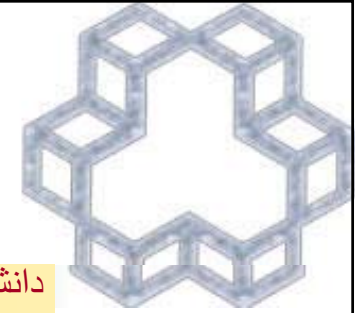


مقدمه



جزوه بتن ۱

تدوین : دکتر سید بهرام بهشتی



منابع

- طراحی سازه های بتن آرمه – طاحونی، کی نیا
- آیین نامه سازه های بتن آرمه ایران (ABA)
- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، سازمان برنامه و بودجه، نشریه شماره ۵۵، ۱۳۷۹
- Reinforced Concrete Mechanics and Design, by: J. G. MACGregor
- Reinforced Concrete Design, by [Chu-Kia Wang](#), [Charles G. Salmon](#)
- Design of Concrete Structure, by [Winter & Nilson](#)

قوانین نمره گذاری

سیلابس

امتحان بعد از ۶ هفته	50%
امتحانات ناگهانی	10%
تمرینات و شرکت در کلاس	10%
امتحان آخر ترم	50%
جمع	120% !

-مقدمه

-مشخصات مکانیکی

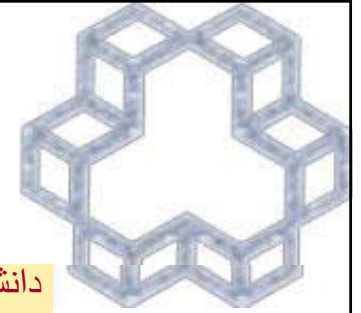
-روشهای طراحی

-طراحی خمشی تیرها (تک آرمه-دو آرمه-مقطع T شکل)

--طراحی برشی

-کنترل خیز و ترک خوردگی

-پیوستگی، طول مهاری و قطع میلگردها

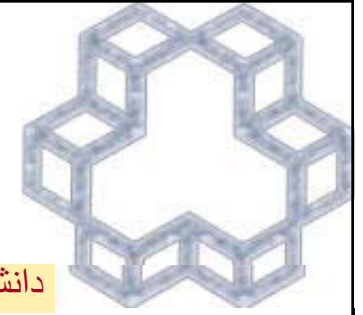


مقدمه، مصالح و مشخصات

سازه های بتن آرمه 

مشخصات مکانیکی بتن 

میلگردهای مسلح کننده 



بتن (اینجا - اونجا - همه جا!)

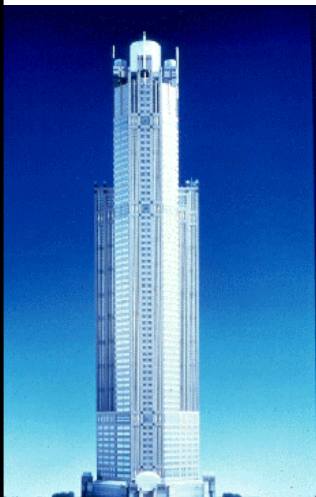


Note the use of trapezoidal box girders

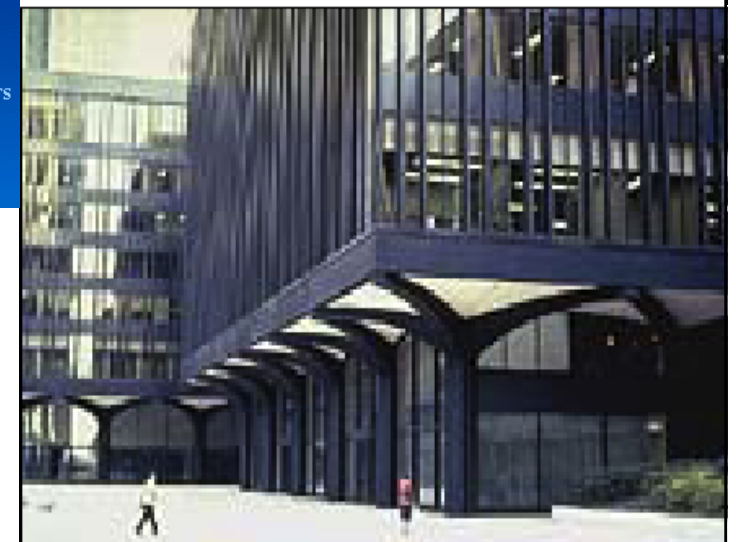
- To minimize disruption of the park, the bridge was constructed from the top down



- Scotia Plaza is a 68-story office tower in Toronto and is one of Canada's tallest concrete buildings



- 311 South Wacker exceeded Water Tower Place by approximately 80 feet in height



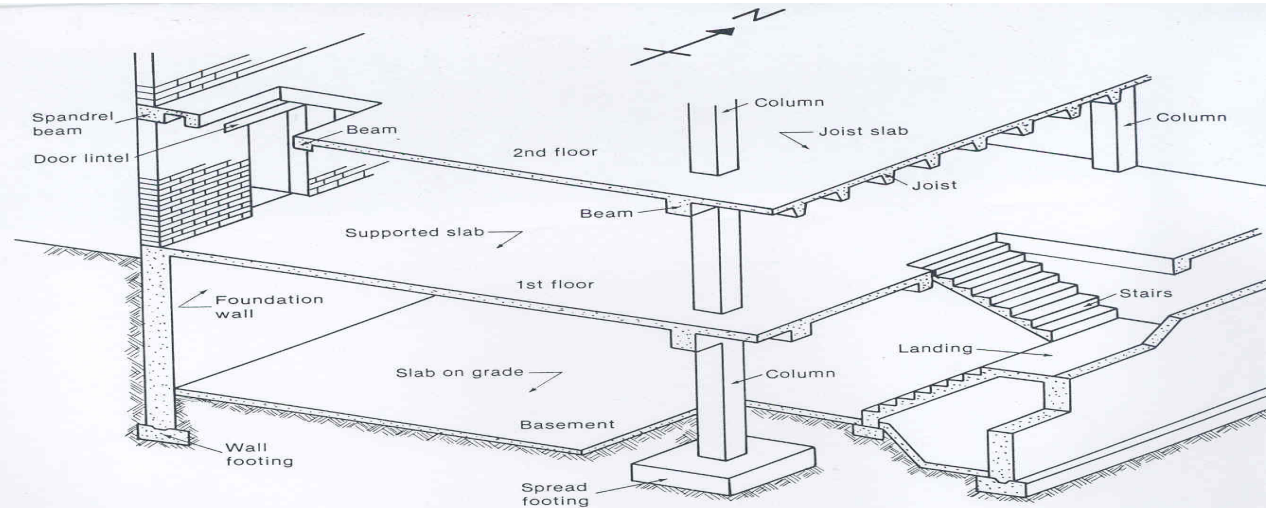
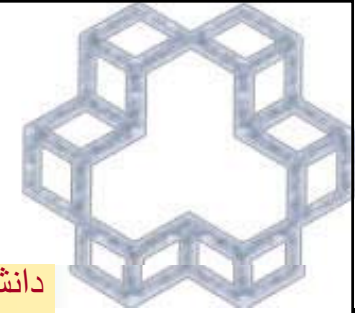


Fig. 1-4 Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)

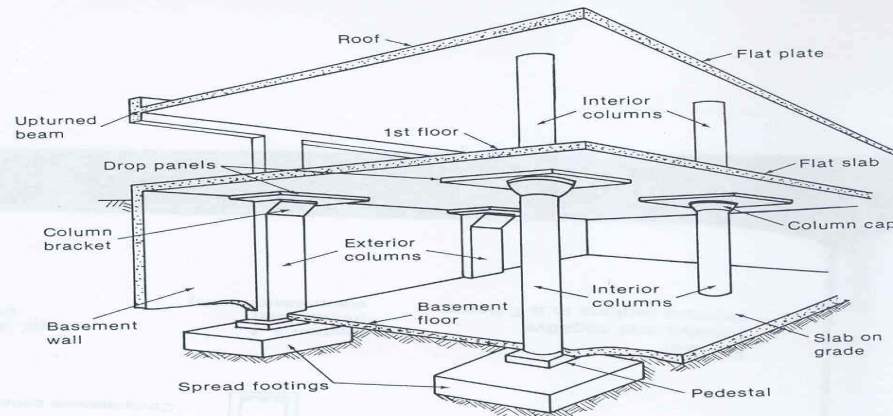
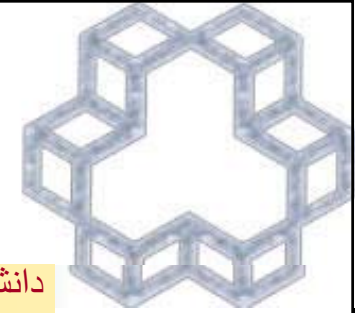


Fig. 1-5 Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)

Sec. 1-3 Reinforced Concrete Members

اجزاء سازه بتن آرمه



مزایای استفاده از بتن آرمه

■ اقتصاد

✓ سیستم کف نازک تر

✓ دسترسی ساده و ارزان به مصالح

✓ مصرف پایینتر انرژی برای تولید

✓ نگهداری راحتتر

✓ آشنایی پیمانکارهای محلی با اجرای این نوع از سازه ها

• مناسب بودن برای عملکرد سازه ای و معماری

✓ قرارگیری بتن در محل به شکل پلاستیک سبب می گردد که اندازه و شکل دلخواه و بافت سطح آن توسط قالب و تکنیکهای پرداخت انتخاب گردد. لذا محدودیتی بدین لحاظ وجود ندارد.

✓ با انتخاب بافت سطحی آن نیاز به رنگ ندارد.

✓ در مراحل اجرا می تواند قبل از گیرش اولیه ابعاد قالب را تغییر داد

✓ آب بندی می تواند در درجات مختلف انجام گردد.

■ مقاومت در برابر آتش

✓ بدون پوششهایی ضد آتش می تواند ۱-۳ ساعت در برابر آتش مقاومت کند

■ مقاومت در برابر اثرات محیطی

✓ مقاومت مناسب در برابر اثرات مخرب محیطی و شیمیایی. عایق خوب حرارتی و صوتی

■ صلبیت

✓ سختی و جرم بیشتر و لذا کاهش

ارتعاشات در برابر باد، ارتعاشات کف (قدم زدن)، کمانش محلی ستونها

معایب استفاده از بتن آرمه

• سنگین و پرهزینه تمام شدن فنداسیون

• نیاز به قالب بندی و شمع بندی موقت

↳ مراحل قالب بندی:

👉 آماده کردن قالب ها در محل

👉 بستن قالب ها

👉 شمع زنی زیر قالب ها به عنوان تکیه گاه تا زمانی که بتن هنوز به مقاومت خود نرسیده است.

• مقاومت کششی پایین: $0.1f'c$ (در حالت غیر مسلح سریعاً دچار شکست می شود.)

• بسیار شکننده، چگال و سنگین

• تأثیرگذار بودن تعداد کارگران و زمان کار در پیشرفت کار

• کم بودن نسبت مقاومت/حجم نسبت به فولاد؛ زیرا:

$$f_c \sim 5-10\% f_y$$

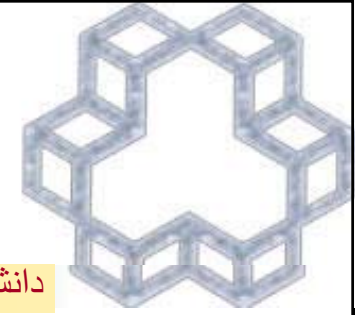
• حجم کاری بالا (به طور مثال با همان حجم فولاد دهانه های بزرگتری را می توان اجراء کرد.)

تغییرات حجم نسبت به زمان: www.icivil.ir

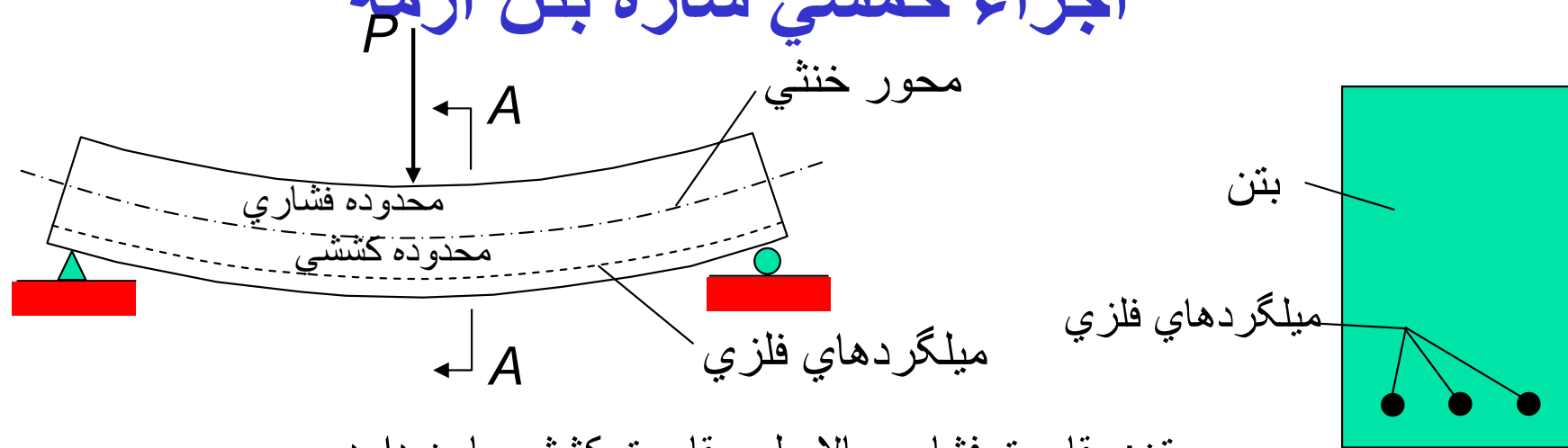
✓ در بتن جمع شدگی خشک روی می دهد که می تواند باعث تغییر شکل و ایجاد ترک گردد.

✓ تحت بارهای ماندگار در بتن خزش روی می دهد که با گذشت زمان این امر افزایش می یابد.

✓ انبساط و انقباض بتن تقریبا شبیه فولاد است.



اجزاء خمشی سازه بتن آرمه



بتن: مقاومت فشاری بالا ولی مقاومت کششی پایین دارد.

میلگردهای فولادی: توسط بتن محصور شده است (مسلح نمودن). در بتن مسلح، فولاد ضعف مقاومت کششی بتن را بر طرف می کند.

ترکیب بتن و فولاد

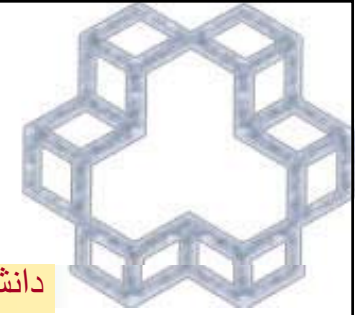
۱- چسبندگی فولاد و بتن از لغزش میلگردهای فولادی ممانعت می کند

۲- پوشش بتن از رسوخ آب و خوردگی فولاد جلوگیری می کند

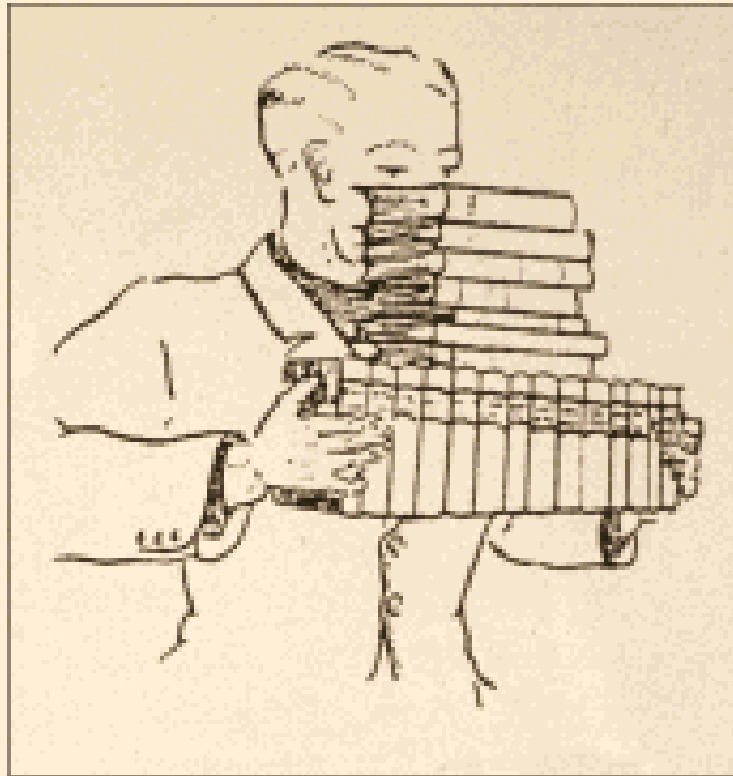
۳- ضریب انبساط حرارتی مشابهی دارند بنابراین هر دو با هم منبسط و منقبض می شوند و فولاد در بتن نمی لغزد.

Concrete: 0.000010 - 0.000013

Steel: 0.000012



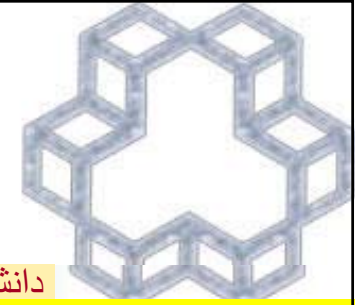
پیش تنیدگی و پس تنیدگی



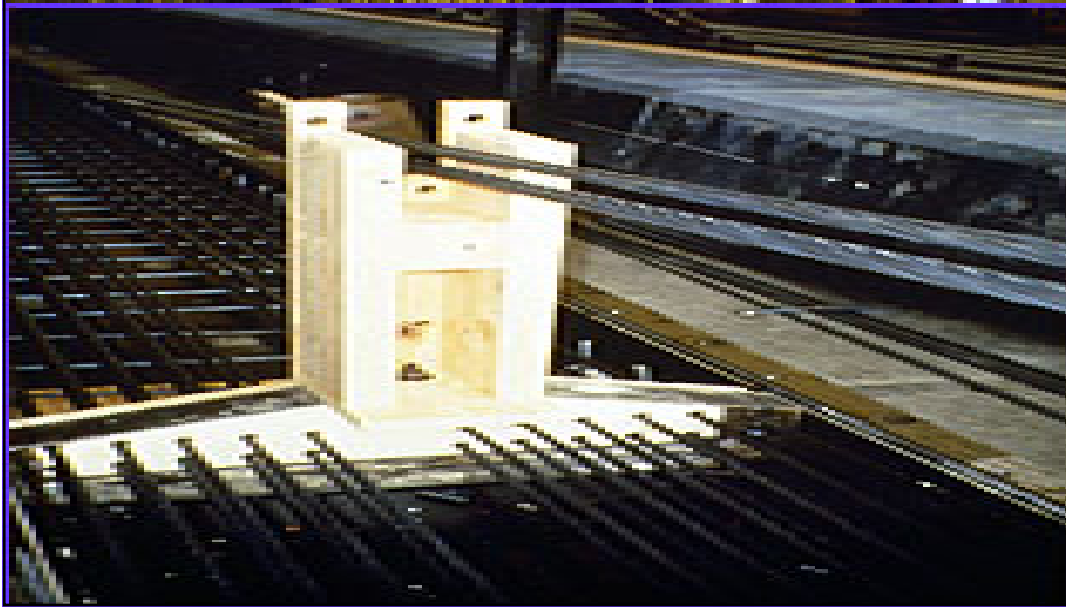
Professor Magnel's explanation of the principle of prestressing.

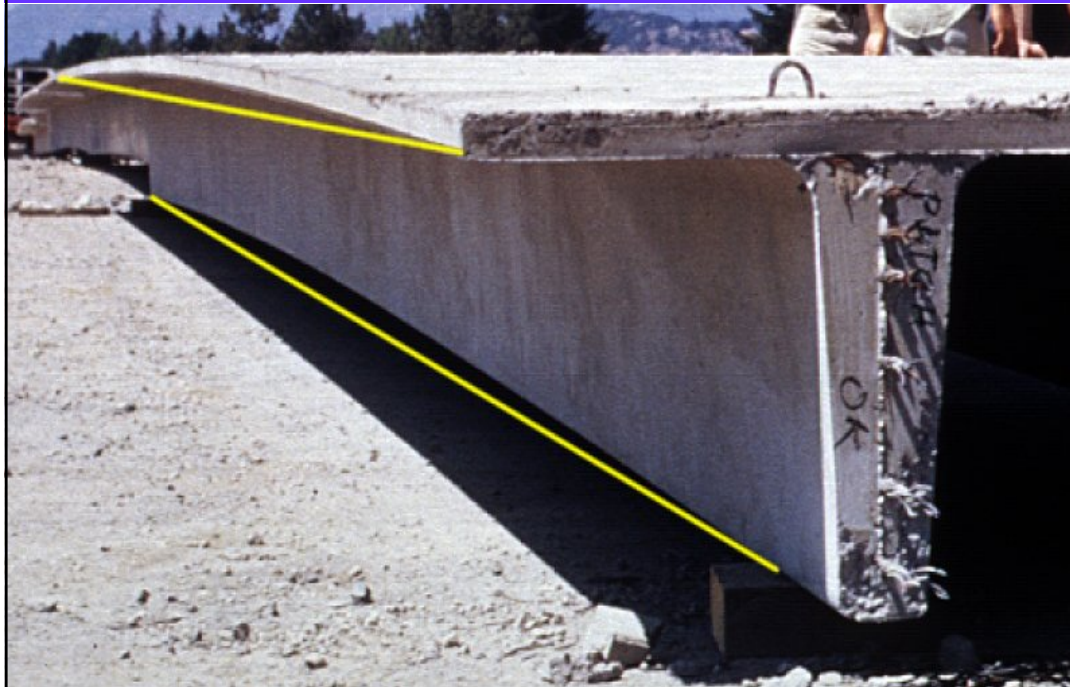


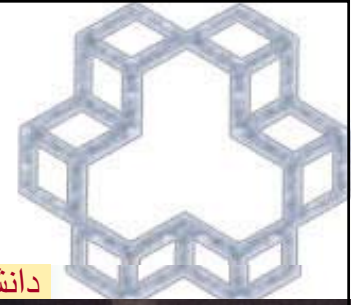
Professor Magnel teaching prestressed concrete.



پیش تنیدگی



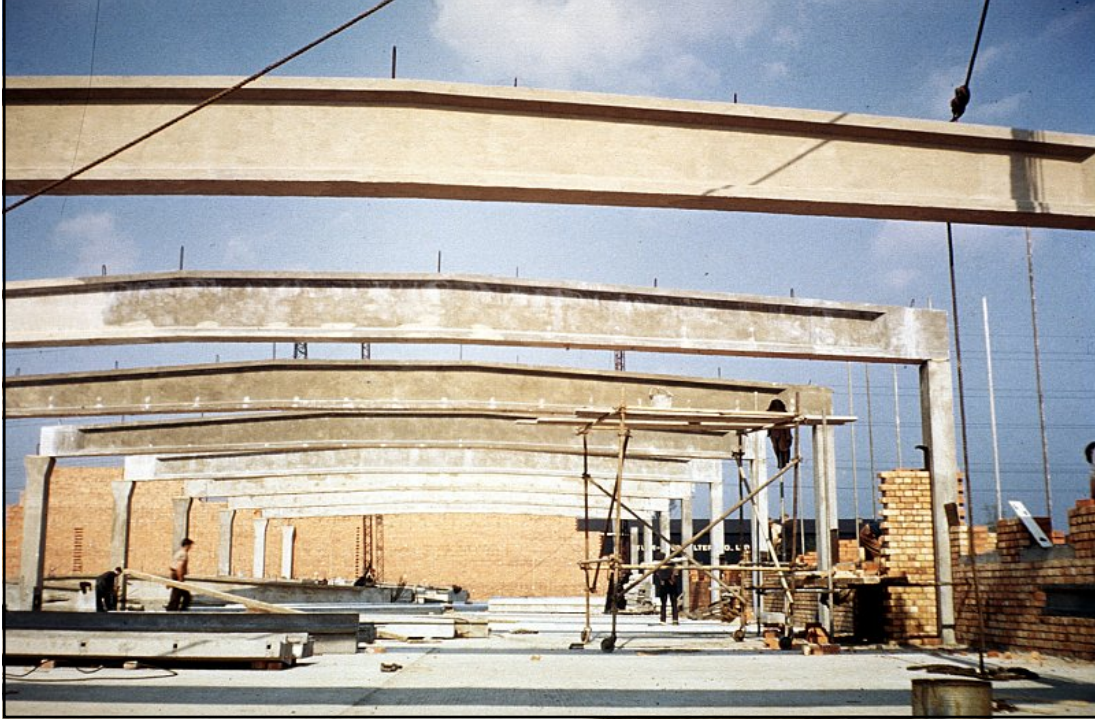


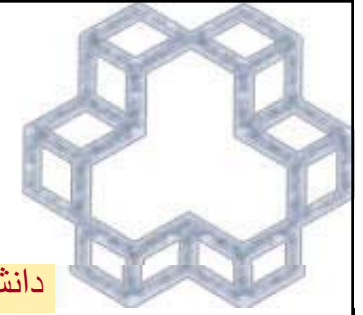


پس تئیدیگی



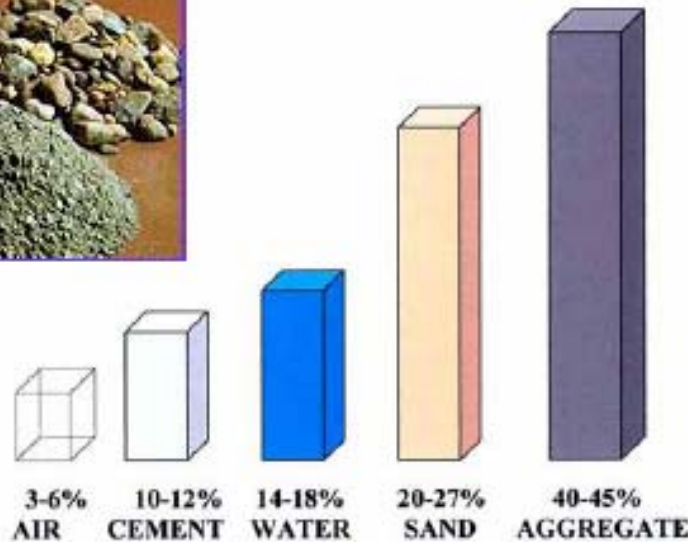






اجزاء بتن:

مشخصات اختلاط توسط نسبت حجمی یا وزنی سیمان به ماسه و شن (مثلاً 1:2:4) همراه با نسبت وزنی آب به سیمان (W/C) داده می شود.



سنگدانه های درشت: معمولاً سنگ شکسته است و باید به درستی انتخاب گردد.

سنگدانه های ریز: معمولاً ماسه

سیمان: انواع مختلف آن در دسترس می باشد.

آب: مقدار آن باید به دقت انتخاب شود.

هوا: همیشه موجود بوده ولی باید حداقل باشد.

اختلاط: جهت کسب مشخصات لازم

وزن مخصوص بتن

بتن غیر مسلح	= 2.323 t/m ³
فولاد	= 7.850 t/m ³
بتن آرمه	= 2.400 t/m ³
بتن سبک	= 1.6 - 2.0 t/m ³

هیدر اسیون: فرآیند شیمیایی گرمازایی که در آن پودر سیمان با آب واکنش داده و تبدیل به ماده سختی شده که سبب چسبندگی دانه های سنگی به هم می شود.

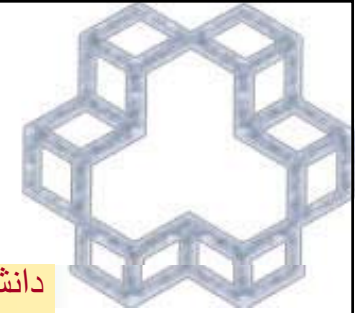


photo courtesy of NCAT



■ مصالح سنگی:

۱- اثرات مهمی در تعیین نسبت اختلاط اجزاء و قیمت تمام شده بتن دارد. مثلاً سنگ دانه های تیز گوشه و پولکی برای یک نسبت W/C خاص سیمان و آب بیشتری، به منظور رسیدن به کارایی مدنظر مصرف می گردند.

۲- مصالح باید تمیز، سخت، عاری از مواد شیمیایی و مقاوم باشند.

۳- آزمایشهای استاندارد مصالح سنگی چنین است:

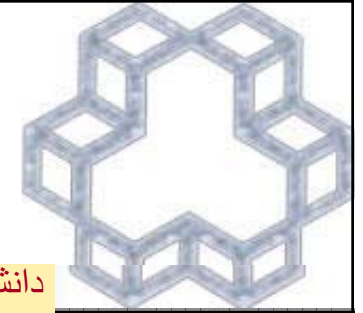
الف) مقاومت سایشی برای روسازیها، کف کارخانه ها، انبارها و باراندازها (C535-C131)

ب) مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن برای محلهای در معرض سرما و گرما (C290-C291)

پ) پایداری شیمیایی (C227-C289-C586)

۴) شکل دانه ها و ساخت سطح آنها: دانه های تیز و ریز با شکل سوزنی یا پولکی بیش از سنگهای گرد و مکعبی شکل به مواد ریز دانه نیاز دارند. مقدار این سنگها باید به ۱۵٪ وزن مصالح سنگی محدود باشد.

۵) دانه بندی: دانه بندی و حداکثر درشتی مصالح سنگی در شکل پذیری بتن تازه، میزان افت و آب بندی و پوکی بتن تاثیر دارد. ماسه ریزدانه از نظر اقتصادی به صرفه نیست و ماسه درشت دانه، مخلوطی با کارایی نامناسب می سازد و سطح بتن را زبر می کند.



دانه بندی مصالح سنگی با گذراندن آنها از الکهای استاندارد و رسم منحنی دانه بندی مشخص می گردد. نمره الکهای مصالح ریزدانه عبارتند از ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ و برای درشت دانه بر اساس اندازه چشمه در واحد اینچ عبارتند از: ۳/۸ و ۳/۴، ۱۱/۲، ۳، ۶، ۱۲

مقاومت سنگدانه ها

قوي: کوارتز، فلسیت
متوسط: سنگ آهکی، گرانیت
ضعیف: ماسه سنگ، مرمر

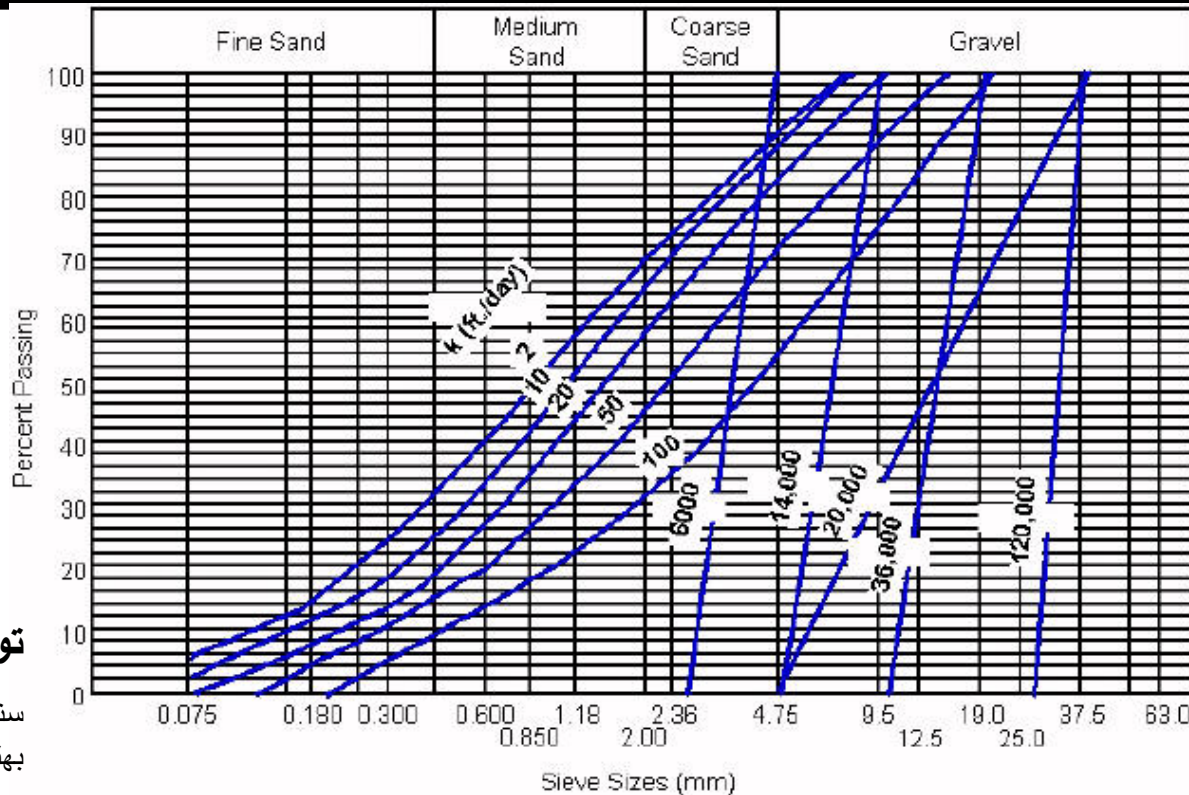
توجه!

سنگدانه‌های وزین تر دارای مشخصات بهتر:

۱- مقاومت

۲- مقاومت محیطی (پایداری)

۳- اقتصاد



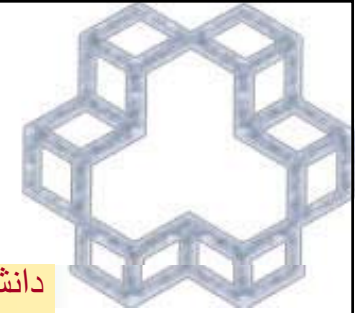
حداکثر اندازه دانه های سنگی در سازه های بتن آرمه (RC)، باید در قالب و بین میلگردها قرار گیرد:

سه معیار وجود دارد:

• یک پنجم کوچکترین بعد قالب

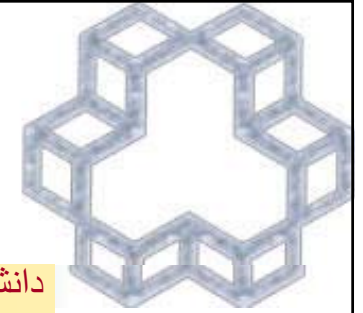
• یک سوم ضخامت دال

• سه چهارم فاصله آزاد میلگردها



■ آب :

- آب دو وظیفه را بر عهده دارد: ۱- ترکیب شیمیایی با سیمان و انجام هیدراسیون.
- ۲- روانی و شکل پذیری بیشتر بتن.
- آبی که برای نوشیدن مناسب باشد برای ساختن بتن مناسب است.
- از آبی که دارای مقدار سولفات غیر مجاز است نباید برای ساخت بتن استفاده شود.
- آبی که مقاومت ۷ و ۲۸ روزه مکعب ملات سیمانی ساخته شده با آن دست کم ۹۰ درصد مقاومت مکعب ساخته شده از آب آشامیدنی است، می توان برای ساخت بتن استفاده نمود. البته اثر زمان بر روی مقاومت نیز باید بررسی گردد.
- برخی ناخالصی ها بر زمان گیرش بتن، مقاومت، تغییر حجم بتن و خوردگی فولاد اثر می گذارند، عبارتند از:
 - ۱- کربنات و بی کربنات قلیایی: بتن را زودگیر و کند گیر می کند و کاهش مقاومت بتن را به همراه دارد
 - ۲- کلرور و سولفات سدیم: مقدار بیشتر از 20000 ppm کلرور سدیم و 10000 ppm سولفات سدیم برای بتن خطرناک است.
 - ۳- سولفات و کلرور منیزیم: مقدار بیشتر از 40000 ppm بر مقاومت بتن تاثیر منفی دارد.
 - ۴- خاک رس، مواد معلق، لای و پودر سنگ: تا 2000 ppm بر مقاومت بتن اثر نمی گذارد.
 - ۵- روغنها: اگر مقدار روغن معدنی از ۲ درصد وزن بتن تجاوز کند، ۲۰٪ از مقاومت بتن می کاهد.



■ سیمان:

به سیمانهای طبیعی و پرتلند تقسیم بندی می شود.

انواع سیمانهای پرتلند:

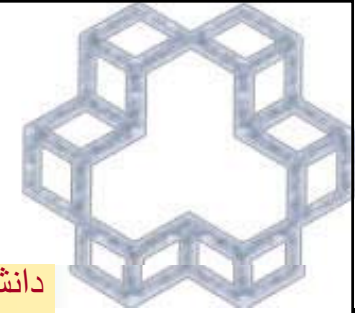
نوع I: امور عمومی

نوع II: گرمای هیدراسیون کمتر از نوع I

نوع III: مقاومت زود رس بالاتر (گرمای هیدراسیون بالاتر، روند افزایش مقاومت سریع. مقاومت ۷ روزه معادل ۲۸ روزه نوع I دارد.)

نوع IV: گرمای هیدراسیون پایینتر (افزایش گرمایی کمتر، پیچیدگی کمتر در سازه های حجیم)

نوع V: مقاومت سولفات (برای پی سازی، سازه های زیر خاکی، فاضلاب روها و غیره در معرض خاک با سولفات)



کیفیت بتن چگونه اندازه گیری می شود:

■ با مقاومت و پایایی اندازه گیری می شود.

در این حال سنگدانه های سالم، نسبت کم W/C ، میزان پیشرفت هیدراسیون می تواند بر کیفیت تاثیر گذار باشد.

پایایی بتن چیست؟

پایایی بتن، توانایی بتن در مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن و حمله شیمیایی بدون جدایش است.

اهمیت نسبت اختلاط:

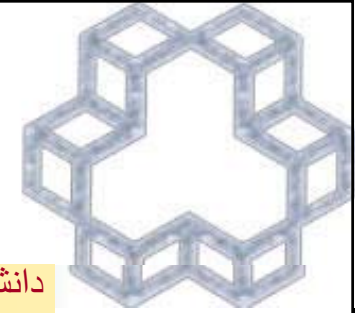
۱- مقاومت کافی

۲- کارایی در قرار دادن بتن و پایایی بیشتر در سخت شدن بتن

۳- حداقل قیمت (سیمان کمتر- اندازه دانه مناسب برای کاهش فضای خالی و خمیر سیمان)

۴- شتاب بخشیدن یا کند نمودن قرار دادن و یا سخت شدن بتن در قالب

۵- کمک به نگهداری بتن



مراحل عمر بتن

محتوای هوا

۱- حباب هوا باعث ایجاد حفره می گردد.

۲- مقاومت در برابر سیکل یخ زدن و آب شدن

۳- افزایش کارایی

۴- کاهش دانسیته و مقاومت

۵- کاهش نسبت W/C

مرحله پلاستیک (تازه)

سیالیت بتن باید به گونه ای باشد که قادر به اختلاط، انتقال و قرار گیری و فشرده شدن باشد.

مرحله نرم

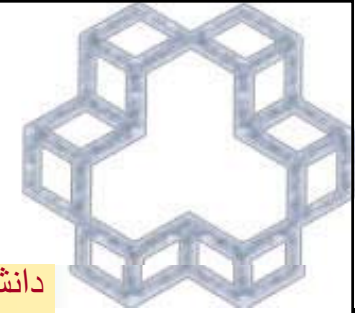
وقتی بتن سخت می شود، باید شکل آن محفوظ باشد.

مرحله سخت شدن

بتن باید بار را تحمل نموده و پایا باشد

سوپر پلاستی سائزر

این مواد کارایی بتن تازه را توسط آزاد نمودن آب بطور شیمیایی از مصالح سنگی افزایش می دهد. توانایی سوپر پلاستی سائزر در افزایش اسلامپ بتن بستگی به فاکتورهای چون نوع، مقدار و زمان اضافه نمودن آنها، W/C و طبیعت سیمان مصرفی دارد. بررسیها نشان می دهد برای انواع سیمان، سوپر پلاستی سائزر باعث افزایش کارایی بتن می گردد. برای مثال، اضافه نمودن ۱/۵ % SMF به بتن با سیمانهای تیپ I، II و V سبب افزایش اسلامپ از ۷۵ میلیمتر بترتیب به ۲۲۰، ۲۱۵، و ۲۳۰ میلیمتر می گردد.



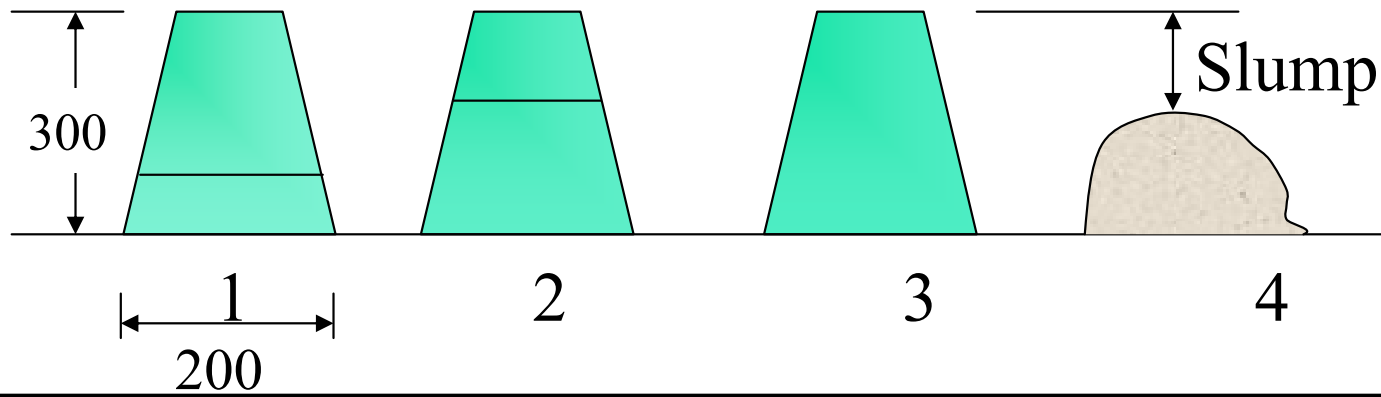
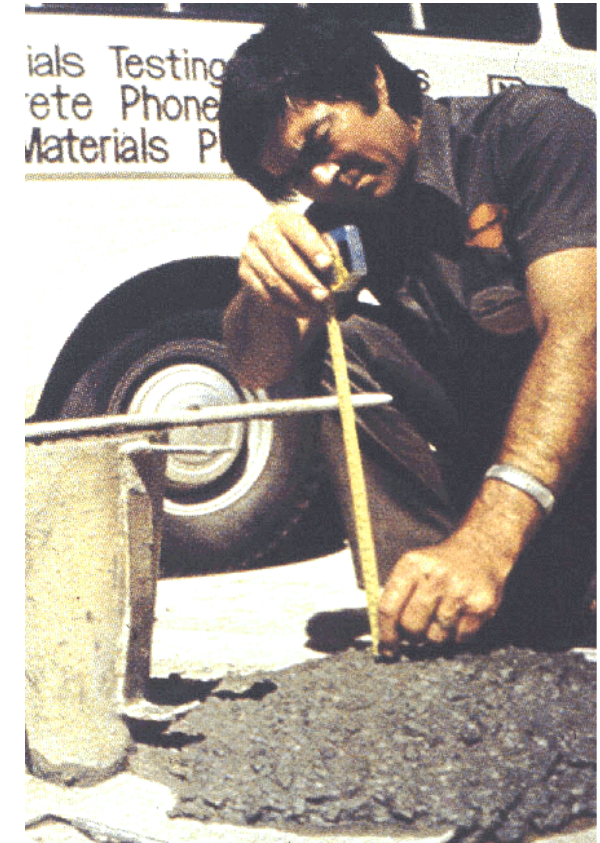
آزمایش اسلامپ :

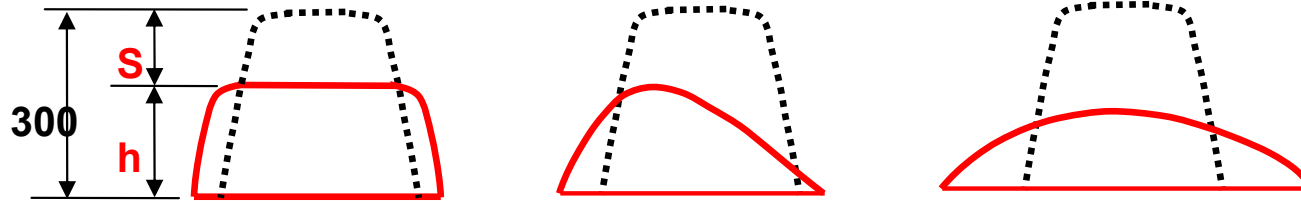
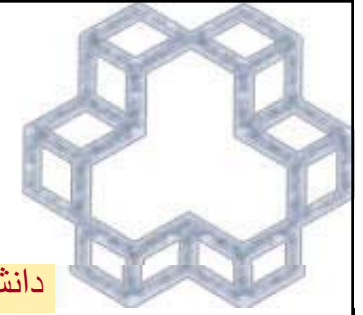
آزمایشی است که کارایی بتن تازه (ASTM C143) را اندازه گیری می نماید.

کارایی بتن تازه مشخصه ای است که نشان دهنده آن است که جرم مصالح پلاستیک بدون جدایش در محل نهایی خود قرار داده شوند تا شکل نهایی آن متناظر به شکل قالب خود باشد.

آزمایش بدین گونه است که مخروط ناقص با ابعاد نشان داده شده در سه لایه و هر لایه با ۲۵ ضربه توسط میله با بتن پر می گردد.

حدوداً اسلامپ بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلیمتر است.





اسلامپ درست

اسلامپ برشی

اسلامپ انهدامی

$s =$ اسلامپ

$h =$ ارتفاع اندازه گیری شده

در طول ۵ ثانیه مخروط باید بالا کشیده شود و بدون هیچ انقطاعی آزمایش باید در ۲/۵ دقیقه به اتمام رسد.

اسلامپ درست: شامل نشست بتن بدون پارگی و جدایش است.

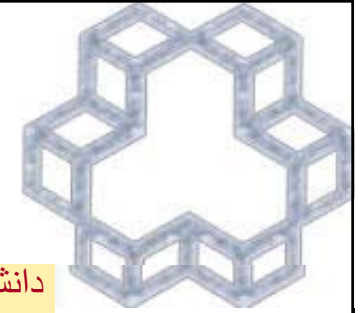
اسلامپ برشی: نشان دهنده فقدان چسبندگی در مخلوط‌های خشن است. مخلوط برای استفاده مناسب نیست.

اسلامپ انهدامی: مخلوط ضعیف و بسیار آبکی است

اسلامپ های پیشنهادی

RECOMMENDED MIX CONSISTENCIES FOR Cement

Type of Structure	Slump (in.)	
	Minimum	Maximum
Massive sections, pavement and floors laid on ground	1	4
Heavy slabs, beams, or walls	3	6
Thin walls and columns, ordinary slabs or beams	4	8



آزمایش فشاری بتن



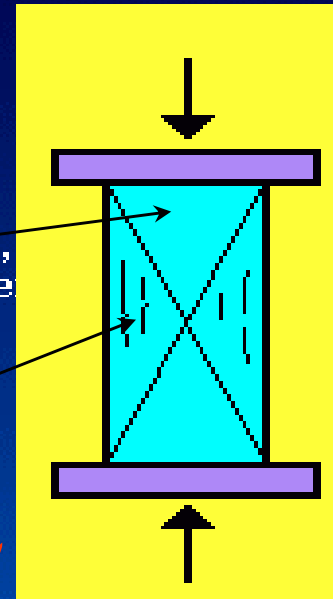
بار حداکثر در این آزمایش
نشان دهنده مقاومت فشاری
است:

مخروط در تماس

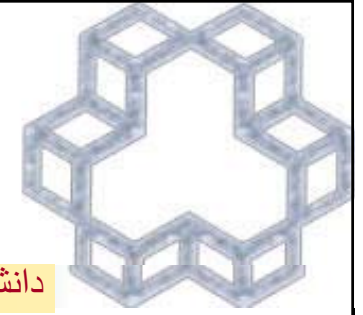
نواحی کناری شکافته و جدا
می شوند

سطح سیلندر / F_{ult} = مقاومت سیلندر
MPa

Today,
can e

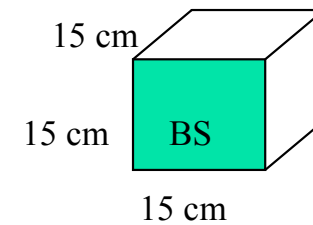
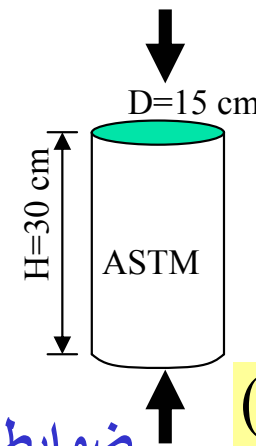


مقاومت فشاری بتن بطور فزاینده در
دهه های اخیر افزوده شده است.



مقاومت فشاری بتن

F'_c مقاومت فشاری بتن همان مقاومت سیلندر استاندارد پس از ۲۸ روز می باشد.



$$(f'_c)_{ASTM} \cong 0.85 (f'_c)_{BS}$$

نمونه سیلندری در ابعاد

یا $\phi 100 \times 200 \text{ mm}$

$\phi 150 \times 300 \text{ mm}$

$$\frac{H}{D} = 2$$

Lean or Lightweight Concrete (Filling & Plane concrete) : C12, C10, C8, C6 MPa

Normal used (RC): C16, C20, C25, C30 MPa

High strength (RC & PRC): C35, C40, C45, C50 MPa

ضوابط پذیرش بتن

۱-۲-۵-۶ مشخصات بتن در صورتی منطبق بر رده مورد نظر و قابل قبول تلقی می شود که یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

الف- در آزمایش سه نمونه برداری متوالی، مقاومت هیچکدام کمتر از مقاومت مشخصه نباشد:

$$X_{1,2,3} \geq f_c$$

ب- متوسط مقاومت‌های نمونه‌ها حداقل $1/5 \text{ MPa}$ بیشتر از مقاومت مشخصه باشد و کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منهای 4 MPa کمتر نباشد.

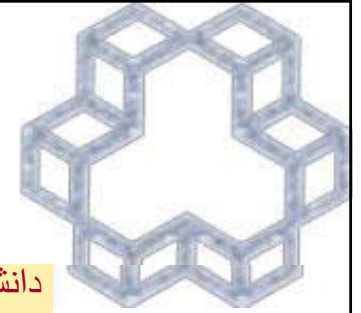
$$X_{\min} \geq f_c - 4 \quad \text{و} \quad \bar{X} \geq f_c + 1.5$$

۲-۲-۵-۶ مشخصات بتن در صورتی غیر قابل قبول است که متوسط مقاومت‌های نمونه‌ها از مقاومت مشخصه کمتر باشد یا کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منهای 4 MPa کمتر باشد:

$$\bar{X} < f_c \quad \text{یا} \quad X_{\min} < f_c - 4$$

مقاومت فشاری مشخصه بتن

۱-۴-۶ مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد تمامی مقاومت‌های اندازه‌گیری شده برای رده بتن مورد نظر ممکن است کمتر از آن باشد



انواع شکست فشاری

سه مود شکست وجود دارد

۱- تحت فشار محوری، بتن در اثر برش خراب می شود

۲- جدایش نمونه به قطعات ستونی که به شکست و جدایش ستونی شناخته می شود.

۳- ترکیب برش و شکست ستونی

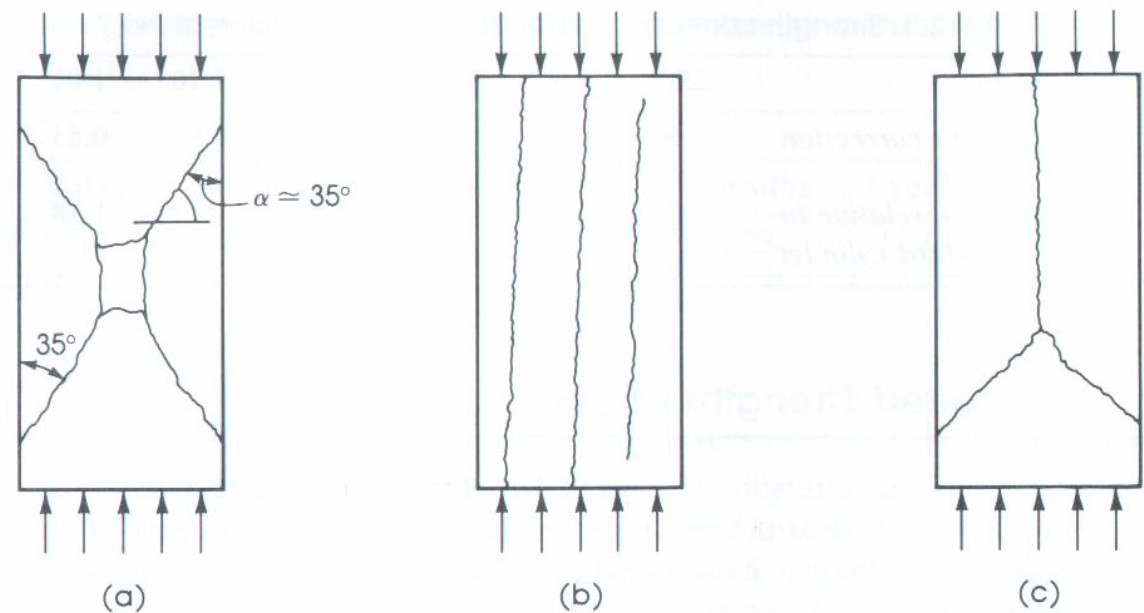
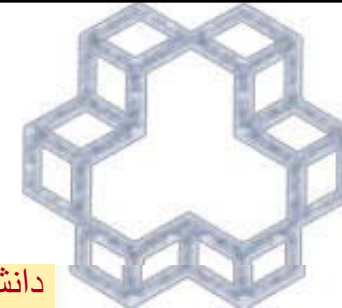
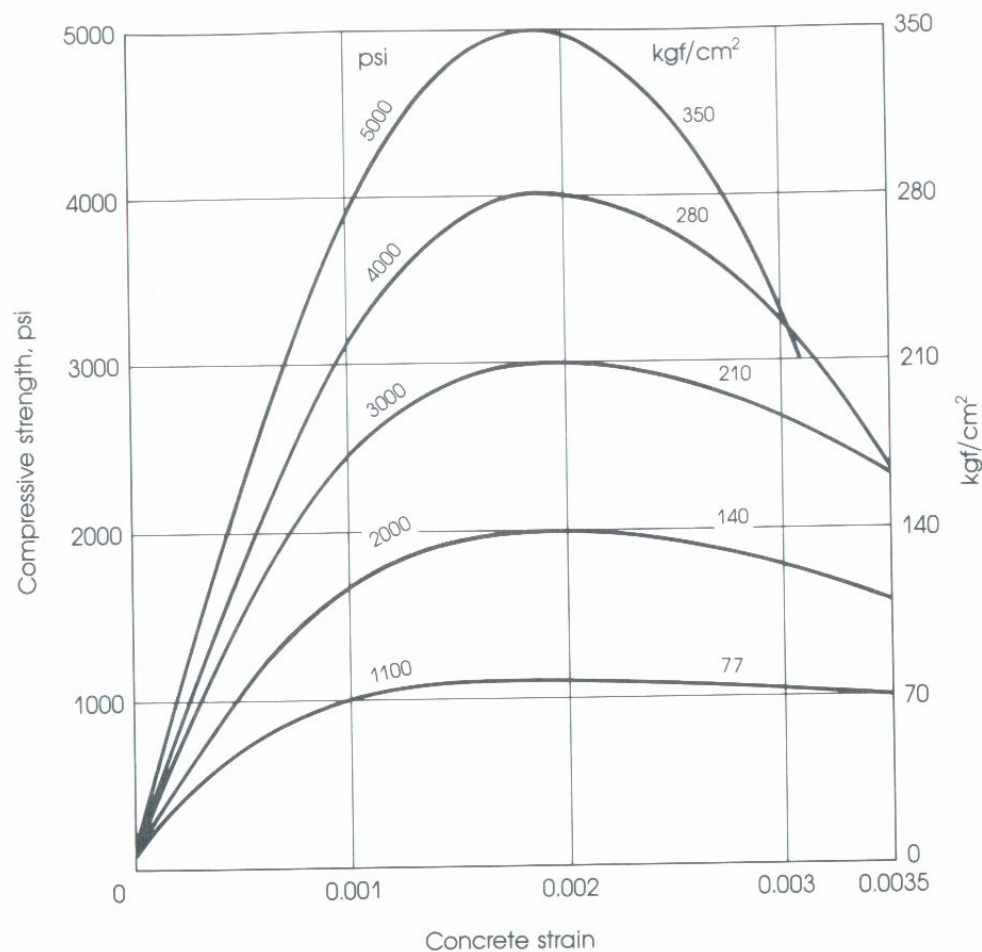
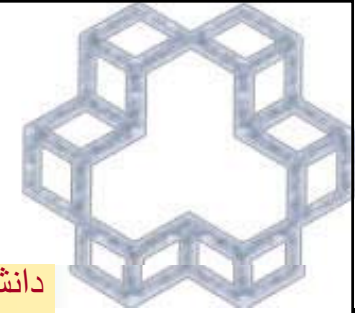


FIGURE 2.1. Modes of failure of standard concrete cylinders.



منحنیهای تنش-کرنش فشاری بتن

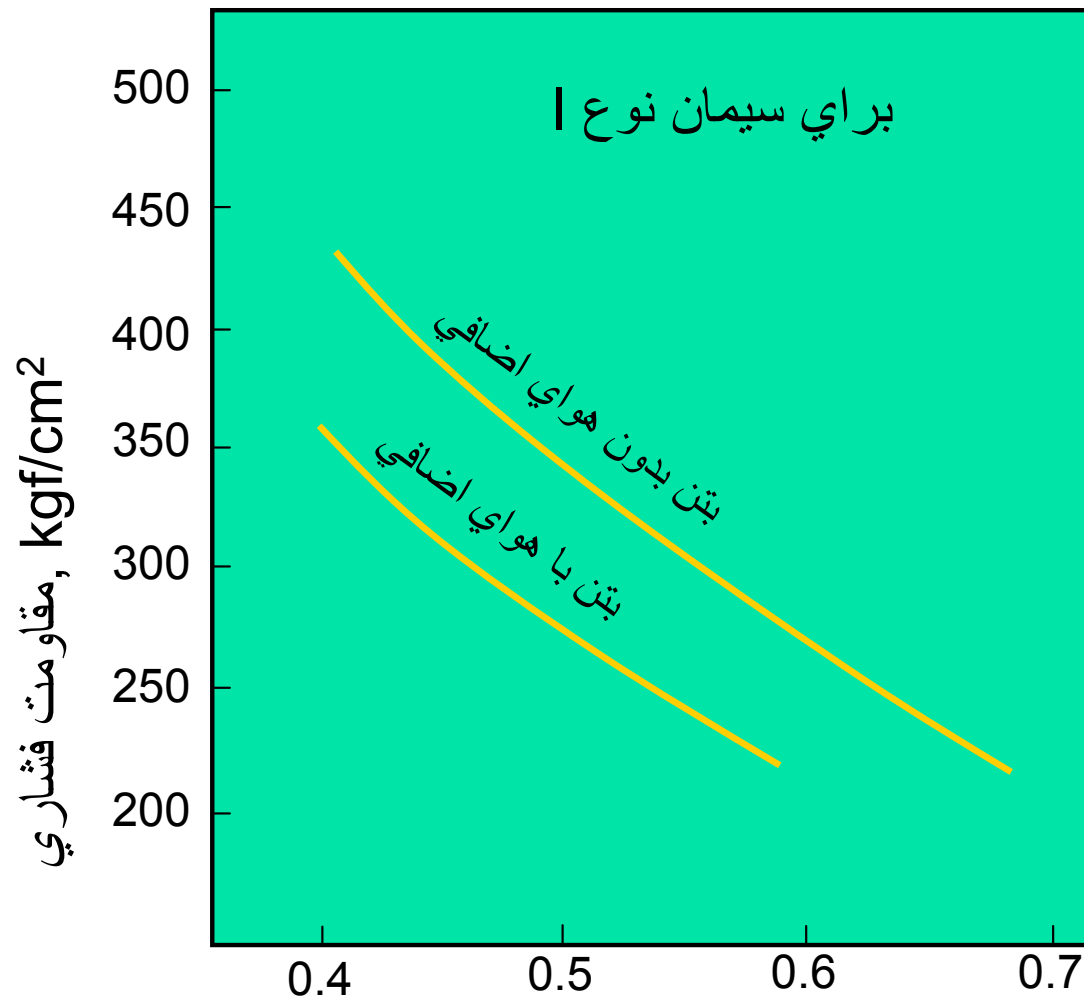




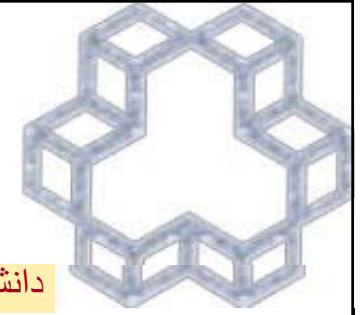
تأثیر نسبت آب به سیمان بر مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن

افزایش نسبت آب به سیمان سبب:

- ۱- افزایش پلاستیسیته و روانی مخلوط میشود
 - ۲- کاهش مقاومت در اثر افزایش فضای خالی در خمیر سیمان به دلیل آب آزاد اضافی.
 - ۳- هیدراسیون کامل سیمان $W/C \sim 0.25$
- نسبت آب به سیمان حدود $W/C = 0.40 - 0.60$



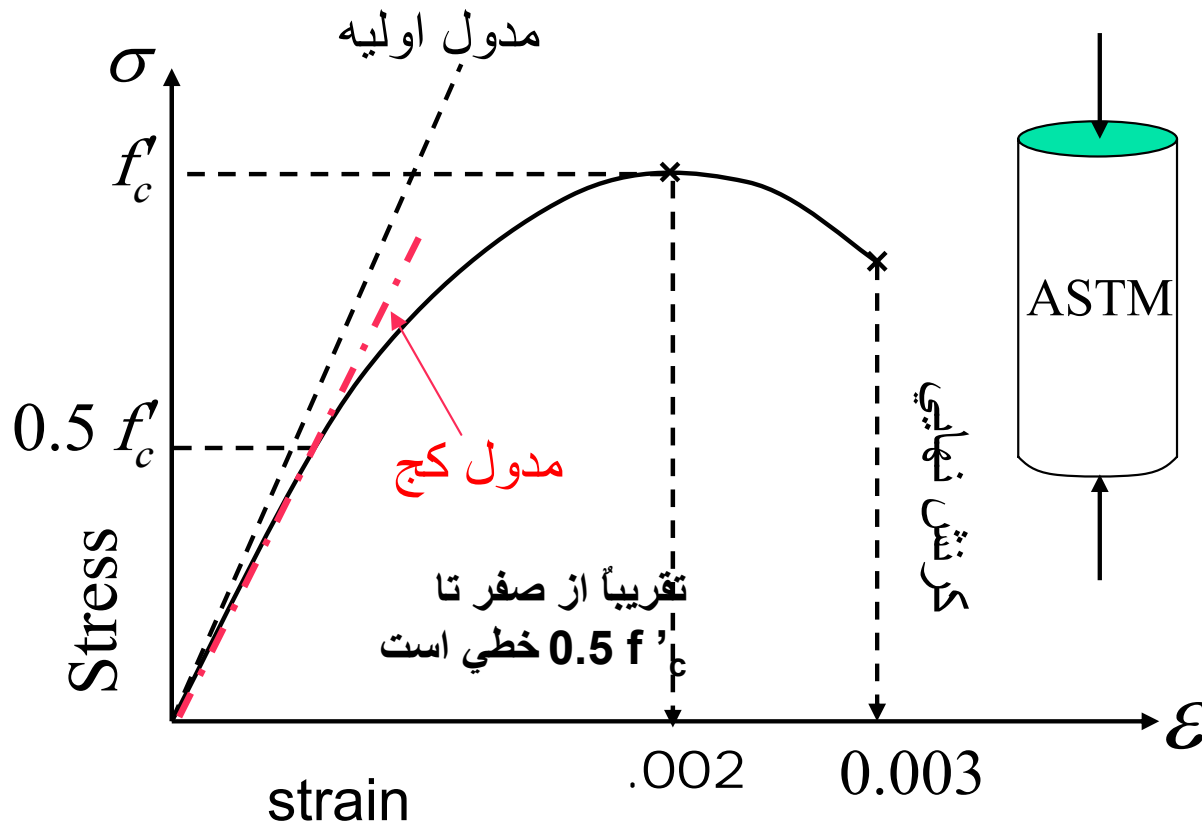
نسبت آب به سیمان بر اساس وزن



رابطه تنش و کرنش و مدول الاستیسیته بتن

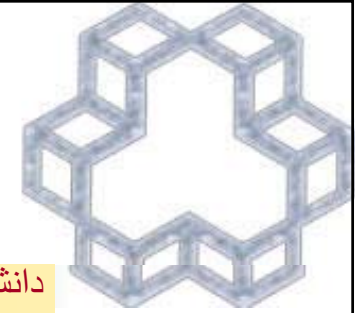
آیا می توان مدول الاستیسیته برای بتن تعریف کرد

جواب: بله ولی با کمی ملاحظه!



بتن:

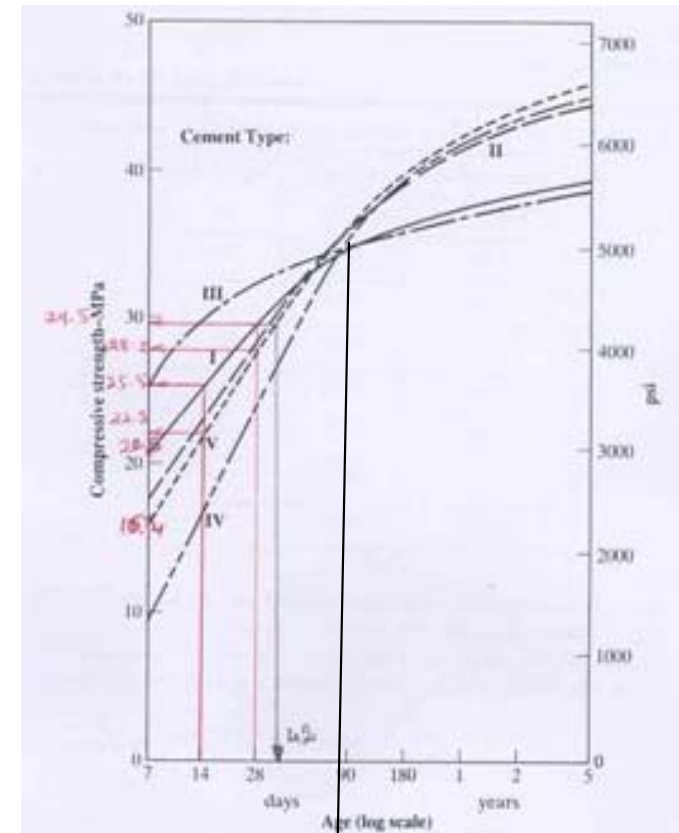
$$E_c = 5000 \sqrt{f'_c} \quad E_c, f'_c : \text{MPa}$$



کسب مقاومت بتن نسبت به زمان برای تیپهای مختلف سیمان پرتلند

جدول ۳-۳-۱: درصد مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف با سیمانهای گوناگون نسبت به سیمان نوع ۱

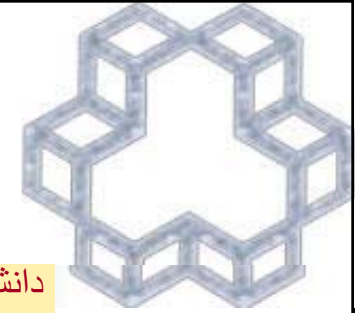
نوع سیمان	مقاومت ۱ روزه	مقاومت ۳ روزه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
نوع ۱	-	۸۲	۱۰۰	۱۳۳
نوع ۲	-	۸۲	۱۰۰	۱۳۳
نوع ۳	۸۲	-	-	-
نوع ۴	-	-	۱۱۵	۱۳۳
نوع ۵	-	-	-	۱۳۳



کسب مقاومت بتن برای سیمانهای پرتلند مختلف نسبت به مقاومت ۷ روزه سیمان تیپ ۱

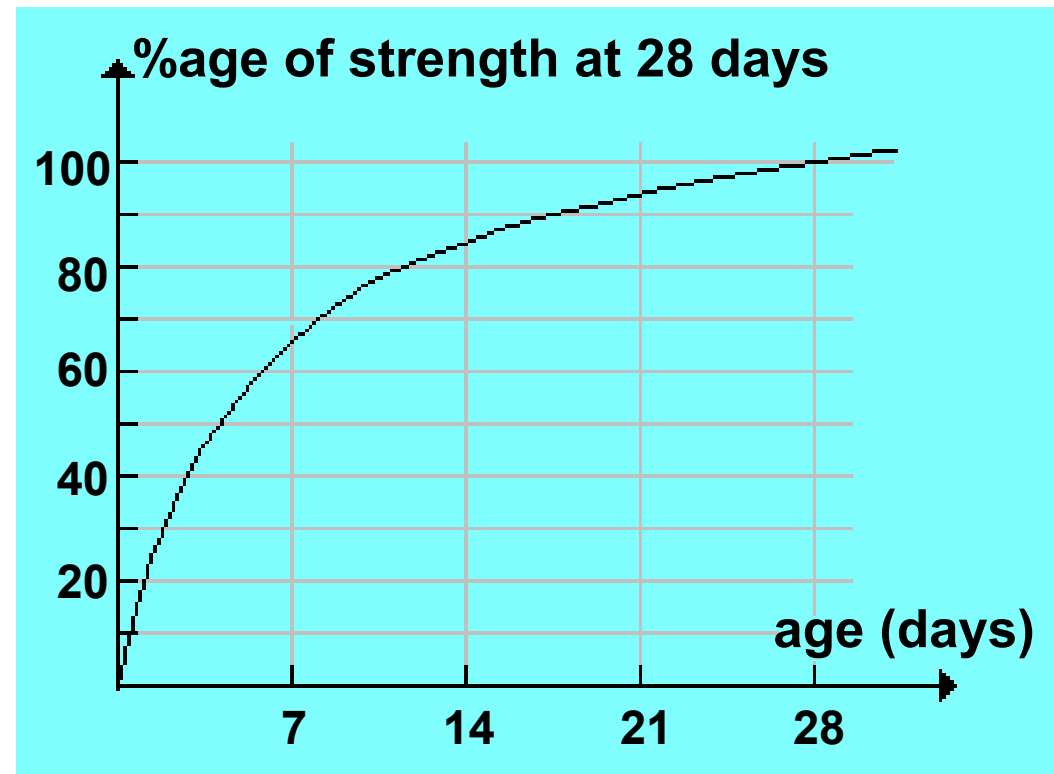
ملاحظه می گردد که در حالیکه سیمان نوع ۱ و ۳ در روزهای ابتدایی سرعت کسب مقاومت بیشتری نسبت به سه سیمان دیگر دارند ولی بعد از ۹۰ روز اوضاع برعکس می شود.

منحنی کسب مقاومت بتن برای سیمانهای پرتلند مختلف با یک نسبت W/C

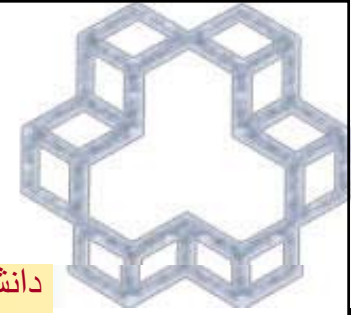


از آنجایی که نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری سیلندری بتن متغیر می باشد. بنابراین مقاومت مشخصه بتن با توجه به نتایج آماری اعلام می گردد.

روند تغییر مقاومت بتن
نسبت به زمان (سن بتن)



مقاومت ۲۸ روزه بتن به عنوان مقاومت بتن اعلام می گردد.

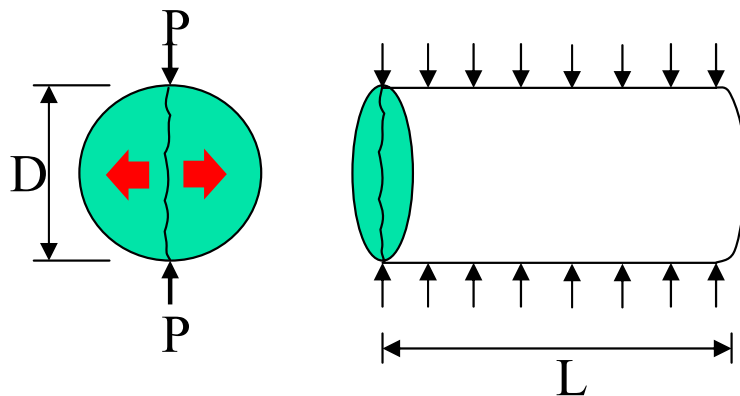


مقاومت کششی بتن

- عامل موثر در شکست اجزاء سازه ای بتنی

- مقاومت کششی بتن ۱۰-۱۵٪ مقاومت فشاری آن می باشد.

Splitting Tensile Test (ASTM C496): (آزمایش مقاومت کششی برزیلی)



$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

$$f_{ct} = 0.55\sqrt{f'_c} \quad f_{ct}, f'_c : \text{MPa}$$

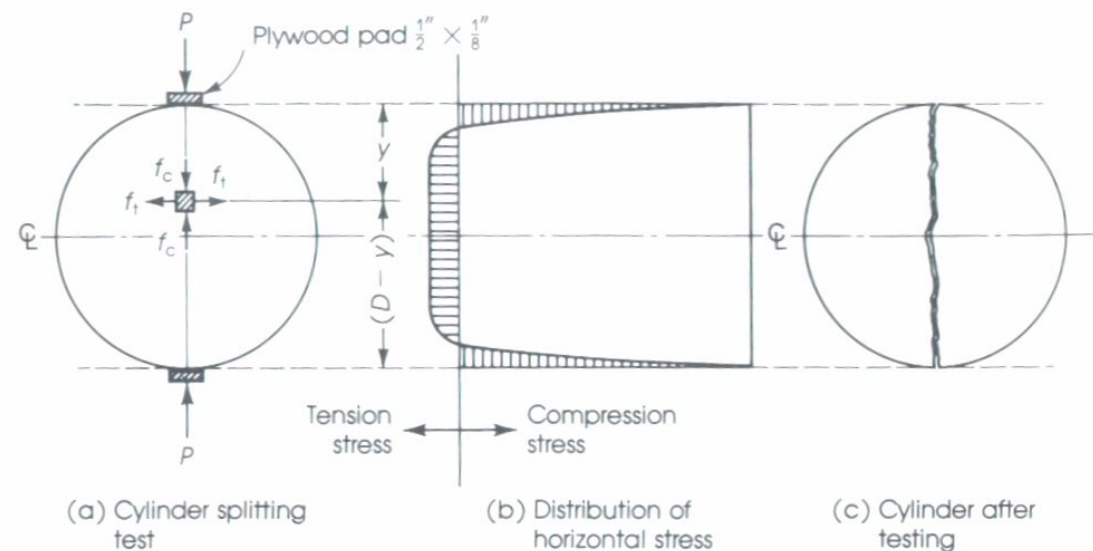
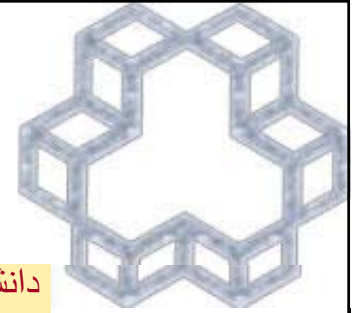
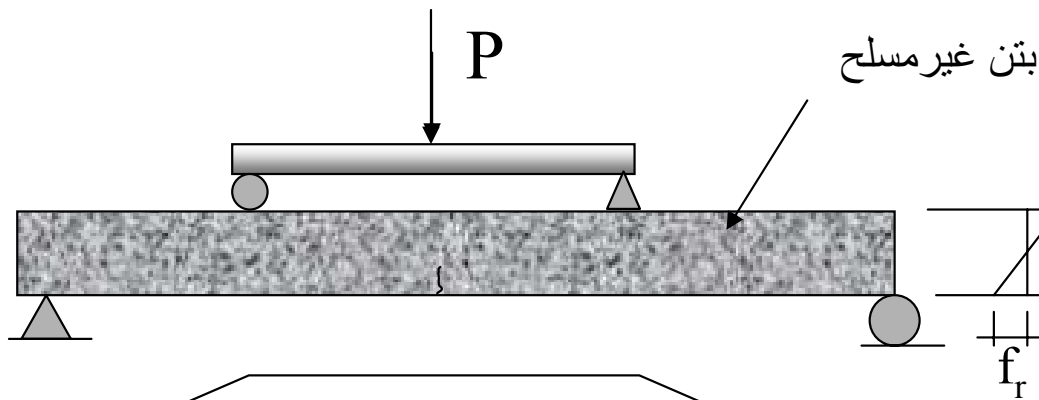


FIGURE 2.6. Cylinder splitting test:⁷ (a) configuration of test, (b) distribution of horizontal stress, and (c) cylinder after testing.



آزمایش خمش

آزمایش استاندارد تیری: (ASTM C78)



$$M_{\max} = P/2 * a$$

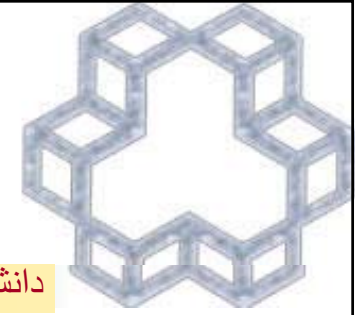
انتخاب آیین نامه برای مقاصد طراحی

$$f_r = 0.63 \sqrt{f'_c} \quad f_r, f'_c : \text{MPa}$$

علت بیشتر بودن f_r از مقدار واقعی

- ۱- f_r بر اساس توزیع مثالی تنش در مقطع تیر استوار است در صورتیکه توزیع تنش در قسمت کشش تا حدودی سهموی است
- ۲- گسترش ترک از تارهای انتهایی مقطع توسط تارهای مجاور که تحت تنش کمتری است متوقف شده لذا قبل از شکسته شدن قطعه تنشهایی بیشتر از f_r قابل حصول است.

$$f_r = \frac{Mc}{I} = \text{Modulus of rupture} \approx 1.5 f_r$$



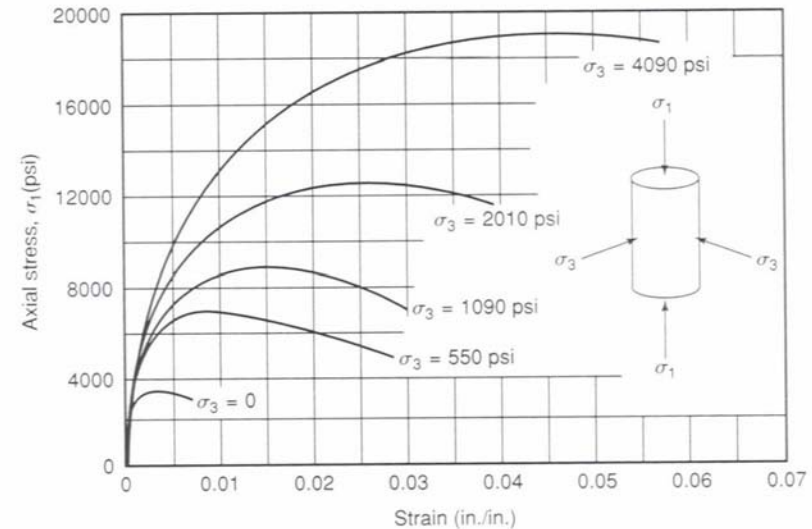
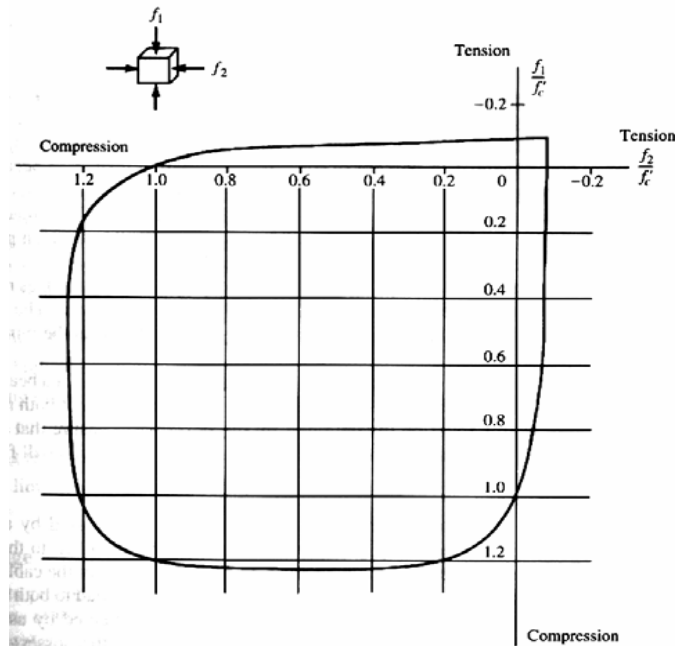
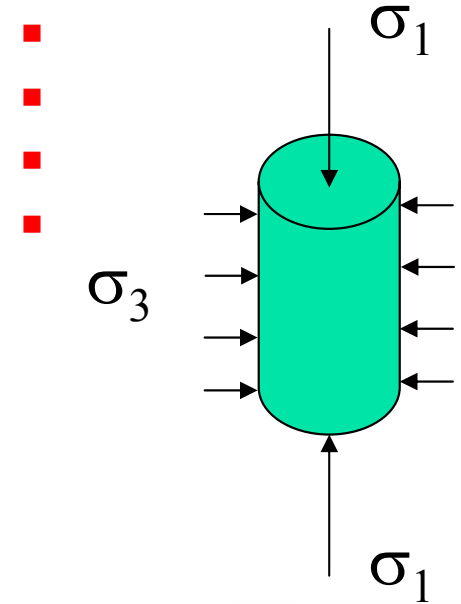
آزمایش سه محوري

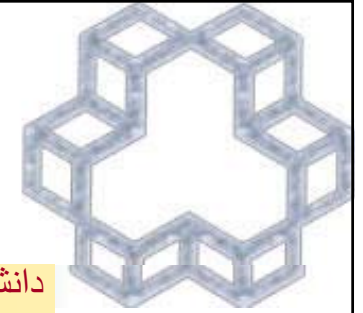
نمونه سیلندری مورد استفاده از اطراف محبوس می گردد.
 افزایش مقاومت و شکل پذیری در مقایسه با آزمایش تک محوري
 به عنوان مثال مقاومت بتن با فولادگذاری مارپیچ به قرار زیر می باشد:

$$\sigma_1 = f'_c + 4.1\sigma_3$$

σ_1 = تنش محوري گسيختگي

σ_3 = فشار جانبي



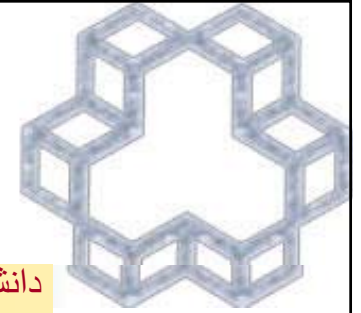


جمع شدگی

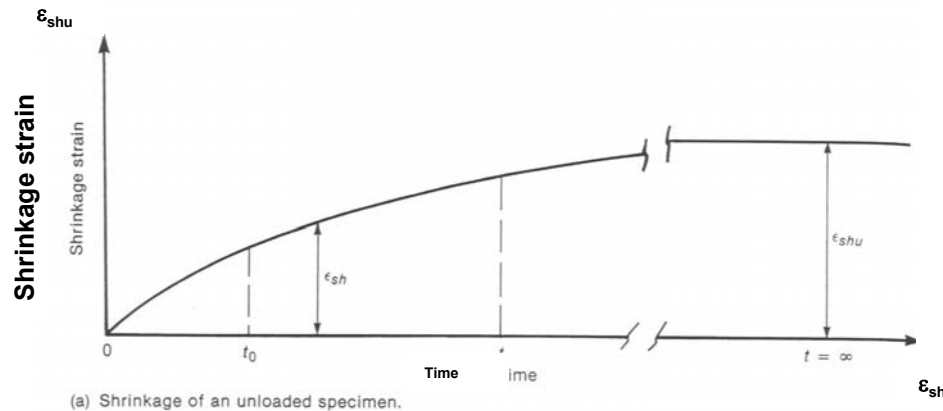
- کاهش حجم بتن به علت از دست دادن آب در مجاورت هوا
- جمع شدگی پلاستیک وقتی که هنوز بتن تر می باشد روی می دهد.
- جمع شدگی خشک بعد از اینکه گیرش بتن تمام شد روی می دهد.
- اکثر جمع شدگی در ماه های اول روی می دهد. (۸۰٪ در سال اول)
- با تغییرات عوامل محیطی بتن ممکن است دچار جمع شدگی و تورم متوالی گردد.
- در بتن مسلح تاثیرات جمع شدگی کاهش میابد.

عوامل موثر در جمع شدگی

- نسبت آب/سیمان (افزایش آب به سیمان باعث کاهش میزان سنگدانه ها که عامل ایجاد گیرداری در برابر جمع شدگی می گردند، می شود.
- عیار سیمان و نوع سنگدانه ها (مدول الاستیسیته)
- نسبت حجم/سطح
- نوع سیمان
- طرح اختلاط
- رطوبت نسبی (نسبت به ۴۰٪)
- میزان کرنش (۲۰۰-۶۰۰) میکرومتر



جمع شدگی وابسته به بار نمی باشد.



Shrinkage of an unloaded specimen

روش های کاهش جمع شدگی:

-کاهش میزات رطوبت بتن

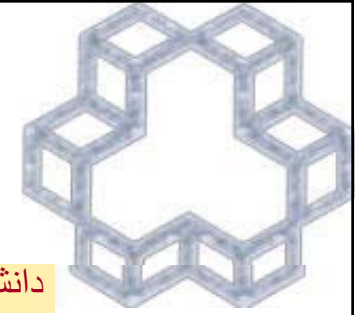
-استفاده از سنگدانه ها با حفرات کم

-کاهش سطح بتن ریزی

-استفاده از درز انبساط و انقباض جهت کنترل محل ترک خوردگی

-استفاده از بتن مسلح

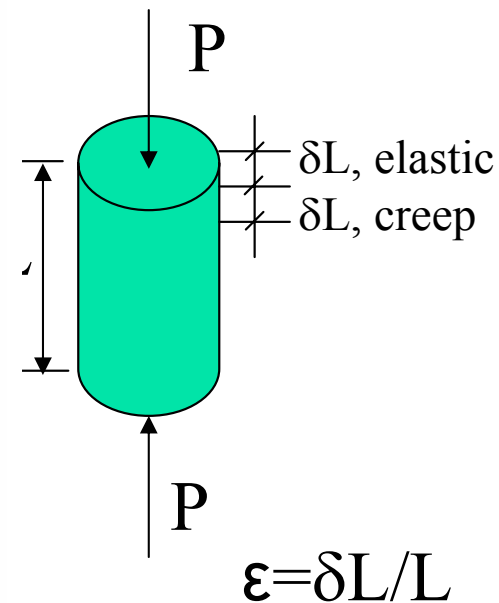
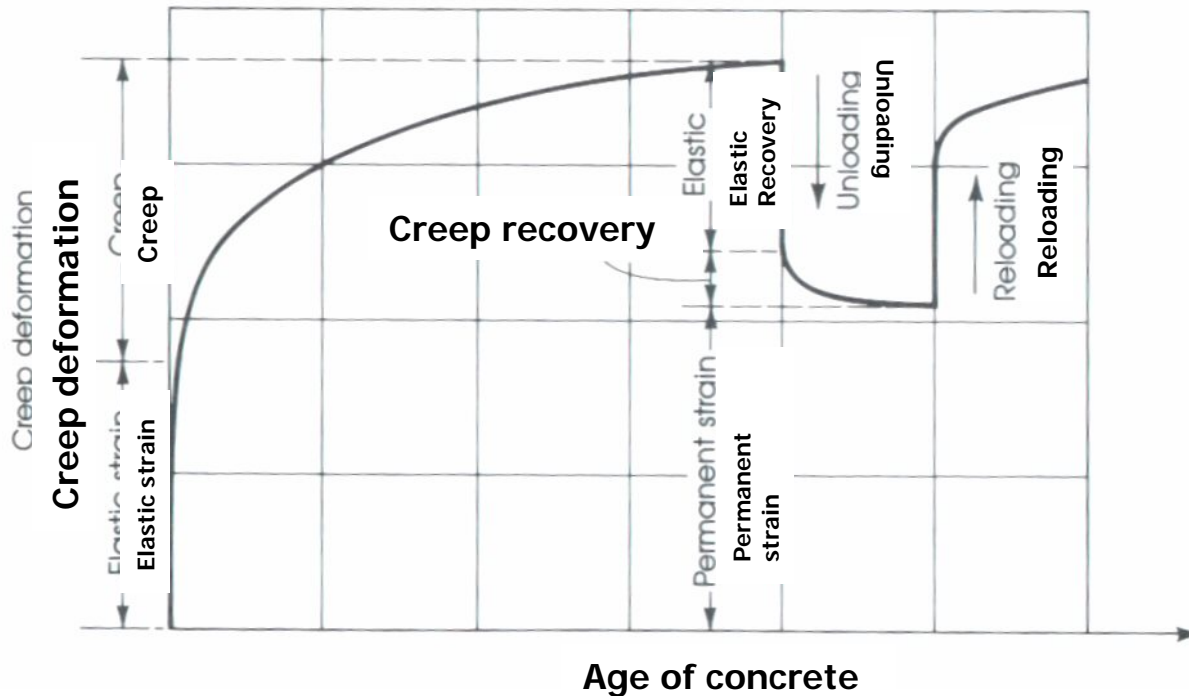
۸۰٪ جمع شدگی در سال اول روی می دهد.



خزش :

تغییر شکل زیر بارهای ماندگار. (دلیل: توسعه ریزترک ها و خارج شدن آب به علت فشار وارده) خزش نیز مانند جمع شدگی به طور کامل برگشت پذیر نمی باشد و میزان خزش متأثر از تمام عوامل تاثیرگذار روی جمع شدگی و همچنین مدت زمان بارگذاری می باشد.

لایه های جذب شده آب کمک می کنند که فاصله بین ذرات ژل CSH که انتقال دهنده مقاومت فشاری می باشند کم شده و در نتیجه خزش کاهش یابد.

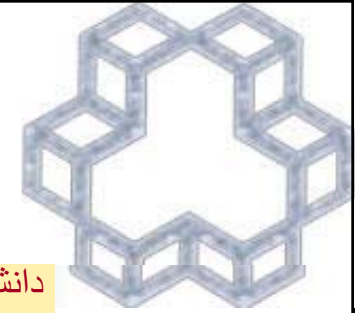


راه های کنترل خزش

- استفاده از بتن مقاومت بالا
- استفاده از میلگرد
- کاهش حجم خمیر سیمان نسبت به سنگدانه
- استفاده از عمل آوری بخار تحت فشار
- به تعویق انداختن بارگذاری تا زمانی که بتن به مقاومت خود برسد.

تأثیرات حرارتی

- برای اعضاء گیردار
 - x افزایش حرارت ← انبساط ← ایجاد فشار
 - x کاهش حرارت ← انقباض ← ایجاد کشش
- می توان به کمک موارد اعلام شده در جمع شدگی این مشکل را نیز کنترل کرد.



میلگردها



بدون آج



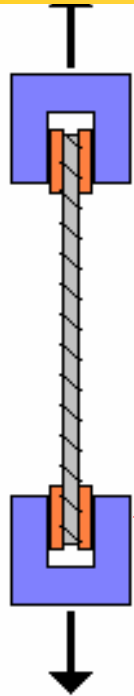
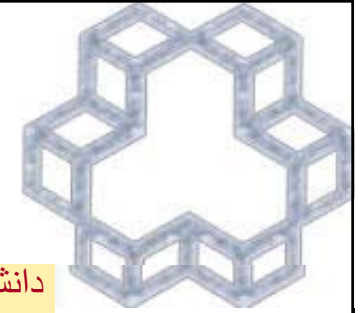
آجدار

به علت صاف بودن سطحشان استفاده از آنها به عنوان عضو باربر، در مناطق زلزله خیز مجاز نمی

Reinforcement Type	Yield Stress Fy(Mpa)	Ultimate Stress Fu(Mpa)	Ultimate Strain εu(%) <small>باشد</small>
S220 (A1)	220	380	25
S300 (A2)	300	500	19
S400 (A3)	400	600	14

✓ در مناطق زلزله خیز که نیاز به تغییر شکل زیاد می باشد از نوع A2 استفاده می گردد.

✓ میزان تغییر شکل میلگرد A3 کم می باشد.



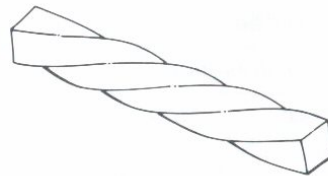
جهت به دست آوردن مقاومت کششی میلگرد از آزمایش کشش روی یک نمونه کوتاه استفاده می کنند.

کلاهک های نگهدارنده نمونه هنگام ایجاد کشش در آن

مساحت مقطع میلگرد / نیروی گسیختگی $f_{sy} =$

$$A_b = \pi * (d_b^2/4)$$

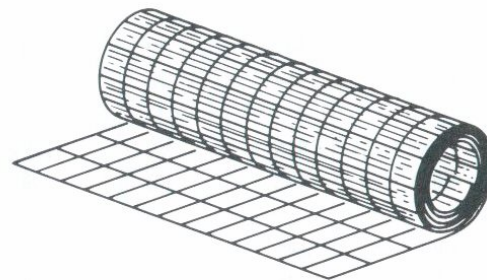
مساحت مقطع



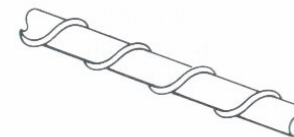
Twisted bar (square sections)



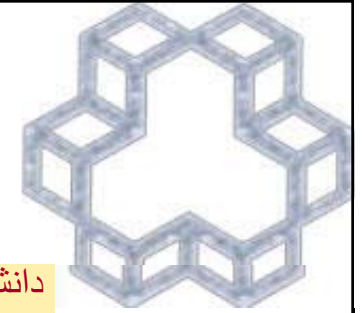
Twisted bar (round sections)
Isteg steel



Rolled welded fabric



Twisted Torstahl bar



نمودار تنش-کرنش فولاد

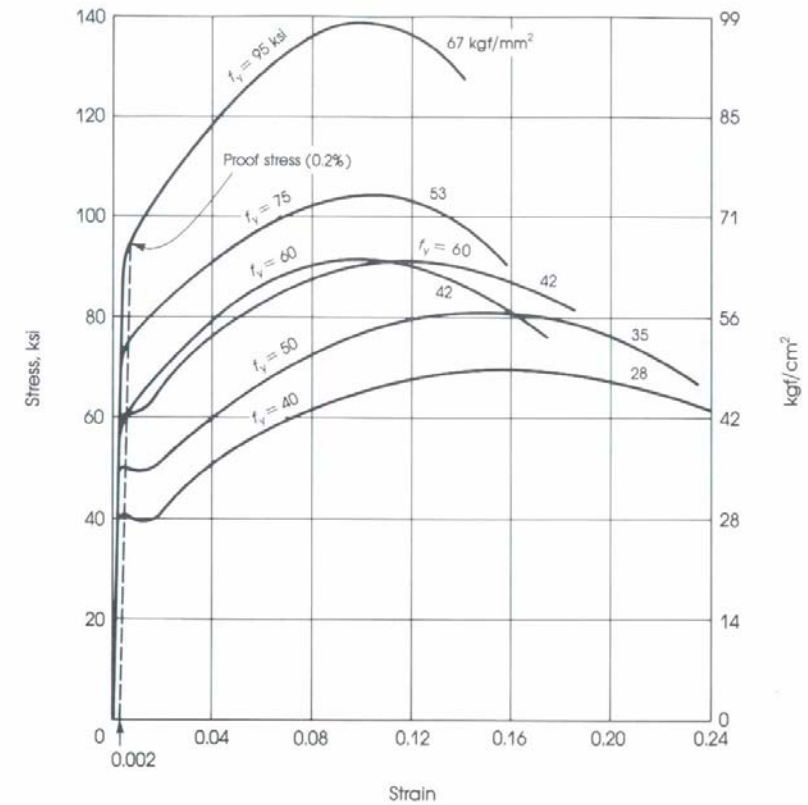
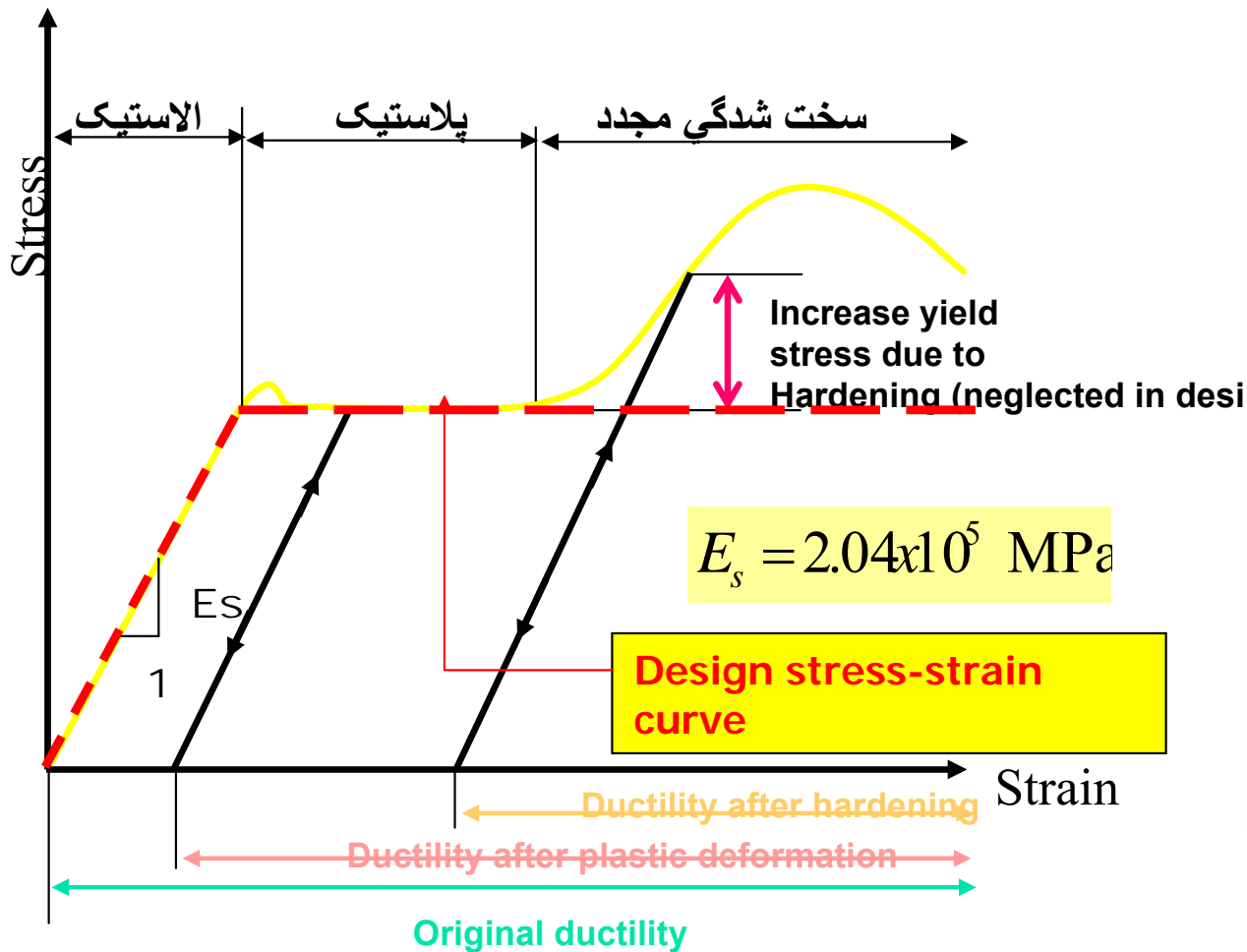


FIGURE 2.15. Typical stress-strain curves for some reinforcing steel bars of different grades. Note that 60-ksi steel may or may not show a definite yield point.

Thank you for your attention
END OF Chapter 1

Any question?

