Manara University
Faculty of Engineering
Department of civil engineering

جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

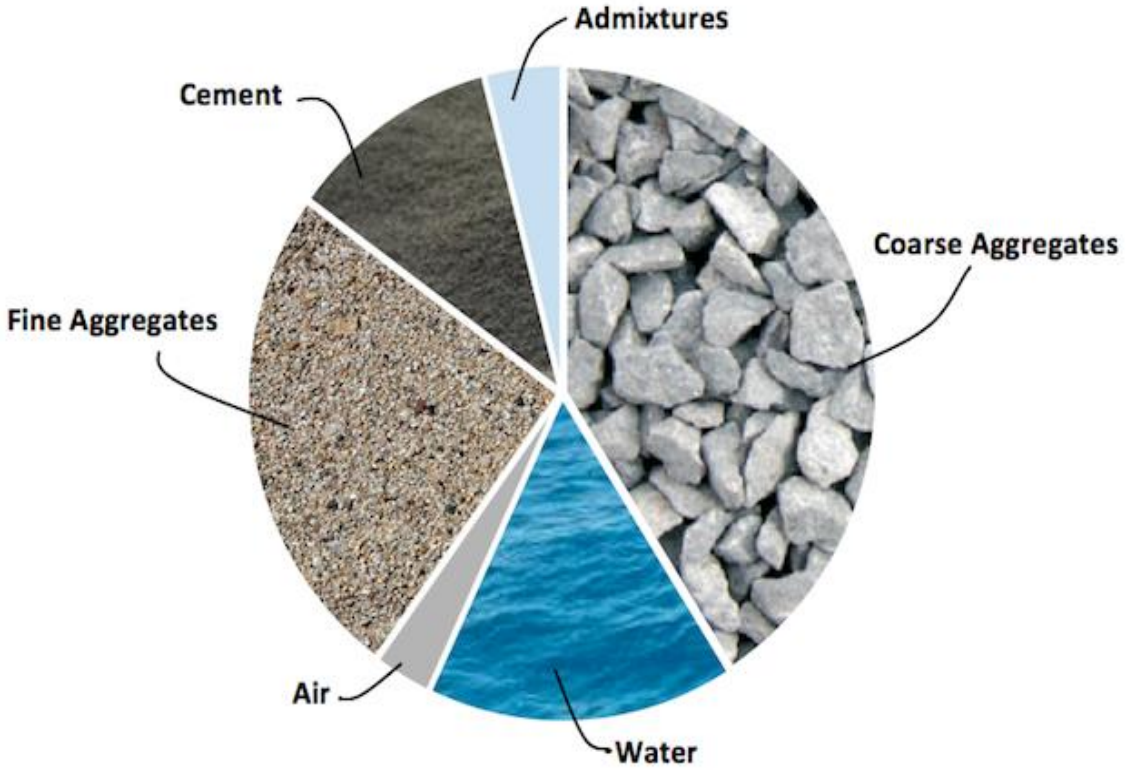
مقرر مواد بناء

لطلاب الهندسة المدنية

مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا

تصميم الخلطة الخرسانية بالطريقة الأميركية ACI



ONE

1

اختيار المقاومة التصميمية المصعدة

اختيار المقاومة التصميمية المصعدة (المستعملة) من الجداول: مثلاً إذا أردنا تصميم خرسانة بمقاومة 30MPa فالقيمة الواجب استعمالها تستخرج من الجدول اللاحق وهي 38.3 في حالتنا.

يحدد الجدول 4.2 القيم التصميمية المصعدة بحسب الحالة.

Table 4.2 – minimum required average strength without suffcient historical	
$f`cr = f`c + 6.9\ MPa$	when $f`c < 20.7$
$f`cr = f`c + 8.3\ MPa$	when $34.5 \leq f`c \geq 20.7$
$f`cr = 1.1\ f`c + 4.8\ MPa$	when $f`c > 34.5$

المقاومة التصميمية في مثالنا:

F'c= 30 MPa

2

TWO

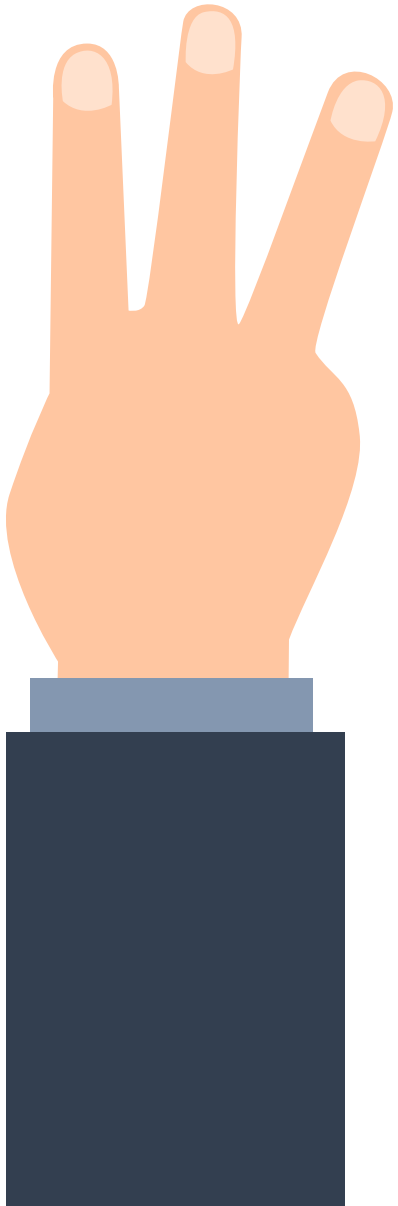
اختيار قيم هبوط المخروط
حسب التصميم

يتم تقدير الهبوط لنوع المنشأة من الجدول 13-8 علماً بأن القيم في الجدول هي على اعتبار استخدام الهزاز (vibrator) أثناء الصب، وفي حال استخدام أساليب أخرى يضاف 2 سم للقيم. يوضح الجدول 13-8 قيم هبوط المخروط الأصغرية والاعظمية المسموحة.

جدول 13-8 قيم الهطول المناسبة لانواع مختلفة من المنشآت

نوع المنشاء	الهبوط (سـم)
الاسس المسلحة للجدران والاعمدة	2-8
الاسس غير المسلحة وجدران الهياكل الثانوية	2-8
العتبات والجدران المسلحة	2-10
الاعمدة	2-10
بلاطات وارصفة الطرق	2-8
خرسانة كتلية	2-8

نوع العنصر الإنشائي الخرساني	الحد الأعلى للهبوط (بالميليمتر mm)
الأجزاء الخرسانية السميكة والأرضيات	100
بلاطات الطرق بالخرسانة دون تسليح	75
الأساسات والجدران بالخرسانة دون تسليح	125
جدران وركائز الأساسات بالخرسانة المسلحة	75
البلاطات والجيزان والاعمدة و الجدران بالخرسانة المسلحة	75



3

THREE

اختيار القطر الاعظمي للحصويات

يتم اختيار القطر الأعظمي للحصويات من الفحص المخبري (تجربة التحليل الحبي) وبحيث يحقق الشروط الآتية:

$$\text{القطر الأعظمي للحصويات} < \frac{\text{البعد الانشائي للعنصر الأصغر}}{5}$$

$$\text{القطر الأعظمي للحصويات} < \frac{\text{سماكة البلاطة}}{3}$$

$$\text{القطر الأعظمي للحصويات} < \text{أصغر مجال بين قضبان التسليح} \times 0.75$$

في معظم دفاتر الشروط الفنية المحلية: يجب ألا يزيد البعد الأعظمي للبحص المستخدم في الأجزاء المختلفة من المنشأة عن القيم التالية:

- في البلاطات والعناصر التي يقل بعدها الأدنى عن 20 سم — 19 مم
- في جميع العناصر التي يقل بعدها الأدنى عن 40 سم — 30 مم
- في الجدران والأساسات والتي تتجاوز سماكتها 40 سم — 80 مم

4

FOUR

تقدير كمية ماء الخلط (W_w)
المطلوب ومحتوى الهواء الموافق
وصولاً لتحديد كمية الاسمنت والماء

بعد اختيار هبوط المخروط المناسب لنوع المنشأ وتقدير القطر الأعظمي للحصويات (الركام الخشن) يتم تقدير كمية الماء للخلطة W_w بـ (kg) ومحتوى الهواء كنسبة مئوية من الجدول (A1.5.3.3):

Table A1.5.3.3 Water kg /m^3 of concrete ($م^3$ / كغم كمية الماء)

هبوط المخروط	القطر الأعظمي للحصويات max size aggregate							
Slump(mm)	9.5	12.5	19	25	37.5	50	75	150
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
air cont %	3	2.5	2	1.5	1	.5	.3	.2

من الجدول 15-8 يتم اختيار نسبة الماء الى الاسمنت (بحسب المقاومة التي وجدناها في أول خطوة يتم تحديد نسبة الماء الى الاسمنت، في حال عدم تواجد قيمة المقاومة بشكل صريح في الجدول 15-8 يمكن إيجاد القيمة بالتوسط الحسابي بين القيمتين المجاورتين).

يجب ألا تتجاوز القيمة المختارة لنسبة (w/c) القيم الحدية المسموحة المحددة بالجدول 16-8 في حال تعرض المنشأ لظروف قاسية

جدول 15 – 8 العلاقة بين نسبة الماء الى الاسمنت ومقاومة الخرسانة

مقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم	نسبة الماء الى الاسمنت بالوزن
45	0.38
40	0.43
35	0.48
30	0.55
25	0.62
20	0.7
15	0.8

16-8 الحد الاعلى لنسب الماء\ السمنت المسموح بها للخرسانة المتعرضة لظروف قاسية

نوع المنشأ	المنشأ مشبع بالرطوبة غالبة او بصورة مستمرة ومعرض لدورات من الانجماد والذوبان	المنشأ المعرض لمياه البحر ولاملاح الكبريتات
مقاطع رقيقة مثل ارصفة الطرق وعتبات الابواب والنوافذ والمقاطع التي قل غطاء الخرسانة فيها عن 3 سم	0.45	0.40
الانواع الاخرى من المنشآت	0.50	0.45

وزن الاسمنت = كمية الماء المقدرة من الجدول (الخطوة الرابعة) / نسبة الماء للإسمنت المقدرة في (الجدول أعلاه)

$$\text{وزن الاسمنت} = \frac{W_w}{w/c}$$

5

FIVE

تقدير كمية الركام الخشن

من مقاس الركام الأعظمي (القطر الاعظمي للحصويات) ومعامل النعومة للرمل يتم تقدير حجم الركام الخشن لكل متر مكعب من الخرسانة ومن ثم ضرب القيمة من الجدول بالكثافة الجافة للركام لتقدير وزن الركام الخشن.

Volume of coarse aggregate per unit of volume (A1.5.3.6)				
Nominal max size of aggregate (mm)	Fineness modulit of fine aggregat(معامل النعومة للرمل)			
	2.4	2.6	2.8	3
9	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.75	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Six

6

تقدير محتوى الركام الناعم

بعد أن تم تقدير محتوى كل من الاسمنت والركام الخشن والماء والهواء يتم تقدير محتوى الركام الناعم بعدة طرق نذكر منها:

a) طريقة المتبقي الأولية:

باستخدام الجدول (A1.5.3.7.1) نجد الوزن الكلي لواحدة الحجوم من الخلطة الخرسانية وفقاً للقطر الاعظمي للحصويات المستخدمة نطرح من الوزن الكلي المحسوب مجموع أوزان مكونات الخلطة المحسوبة في الخطوات السابقة فيكون المتبقي هو وزن الرمل.

TABLE A1.5.3.7.1 — FIRST ESTIMATE OF MASS OF FRESH CONCRETE (SI)

Nominal maximum size of aggregate, mm	First estimate of concrete unit mass, kg/m³*	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

a) طريقة الحجم المطلق :

هذه الطريقة دقيقة ومبسطة حيث نحول الأوزان المحسوبة سابقاً إلى حجوم بقسمة كل وزن على كثافته ونجمع الحجوم ونطرحها من(1) ،
عندئذ يمثل الناتج حجم الرمل الذي إذا ضربناه بكثافة الرمل نكون قد حصلنا على وزن الرمل المطلوب بالخلطة.
حجم الرمل = 1- {وزن الماء/كثافته) + (وزن الاسمنت/ كثافته) + (وزن الركام الخشن /كثافته) + (حجم الهواء)}
بعد الحصول على حجم الرمل نضربه بالكثافة فنحصل على وزن الرمل المطلوب وبالتالي أوزان جميع مكونات الخلطة الخرسانية أصبحت معلومة

الخطوة الأخيرة هي تعديل نسب الخلط :

من المعلوم أن محتوى الرطوبة بالركام متغير وهذا يعني ضرورة تعديل كمية الماء في الخلطة كما ان أوزان الركام المحسوبة سابقاً هي الاوزان الجافة لذا يجب تعديلها الى الأوزان الرطبة وسيتم شرح العملية بالتفصيل بالمثال في جلسة العملي.

أسئلة عامة عن المحاضرة

Nominal maximum-size aggregate,* in. (mm)	Cementitious material content, lb/yd^3 (kg/m^3)
1-1/2 (37.5)	470 to 560 (280 to 330)
1 (25)	520 to 610 (310 to 360)
3/4 (19)	540 to 630 (320 to 375)
1/2 (12.5)	590 to 680 (350 to 405)
3/8 (9.5)	610 to 700 (360 to 415)

The nominal maximum aggregate size is **the smallest sieve size through which the majority of the sample passes (up to 15**% can be retained).

The nominal maximum size is defined as "one sieve size larger than the first sieve to retain more than 10%