}} \Rightarrow \frac{I_1}{C_1} = \frac{I_2}{C_2} \Rightarrow M_1 = M_2$$

$$\frac{wL_1^2}{8} = \frac{wL_2^2}{2} \Rightarrow \frac{L_1^2}{L_2^2} = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow$$

$$\frac{L_1}{L_2} = 2 \longrightarrow L_1 = 2L_2$$

نتیجه می‌گیریم که در دو تیر با شرایط هندسی و جنس و بارگذاری یکسان اما با شرایط تکیه گاهی مختلف تیری که انتهای آن دو سر مفصل باشد در طولی دو برابر طول تیری که یکسر گیردار باشد می‌تواند به کار رود.

تمرین: مقاومت خمشی کدام یک از مقاطع زیر بیشتر است.



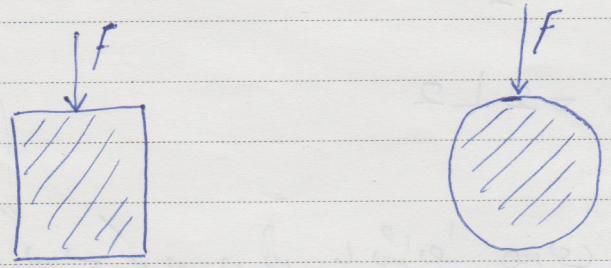
الف ب ج

Subject:

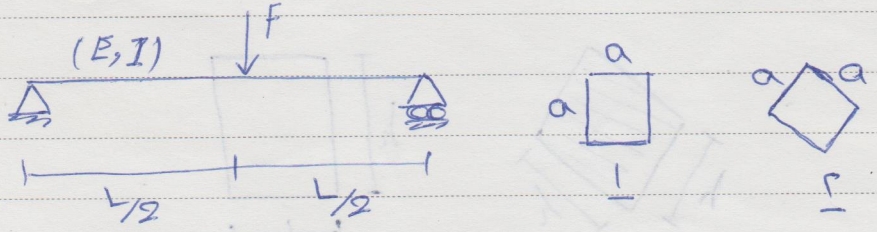
Year. Month. Date. ( )

اگر دو تیر با مقطع دایره، مربع، دارای وزن، جنس، و طول یکسان باشند، همچنین تحت گشتاور خمشی یکسان قرار گیرند، بررسی کنید که با افزایش مقدار گشتاور خمشی کدام یک زودتر تسلیح می شوند.

دو مقطع زیر تحت نیروی برشی F قرار دارند. چنانچه سطح مقطع هردو یکسان و برابر A باشد ماکسیمم تنش برشی در کدام مقطع بیشتر است؟



چنانچه در تیر دو سر مفصل زیر نحوه قرارگیری پروفیل مطابق دو حالت ۱ و ۲ باشد در کدام حالت تغییر مکان ماکسیمم تیر تحت شرایط بارگذاری یکسان بیشتر است.



5-2- اساس مقطع: اساس مقطع یک خاصیت هندسی تلفیقی از مکان اندازی و پراکندگی سطح مقطع از محور خنثی است. افزایش اساس مقطع اعضای تحت خمش منجر به کاهش تنش های محوری ناشی از خمش در آن شده و به این ترتیب ظرفیت خمشی عضو را افزایش می دهد.

$$W_L S = \frac{I}{C} \qquad \downarrow \sigma = \frac{M}{S\uparrow} \qquad \uparrow M = \sigma \times S\uparrow$$

ق- بارهای وارد بر ساختمان ها: پس از طرح معماری یا هندسی یک سازه و مشخص شدن ابعاد و کاربری آن، نخستین مرحله تعیین مقادیر بارهای وارد شده به هر کدام از اعضا است. به طور مشخص بارهای وارد به ساختمان از نظر تغییرات زمان و یا محل اثرشان به دو دسته بار زیر گروه بندی می شوند:

1-ق- بارهای استاتیکی: این بارها مقدار و محل اثرشان در طول زمان بهره برداری از سازه ثابت بوده و یا ثابت فرض می شود. مانند بارهای مرده، زنده و ...

2-ق- بارهای دینامیکی: این گروه از بارها در طول عمر بهره برداری از سازه مقدار یا محل اثرشان با زمان تغییر می کند. مانند بارهای باد، زلزله، پل و ... همچنین بارها از نظر راستای اثرشان بر سازه به گروه های زیر تقسیم می شوند:

3-ق- بارهای ثقلی: مانند بارهای زنده، مرده و برف

4-ق- بارهای جانبی: که در راستای جانبی به وجوه ساختمان عمل می کنند، مانند باد و زلزله

بارها نیز نظیر نیروی انفجار نیز می‌توانند جزء بارهای ویژه قرار گیرند.

5-ق- بارهای نواری: مانند بار دیوارها

6-ق- بارهای گسترده: که محل اثر آنها وسیع است مانند بار کف سازه‌ها

7-ق- تعریف انواع بارهای وارده بر ساختمان:

1-7-ق- بار مرده: بارهای مرده به طور کلی بارهای ثابتی هستند که ناشی از وزن اجزای سازه بوده و در طول عمر سازه مقدار و محل اثر ثابتی دارند. این بارها شامل وزن اعضای باربر ساختمان از جمله تیرها، ستون‌ها، کف‌ها، دیوارها، راه پله‌ها و وزن تاسیسات و تجهیزات درون ساختمان می‌باشد. نحوه محاسبه بارهای مرده بدین ترتیب است که حجم تک تک اجزای نامبرده شده را محاسبه کرده و در مقادیر وزن مخصوص مصالح آن که در جداول مربوطه نیز مجدداً ذکر شده است ضرب می‌کنیم. سپس حاصل ضرب‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

در ادامه وزن مخصوص برخی مصالح پر کاربرد در ساختمان ارائه می‌شود:

آجرها و بلوک‌های سیمانی:

آجر تو پر پخته‌ی رسی معمولی (فشاری)	1700 kg/m³
آجر سوراخ دار پخته رسی (سفالی)	1300 kg/m³
آجر مجوف	600 kg/m³
بلوک سیمانی	900 تا 1300 kg/m³

Subject:

Year. Month. Date. ( )

ملات ها:

ملات ماسه سیمان	2100 kg/m³
ملات گچ	1300 kg/m³
ملات گچ و خاک	1600 kg/m³

بتن ها:

بتن با تقن و ماسه معمولی	2400 kg/m³
بتن آرمه و بتن پیش تنیده با تقن و ماسه معمولی	2500 kg/m³
بتن سبک ها دار و گازی	600 kg/m³
بتن با پوکه معدنی و سیمان	1300 kg/m³

سنگ دانه ها و پر کننده ها:

تقن خیس	2000 kg/m³
تقن خشک	1700 kg/m³
ماسه خیس	1800 kg/m³
ماسه خشک	1550 kg/m³
پودر سیمان توده شده به صورت آزاد	1300 kg/m³
پودر سیمان در کیسه و به جا جا شده	1800 kg/m³

بنیاد سنگ های طبیعی و ملات ماسه سیمان:

گرانیت و پرفیت	2800 kg/m³
سنگ آهکی فشرده مرمر و لجیت	2700 kg/m³

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

سنگ چین با سنگ های لاشه و آهکی تو پُر	2000 kg/m³
بنایی با آجر و بلوک:	
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	1850 kg/m³
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک	1600 kg/m³
آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	850 kg/m³

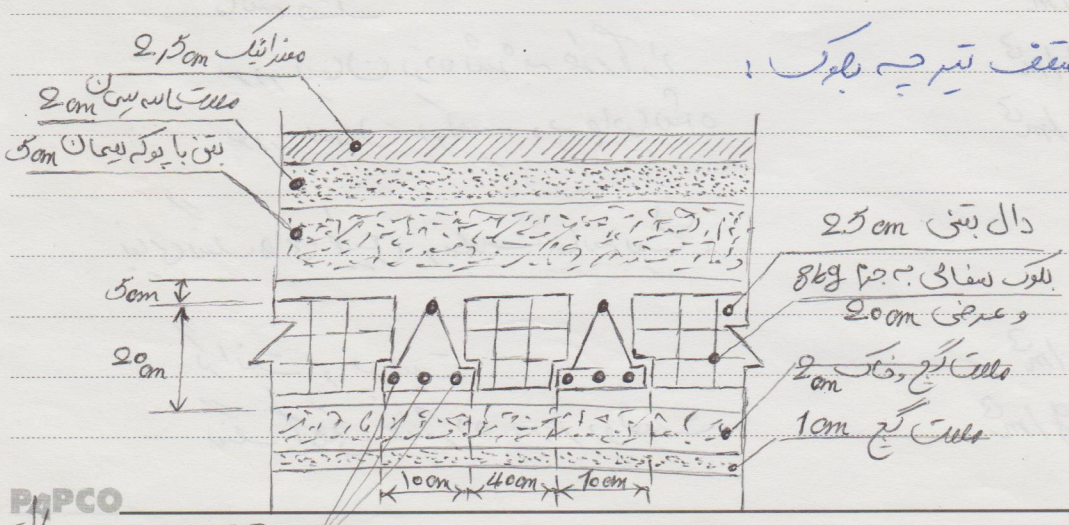
در محاسبات فوق 70 درصد وزن آجر و بلوک و 30 درصد وزن ملات در نظر گرفته شده است.

پوشش ها و مصالح متفرقه ی ساختمانی:

آسفالت	2200 kg/m³
خاک	1200 kg/m³
موزائیک سیمانی	2250 kg/m³
کاشی سرامیک کف	2100 kg/m³
کاشی سرامیک دیوار	1700 kg/m³

مثال: محاسبه بار مرده ی اجزاء:

1- سقف تیرچه بلوک:



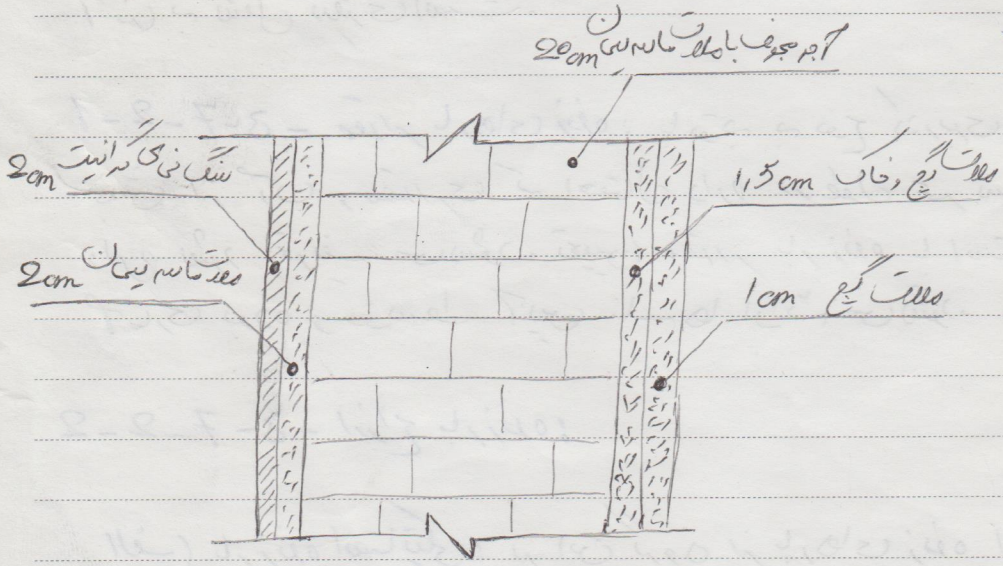
میلگرد 3Φ8 (جمعاً 2kg)

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مصالح	جرم مخصوص kg/m^3	ضخامت m	وزن واحد سطح kg/m^2
سرامیک	2250	0,025	2250 × 0,025 = 56,3
ملات ماسه سیمان	2100	0,02	2100 × 0,02 = 42
کرنی فیر اندود دو لا	—	—	15
بتن با پوکه پیسانی	1300	0,05	1300 × 0,05 = 65kg
دال بتنی	2400	0,05	2400 × 0,05 = 120
بتن بین دلوک‌ها	2400	0,12	2400 × 0,12 × 0,1 × 2 = 96
ملات گچ و خاک	1600	0,02	1600 × 0,02 =
ملات گچ	1300	0,01	1300 × 0,01 = 13
دلوک‌ها	—	0,12	2 × 5 × 8 = 80
جمع			519,3

2- دیوار:



Subject:
Year. Month. Date. ( )

مصالح	جرم مخصوص kg/m	ضخامت m	وزن واحد سطح kg/m²
سنگ نمای گرانیت	2800	۰/۰۲	56
ملات ماسه سیمان	2100	۰/۰۲	42
آجر مجوف با ملات ماسه سیمان	850	۰/۲	170
ملات گچ و خاک	1600	۰/۰۱۵	24
ملات گچ	1300	۰/۰۱	13
جمع			305

۲-۷-۵ - بار زنده: بارهای زنده به بارهایی گفته می‌شود که مقدار و محل اثر آنها وضعیت مشخص ندارند. تحت این بارها بارهای محیطی مانند باد، برف، زلزله، فشار مایعات و ... جزء بارهای زنده محسوب نشده و نحوه محاسبات آنها به شکل دیگری است.

۲-۷-۵-۱ - مقدار بارهای زنده: با توجه به نوع کاربری ساختمان، یا هر بخشی از آن، و مقداری که احتمال دارد در طول عمر ساختمان به آن وارد شود تعریف می‌شود. تعیین مقدار بار زنده با استفاده از مطالعات آماری بوده و توسط آیین نامه ها ارائه می‌شود.

۲-۷-۵-۲ - انواع بار زنده:

الف) بار زنده استاتیکی: در این گروه از بارهای زنده انرژی جنبشی قابل ملاحظه‌ای به ساختمان منتقل نمی‌شود و یا ممکن است تاثیر این انرژی به دلیل زمان زیاد اعمال بار از بین رفته باشد.
به عنوان مثال وزن کارمندان اداره که به آرامی وارد ساختمان شده

P4PCO

Month: Date:

و در مقطع های مختلف ساختمان درگیر می کنند. معرف بار زنده استاتیکی ا

ب) بار زنده دینامیکی یا ضربه ای: بارهای متحرکی هستند که انرژی ج
قابل ملاحظه ای را به ساختمان منتقل می کنند. به عنوان مثال می توان
ناشی از جمعیت هیجان زده در یک استادیوم و یا بارهای ضربه ای
صنعتی ناشی از آسانسور یا جرثقیل را اشاره کرد.

3-2-3-7 - انواع بارهای زنده استاتیکی:

الف) بار زنده گسترده یکنواخت: که تعیین واقع بینانه ای از بار زند
وارد به کف ها است که با توجه به کاربری ساختمان، با استفاد
از تحلیل آماری و با در نظر گرفتن ریسک مناسب تعیین می شود.

ب) بار متمرکز (تاثیر موضعی بار زنده): بار متمرکز موضعی بر سطحی
ابعاد 75cm x 75cm وارد شده و محل آن طوری در نظر گرفته می شود
بیشترین اثر را در اعضا ایجاد کند.

توجه: بار متمرکز موضعی نباید به طور همزمان با بار گسترده بر سازه ا
شود. در ادامه مواردی از آیین نامه، مقادیر بار زنده ای ک
بخش های مختلف در نظر گرفته می شود ارائه می گردد.

کاربری	بار گسترده kN/m^2	بار متمرکز N

سالن های عمومی، محل های تجمع بدون صندلی های ثابت	5		—
نشیمن مسابقه و تکاپا	6		—
پایانه های مسافربری	6		—
راهروهای مراکز تجمع و انتظام در طبقه همکف	5		—
راهروهای مراکز تجمع و انتظام در سایر طبقات	مطابق بارزنده اطاق های مجاور		—
راپله و راهروهای منتهی به درب های خروجی	5		1/3
بالکن ها	1/5 برابر بارزنده کف اتاق		—
	- های متصل به آن و حداکثر 5		
اتاق ها و سایر فضاهای خصوصی	2		—
محل عبور و پارک خودروهای باوزن حداکثر 40kN	3		20
محل عبور و پارک خودروهای باوزن 40 تا 90kN	6		30
اتاق آسانسور	3/6		1/3

مطابق بند 6-5-2-3 مقررات ملی ساختمان مبحث 6 ویرایش 92 برتمام تیرهای یکسره، قاب ها و ساختمان های نامعین در صورتی که شدت بار زنده بیش از 4kN/m² باشد و یا بیشتر از 1,5 برابر بار مرده آن نخیش باشد؛ نامناسب ترین وضعیت بارگذاری باید در نظر گرفته شود برای این منظور کافی است علاوه بر قرار دادن بار زنده در تمام دهانه ها حالت های بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شود.

الف) قرار دادن بار زنده در دهانه های یک در میان

ب) قرار دادن بار زنده در دو دهانه ی مجاور هم به طوری که در سایر دهانه ها بار زنده به صورت 1,5 قرار داده شود

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۵-۷-۵ - بار دیوارهای تقسیم کننده: تیغه ها و جداکننده ها با عرض کمتر از 1m هستند و احتمال تغییر موقعیت آنها در طول عمر سازه وجود دارد. با توجه به تعداد نسبتاً زیاد تیغه ها در طبقه و وزن کم آنها معمولاً از یک بار گسترده معادل که بر کل سطح طبقه اعمال می شود استفاده خواهد شد.

$$q = \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}}$$

در صورت اینکه وزن $1m^2$ از تیغه ها از $2\ kN/m^2$ بیشتر باشد در این صورت وزن تیغه ها به عنوان بار مرده باید در نظر گرفته شود. اگر حداقل بار زنده از $4\ kN/m^2$ بیشتر باشد لزومی به در نظر گرفتن بار معادل تیغه ها در کف ها نیست. (در این مواقع بار زنده آنقدر زیاد است که بار زنده تیغه ها نیاز به در نظر گرفتن ندارد)

در معماری که عضو دارای سطح بارگیر نسبتاً بزرگی باشد احتمال اینکه کل سطح به طور همزمان حداکثر تاثیر بر بار حداکثر قرار نگیرد کم است در این حالت شدت متوسط بار مربوط به هر یک از اجزاء باربر ساختمان که سهمی از بار کف را تحمل می کنند را می توان با بزرگ شدن سطح باربر به تدریج کم کرد.

نکته: اعمال بار دینامیکی ضربه ای به سازه باعث افزایش پاسخ سازه نسبت به بارگذاری استاتیکی خواهد شد. برای در نظر گرفتن این افزایش پاسخ، ضریب ضربه به صورت زیر تعیین می شود.

$$\text{ضریب ضربه} = \frac{W_D}{W_S}$$

W_D: بار دینامیکی

W_S: بار استاتیکی

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

3-7-4- بار برف: به طور کلی بارش برف و انباشته شدن آن روی بام باعث ایجاد بار ثقلی بر روی سازه خواهد شد. این بار ثقلی در شرایط خاصی می تواند، بحرانی شده باعث تخریب سازه گردد. میزان بار برف یک ساختمان به موارد زیر بستگی دارد.

1) موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی
2) بافت شهری (تاثیر کنار هم قرار گرفتن ساختمان ها)
3) شکل و کاربری ساختمان

3-7-4-1- کمیت های محاسبه بار برف:

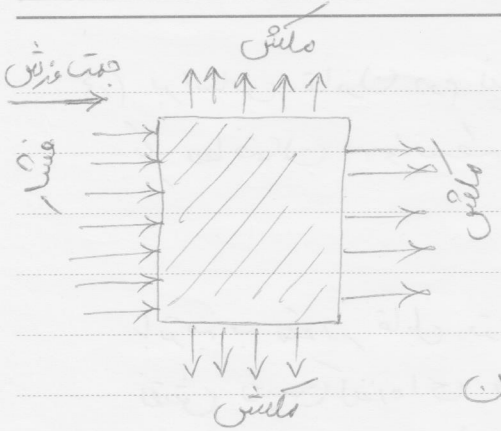
$P_r = 0,7\, C_s\, C_t\, C_e\, I_s\, P_g \qquad 0,25 kN/m^2 \leq P_g \leq 3 kN/m^2$

C_e: ضریب برف گیری ساختمان
C_t: ضریب شرایط دمایی
C_s: ضریب شیب سقف
I_s: ضریب اهمیت ساختمان
P_g: بار برف مبنا
P_r: بار برف

3-7-5- بار باد: اصولاً باد به دلیل اختلاف درجه حرارت دو منطقه از زمین ایجاد شده و در طی رخ دادن آن ذرات هوا از یک نقطه به نقطه ی دیگر حرکت می کنند. ذرات هوا هنگامی که به مانعی برخورد می کنند، قسمتی از انرژی جنبشی خود را تبدیل به فشار وارد بر آن سطح می کنند. بار باد باری است که بر اثر این فشار به ساختمان وارد می شود.

Subject:

Year. Month. Date. ( )



۴ عامل مهم در بار باد عبارتند از:

1) سرعت باد
2) ارتفاع ساختمان
3) شکل ساختمان
4) میزان پوشش و گرفتگی اطراف ساختمان

1-5-7-3 - روابط تعیین فشار و مکش جانبی:

$$P = Iw \cdot q \cdot Ce \cdot Cp \cdot Cg$$

q : فشار مبنای باد
Iw : ضریب اهمیت ساختمان
Ce : ضریب بارگیری سازه (تاثیر ارتفاع و پوشش محیط بر سرعت)
Cg : ضریب اثر جهش باد خارجی
Cp : ضریب فشار
P : بار باد

6-7-3 - بار زلزله: از تفاوت های نیروی زلزله با انواع دیگر نیرو - های وارد شده بر ساختمان می توان به موارد زیر اشاره کرده

1) چون نیروی زلزله از نوع شتاب بوده و بدین ترتیب در تک تک اجزاء ساختمان که دارای جرم می باشند ایجاد می شود.
2) با توجه به نوسانی بودن حرکت پوسته زمین به عنوان منشأ ایجاد زلزله نیروی زلزله ی ایجاد شده در اعضای سازه نیز، خاصیت نوسانی و رفت و برگشتی دارند.

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ج) بر اساس قانون دوم نیوتن می توانیم دریابیم که نیروی ایجاد شده در اجزاء یک ساختمان به واسطه زلزله متناسب با جرم آن است.

$$\uparrow \Sigma F = \uparrow m \cdot a$$

با توجه به مقدار قابل توجه نیروی زلزله وارد بر ساختمان ها این نیرو نقش تعیین کننده ای در طراحی اجزاء سازه ای دارد. به این ترتیب عموماً در طراحی سازه ها سیستم سازه ای جداگانه ای را به منظور تحمل نیروهای زلزله طراحی می کنند.

1-6-7-3 - زلزله سطح طرح و بهره برداری: مطابق آیین نامه 2800 ویرایش 4 زلزله ای که به عنوان مبنای طراحی سازه ها در نظر گرفته می شود زلزله طرح (زلزله شدید) نام دارد. این زلزله، زلزله ای است که احتمال وقوع آن در 50 سال عمر مفید سازه کمتر از 10% باشد.
به عبارت دیگر دوره بازگشت آن 475 سال است. از سوی دیگر سازه های با اهمیت خیلی زیاد و یا بلندتر از 50m و یا بیشتر از 15 طبقه باید با در نظر گرفتن زلزله سطح بهره برداری (خفیف) نیز کنترل شوند. زلزله سطح بهره برداری زلزله ای است که احتمال وقوع آن در 50 سال عمر مفید سازه بیش از 99,5% باشد.

2-6-7-3 - مفهوم مرکز جرم و سختی: در یک نگاه ساده مرکز جرم محلی است که بر آیند نیروهای زلزله به آن وارد می شود و مرکز سختی محلی است که بر آیند نیروهای مقاوم در برابر زلزله به آن وارد می شوند.