



# تکنولوژی بتن

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

دانشکده فنی و مهندسی

کارشناسی مهندسی عمران

---

## طرح اختلاط بتن به روش آیین نامه انگلیس

مدرس: دکتر فرزین صمصامی

□ بر اساس آیین نامه Building Research Establishment

□ حاشیه مقاومت

□ اندازه گیری کارایی (آزمایش اسلامپ و آزمایش V-B)

□ آب آزاد

□ انواع دانه های سنگی

□ دانه بندی مصالح سنگی

□ عوامل موثر در مخلوط

# آزمایش V-B



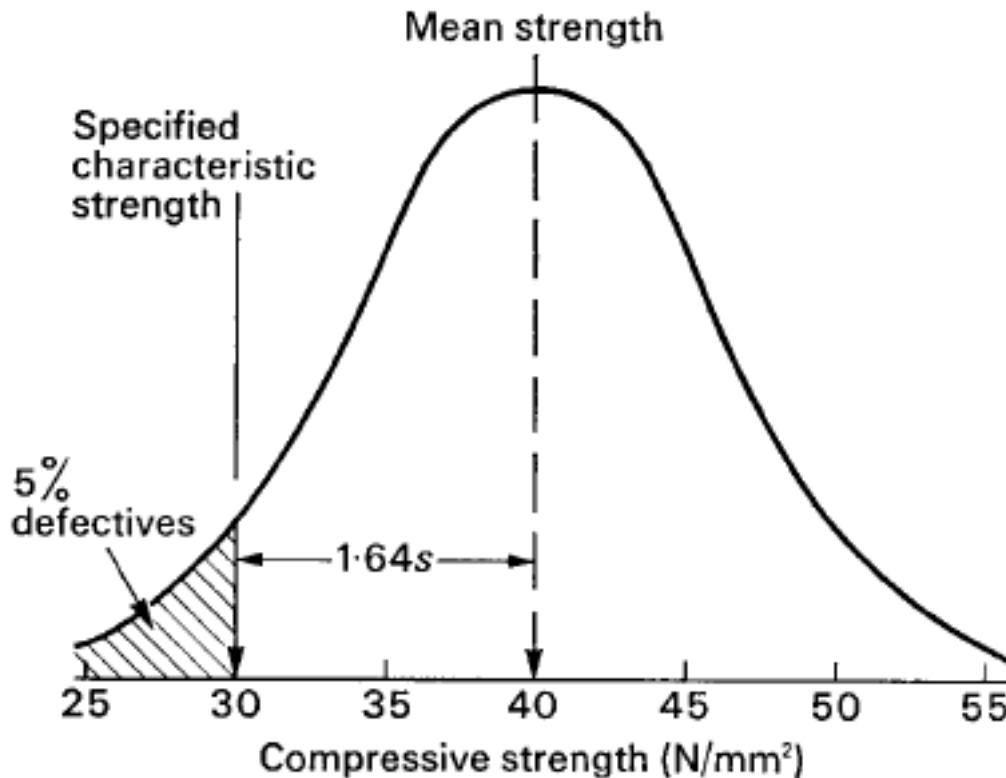
# مقاومت بتن

---

- مقاومت مشخصه
- تغییرات مقاومت بتن در حین تولید
- توزیع نتایج آزمایش مقاومت ←
- حاشیه مقاومت برای طرح مخلوط ←

# توزیع نتایج آزمایش مقاومت

- در توزیع نرمال که نسبت به مقدار متوسط متقارن است انحراف از معیار از رابطه زیر بدست می آید، در این رابطه  $X$  نتیجه هر آزمایش و  $n$  تعداد آزمایش و  $m$  میانگین تعداد  $n$  آزمایش می باشد.



$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}}$$



# حاشیه مقاومت برای طرح مخلوط

□ بعلت تغییرات حاصل از تولید بتن لازمست مخلوط بتن طوری طرح شود که مقاومت

متوسطی بزرگتر از مقاومت مشخصه ایجاد کند.

$$f_m = f_c + ks$$

$k \times S$  = حاشیه مقاومت

$f_m$  = مقاومت متوسط هدف

$k$  = ضریب ثابت

$S$  = انحراف از معیار

□ مقدار ثابت  $k$  با استفاده از توزیع نرمال و بر اساس سطح های مختلف مقاومت پایین

تر از مقاومت مشخصه بصورت زیر می باشد:

$k$  برای ۱۰ درصد نتایج زیر مقاومت مشخصه = ۱/۲۸

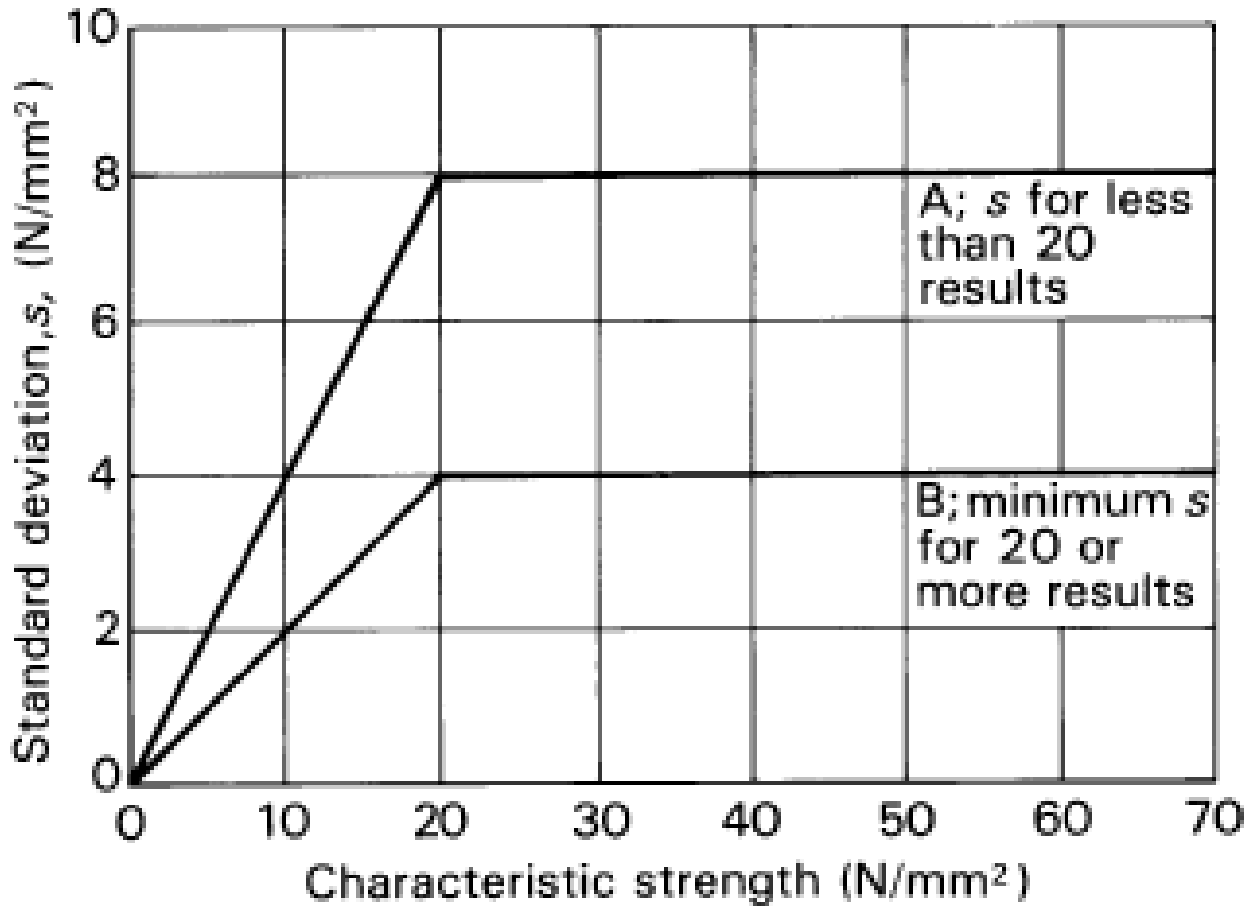
$k$  برای ۵ درصد نتایج زیر مقاومت مشخصه = ۱/۶۴

$k$  برای ۲/۵ درصد نتایج زیر مقاومت مشخصه = ۱/۹۶

$k$  برای ۱ درصد نتایج زیر مقاومت مشخصه = ۲/۳۳



# شکل ۱



# مراحل طرح اختلاط

□ مرحله اول: انتخاب نسبت آب به سیمان

■ تعیین مقدار مقاومت متوسط هدف با استفاده از رابطه  $f_m = f_c + ks$

■ بدست آوردن مقاومت بتن ساخته شده با نسبت آب به سیمان ۰/۵ با استفاده از

جدول ۱ ←

■ با استفاده از شکل ۲ مقاومت بدست آمده را برای نسبت آب به سیمان ۰/۵

منتقل کرده و از نقطه فوق یک منحنی به موازات منحنی های موجود رسم می

کنیم و سپس محل برخورد منحنی فوق با خط افقی رسم شده از مقدار متوسط

هدف تعیین شده، نسبت آب به سیمان بدست می آید. ←



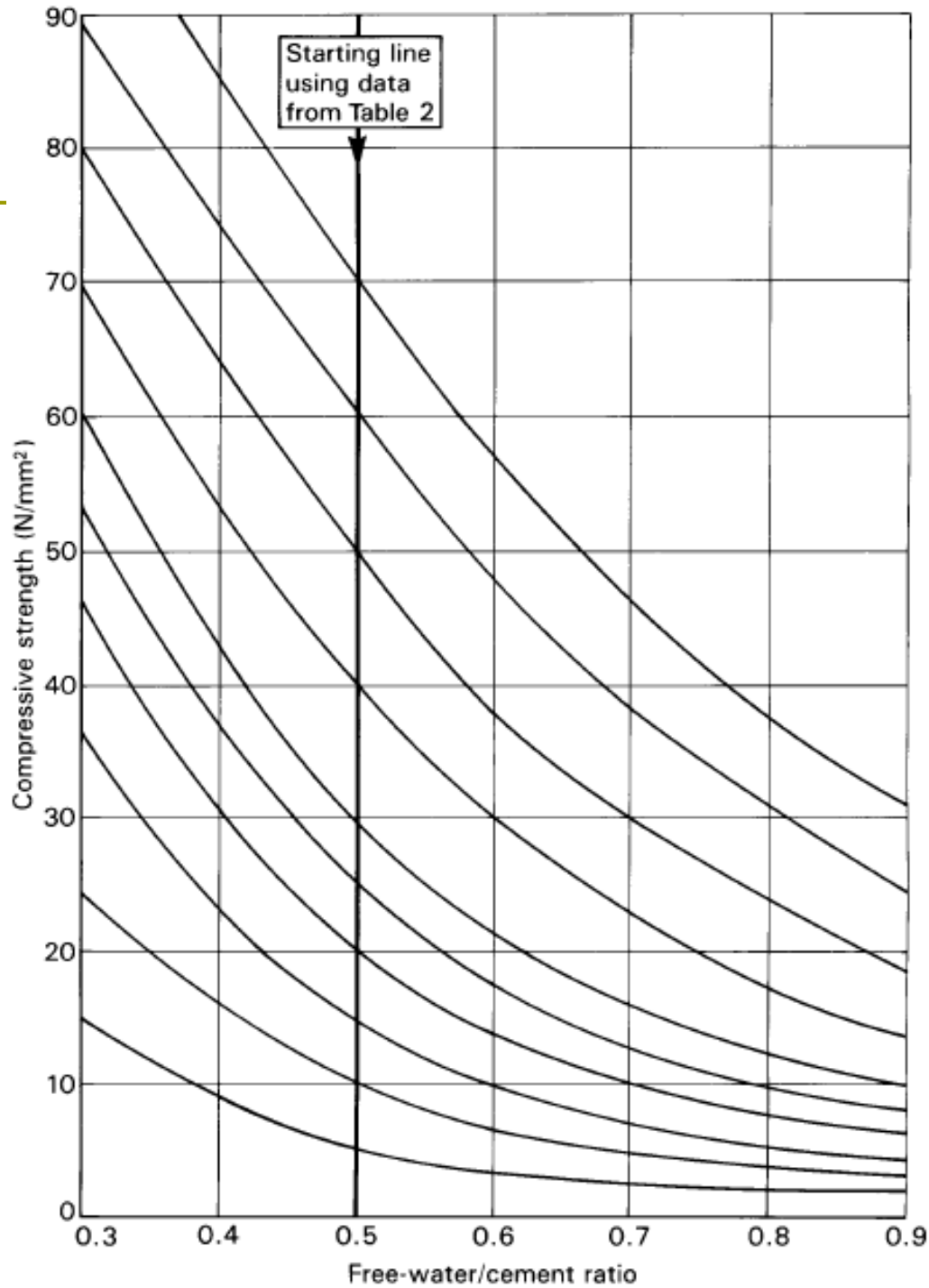
# جدول ۱

□ مقاومت فشاری تقریبی ( $N/mm^2$ ) بتن ساخته شده با نسبت آب به سیمان ۰/۵

مقاومت فشاری ( $N/mm^2$ )

نوع سیمان	شن و نوع ماسه	سن نمونه (روز)			
		۳	۷	۲۸	۹۱
سیمان پرتلند معمولی (OPC) یا سیمان ضد سولفات (SRPC)	غیر شکسته	۲۲	۳۰	۴۲	۴۹
	شکسته	۲۷	۳۶	۴۹	۵۶
سیمان پرتلند زودگیر (RHPC)	غیر شکسته	۲۹	۳۷	۴۸	۵۴
	شکسته	۳۴	۴۳	۵۵	۶۱





شکل ۲

مثال



# مراحل طرح اختلاط

□ مرحله دوم: انتخاب مقدار آب آزاد مخلوط

■ با استفاده از جدول ۲ مقدار آب آزاد اختلاط بر اساس نوع و حداکثر قطر مواد سنگی و مقدار

اسلامپ یا V-B ←

□ مرحله سوم: تعیین مقدار سیمان

■ با استفاده از رابطه  $\text{نسبت آب به سیمان} \div \text{مقدار آب} = \text{مقدار سیمان}$

□ مرحله چهارم: تعیین وزن کل دانه های سنگی

■ با داشتن توده ویژه دانه های سنگی و مقدار آب آزاد می توان وزن مخصوص بتن تازه را با

استفاده از شکل ۳ بدست آورد. در صورت در اختیار نداشتن توده ویژه می توان بطور تقریبی

برای مصالح نشکسته عدد ۲/۶ و برای مصالح شکسته عدد ۲/۷ در نظر گرفت. ←

■ سپس وزن کل دانه های سنگی از رابطه زیر بدست می آید:

مقدار آب آزاد - مقدار سیمان - وزن مخصوص بتن تازه = وزن کل دانه های سنگی در حالت اشباع با سطح خشک

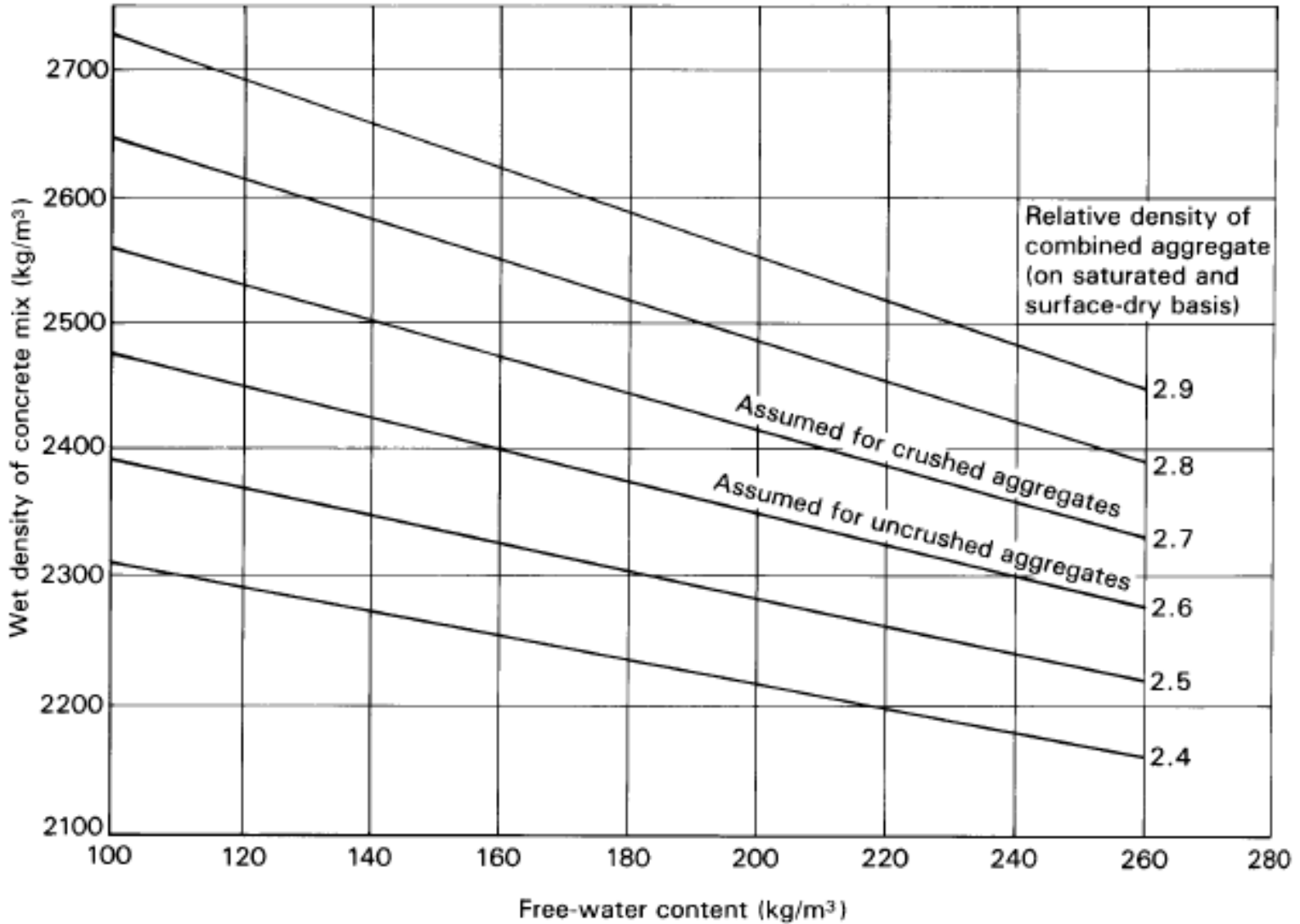
## جدول ۲

□ مقدار تقریبی آب آزاد ( $\text{kg/m}^3$ ) برای کارایی های مختلف بتن

اسلامپ (mm)		۰-۱۰	۱۰-۳۰	۳۰-۶۰	۶۰-۱۸۰
ویس تایم (s)		>۲	۶-۱۲	۳-۶	۰-۳
حداکثر بعا. شن	نوع شن و ماسه				
۱۰	غیر شکسته	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۵	۲۲۵
	شکسته	۱۸۰	۲۰۵	۲۳۰	۲۵۰
۲۰	غیر شکسته	۱۳۵	۱۶۰	۱۸۰	۱۹۵
	شکسته	۱۷۰	۱۹۰	۲۱۰	۲۲۵
۴۰	غیر شکسته	۱۱۵	۱۴۰	۱۶۰	۱۷۵
	شکسته	۱۵۵	۱۷۵	۱۹۰	۲۰۵



# شکل ۳



مدرس: دکتر فرزین صمصامی

1

مثال



# مراحل طرح اختلاط

□ مرحله پنجم: انتخاب میزان دانه های ریز و درشت

■ در این مرحله نسبت درصد ماسه با توجه به حداکثر اندازه دانه سنگی، سطح

کارایی بتن و ناحیه دانه بندی ماسه یا درصد سنگدانه عبور کرده از الک ۶۰۰

میکرون و نسبت آب به سیمان از شکل های ۴ بدست می آید. ←

■ با ضرب کردن نسبت درصد بدست آمده از این شکل در مقدار کل دانه سنگی،

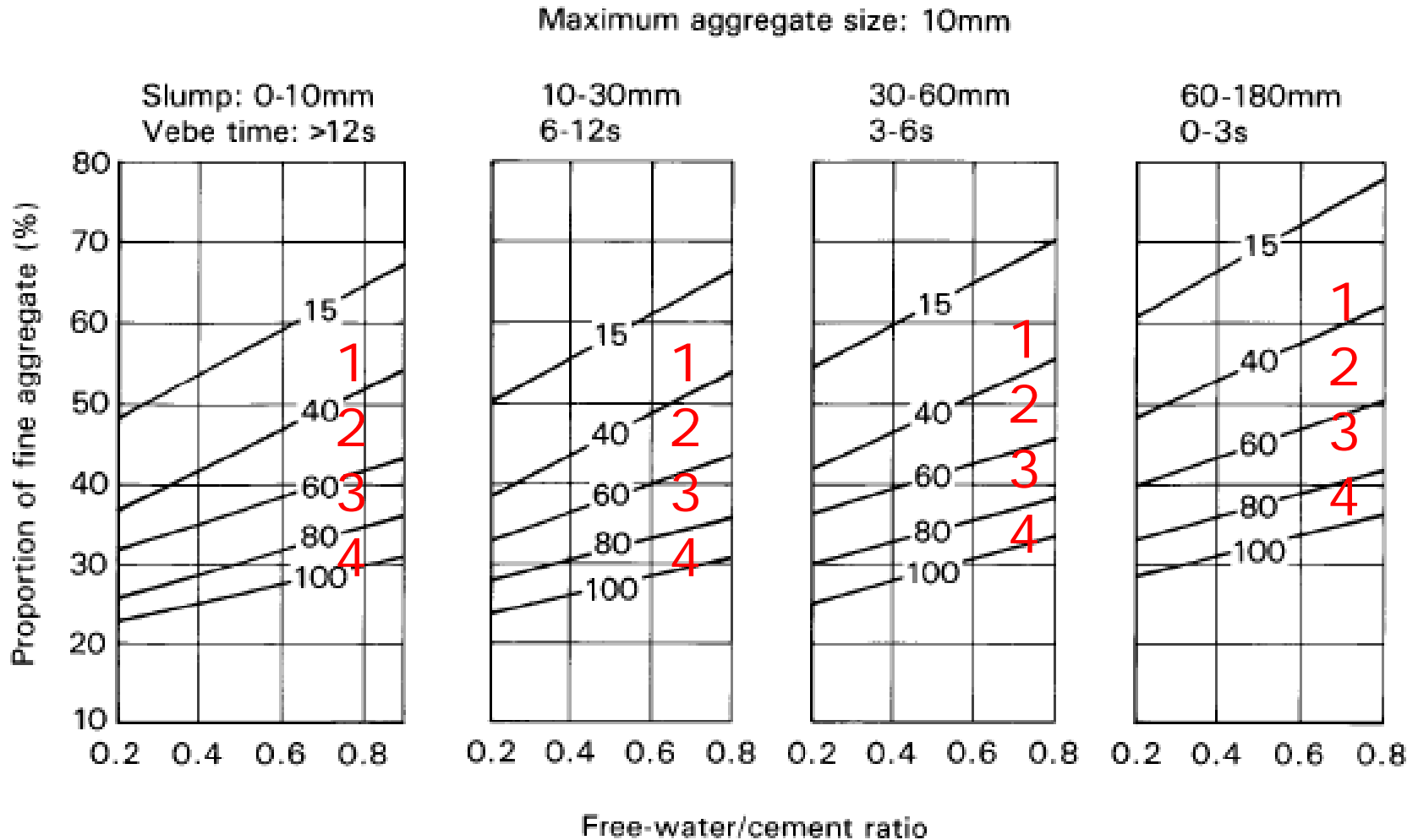
مقدار ریزدانه (ماسه) بدست می آید.

(نسبت درصد ریزدانه × میزان کل دانه سنگی = میزان ریزدانه)

■ سپس میزان درشت دانه از رابطه زیر بدست می آید:

(میزان ریزدانه - میزان کل دانه سنگی = میزان درشت دانه)

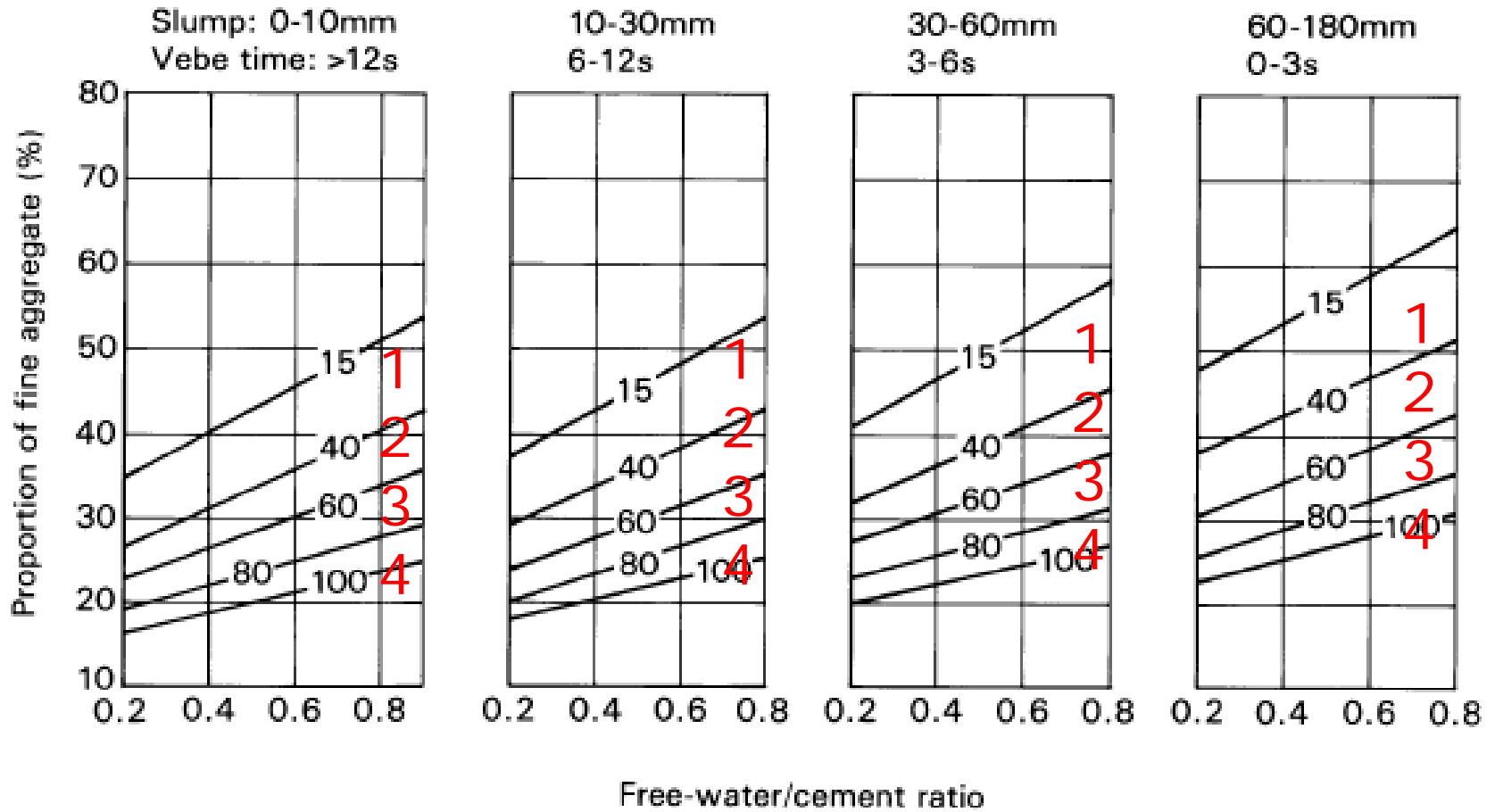
# شکل ۱-۴



Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing a 600 μm sieve

# شکل ۲-۴

Maximum aggregate size: 20mm

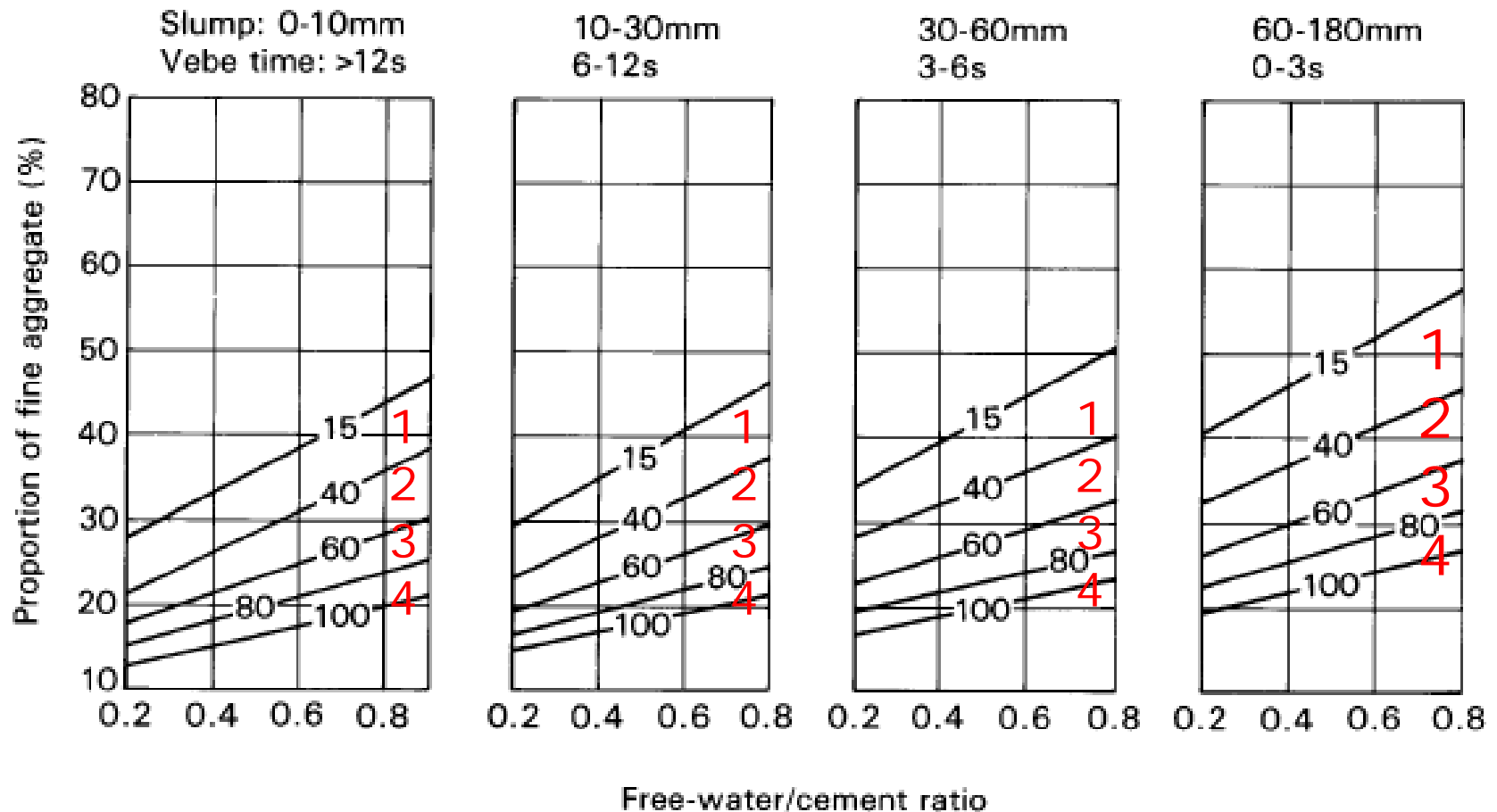


Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing a 600 μm sieve



# شکل ۳-۴

Maximum aggregate size: 40mm



Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing a 600 μm sieve



□ مطلوبست طرح مخلوط بتن با مشخصات زیر به روش آیین نامه انگلیس

- مقاومت فشاری مشخصه ۲۸ روزه بتن ۳۰ مگاپاسکال
- ۲/۵ درصد مقاومت کمتر از مقاومت مشخصه
- سیمان پرتلند معمولی
- اسلایمپ مورد نیاز ۱۰-۳۰ میلیمتر
- حداکثر اندازه دانه سنگی ۲۰ میلیمتر
- سنگدانه نشکسته و ۷۰ درصد آنها از الک ۶۰۰ میکرون گذشته اند
- حداکثر نسبت آب به سیمان ۰/۵۵ و حداقل مقدار سیمان  $290 \text{ kg/m}^3$

# حل مثال

□ مرحله اول: انتخاب نسبت آب به سیمان

■ تعیین مقدار مقاومت متوسط هدف

$$s = 8 \text{ MPa}$$

□ با استفاده از شکل ۱ (مقدار انحراف از معیار) ←

$$k = 1.96$$

□ ۲/۵ درصد مقاومت ها کمتر از مقاومت مشخصه

$$f_m = f_c + ks \quad f_m = 30 + 8 \times 1.96 = 46 \text{ MPa}$$

■ مقاومت بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۵ با استفاده از جدول ۱ ←

سنگدانه نشکسته، سیمان پرتلند معمولی:

**مقدار مقاومت برای نسبت آب به سیمان ۰/۵ = ۴۲ مگاپاسکال**

■ با استفاده از شکل ۱: رسم منحنی بموازات منحنی های دیگر برای نقطه ۰/۵ و ۴۲

مگاپاسکال و تعیین نسبت آب به سیمان برای مقاومت ۴۶ مگاپاسکال از روی این منحنی ←

$$w/c = 0.47 < 0.55$$

# حل مثال

□ مرحله دوم: انتخاب مقدار آب آزاد مخلوط

■ با استفاده از جدول ۲ ←

سنگدانه شکسته و حداکثر اندازه دانه سنگی ۲۰ میلیمتر و مقدار اسلامپ ۱۰-۳۰ میلیمتر

$$\text{مقدار آب آزاد} = 160 \text{ kg/m}^3$$

□ مرحله سوم: تعیین مقدار سیمان

$$\text{مقدار سیمان} = \frac{160}{0.47} = 340 \text{ kg/m}^3 > 290 \text{ kg/m}^3$$

# حل مثال

□ مرحله چهارم: تعیین وزن کل دانه های سنگی

■ با استفاده از شکل ۳: تعیین وزن مخصوص بتن تازه ←

توده ویژه دانه های سنگی نشکسته ۲/۶ فرض می شود و مقدار آب آزاد  $160 \text{ kg/m}^3$

**وزن مخصوص بتن تازه =  $2400 \text{ kg/m}^3$**

■ سپس وزن کل دانه های سنگی از رابطه زیر بدست می آید:

مقدار آب آزاد - مقدار سیمان - وزن مخصوص بتن تازه = وزن کل دانه های سنگی در حالت اشباع با سطح خشک

$$\text{مقدار کل دانه سنگی} = 2400 - 340 - 160 = 1900 \text{ kg/m}^3$$

# حل مثال

□ مرحله پنجم: انتخاب میزان دانه های ریز و درشت

■ تعیین نسبت درصد ماسه با استفاده از شکل ۴ ←

حداکثر اندازه دانه سنگی ۲۰ میلیمتر و مقدار اسلامپ ۱۰-۳۰ میلیمتر، ۷۰ درصد سنگدانه عبور کرده از الک ۶۰۰ میکرون (زون ۳) و نسبت آب به سیمان ۰/۴۷

**نسبت درصد ماسه = ۲۵ تا ۳۰ درصد که متوسط آن ۲۷ درصد را در نظر می گیریم**

■ مقدار ریزدانه (ماسه): (نسبت درصد ریزدانه × میزان کل دانه سنگی = میزان ریزدانه)

$$\text{مقدار ریزدانه} = 0.27 \times 1900 = 515 \text{ kg/m}^3$$

■ مقدار درشت دانه: (میزان ریزدانه - میزان کل دانه سنگی = مقدار درشت دانه)

$$\text{مقدار درشت دانه} = 1900 - 515 = 1385 \text{ kg/m}^3$$