طريقة معهد الخرسانة الامريكي لتصميم الخلطة (ACI method)

تتلخص الطريقة المريكية(ACI 211.1) بالخطوات التالية:

١- اختيار مقدار الهطول (او قابلية التشغيل):

يستخدم الجدول (١) لاختيار الهطول المناسب لنوع العمل:

جدول (١): قيم الهطول (قابلية التشغيل) المناسبة لأنواع مختلفة من المنشآت

نوع المنشآت	الهطول (سم)	
	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الأسس المسلحة للجدران والأعمدة	2	8
الأسس الغير مسلحة وجدران الهياكل الثانوية	2	8
العتبات والجدران المسلحة	2	10
الأعمدة	2	10
بلاطات وأرصفة الطرق	2	8
خرسانة كتلية	2	8

٢- اختيار المقاس الاقصى للركام: في كل الاحوال يجب ان لا يزيد المقاس الاقصى عن:

- $\frac{1}{5}$ من اقل بعد بين جانبي القالب
- $\frac{1}{3}$ من عمق البلاطة
- $\frac{3}{4}$ من اصغر مسافة بين قضبان حديد التسليح

٣- اختيار كمية ماء الخلط ومحتوى الهواء: يستخدم الجدول (٢) والذي يربط مستويات متعددة من الهطول مع مقاس الركام الاقصى في في اختيار محتوى ماء الخلط المناسب ومحتوى الهواء التقريبي بالخلطة سواء كانت الخرسانة اعتيادية او ذات هواء مقصود.

Scanned by TapScanner

جدول (٢): القيم التقريبية لمتطلبات ماء الخلط ومحتوى الهواء لمقادير مختلفة من الهطول للركام

الهطول,سم	المقاسات القصوى للركام ب (الملم)							
	10	12.5	20	25	40	50	70	100
	كمية الماء(كغم/م^3) .....الخرسانة الاعتيادية							
5-3	206	200	185	180	160	155	145	125
10-8	225	215	200	195	175	170	160	140
18-15	240	230	210	205	185	180	170	-
القيم التقريبية للهواء المحصور في الخرسانة %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	كمية الماء(كغم/م^3) .....الخرسانة الحاوية على هواء مقصود							
5-3	180	175	165	160	145	140	135	120
10-8	200	190	180	175	160	155	150	135
18-15	215	205	190	180	170	165	160	-
المعدلات المقترحة لمحتوى الهواء الكلي, %	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

٤- اختيار نسبة الماء/السمنت: ويتم ايجاد النسبة عن طريق:

أ- بالاعتماد على المقاومة: يستخدم الجدول رقم (٣) لإيجاد نسبة الماء/الأسمنت المناسبة لمتطلبات التحمل.

جدول(٣): العلاقة بين نسبة الماء / الاسمنت ومقاومة الخرسانة

مقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم, نت/ملم^2	نسبة الماء/السمنت	
	الخرسانة الاعتيادية	خرسانة هواء مقصود
45	0.38	.....
40	0.43	.....
35	0.48	0.40
30	0.55	0.46
25	0.62	0.53
20	0.70	0.61
15	0.80	0.71

فاذا اعطي بالسؤال مقاومة مطلوبة (أي نستخدم الجدول مباشرة) اما اذا لم يذكر **المقاومة المطلوبة** وذكر بالسؤال **"مقاومة معينة"** فيجب استخدام العلاقات الاتية لايجاد المقاومة المطلوبة:

$$f_{cr} = f'_c + 1.34\ S.D$$

Scanned by TapScanner

$$f_{cr} = f'_c + 2.33\ S.D - 3.45$$

حيث f_{cr} هي المقاومة المطلوبة و f'_c المقاومة المعينة

وبالتالي سوف يكون هناك قيمتين للمقاومة المطلوبة ونختار الكمية الاكبر دائما ((أي اعلى مقاومة))

ب- بالاعتماد على الديمومة: ويتم استخدام الجدول رقم (٤) الذي يربط بين نوع المنشأ ونسبة الماء/السمنت. بعدها نقارن قيم نسبة الماء / السمنت المستخرجة من (أ) و (ب) **"ونختار القيمة الاقل"**

جدول(٤): الحد الاعلى لنسب الماء/السمنت المسموح بها للاستعمل في الخرسانة المعرضة للظروف القاسية

نوع المنشأ	اعلى نسبة ماء / سمنت مسموح بها	
	منشأ مشبع بالرطوبة غالبا او بصورة مستمرة او معرض لدورات من الانجماد والذوبان	المنشأ معرض لماء البحر او لاملاح الكبريتات
مقاطع رقيقة مثل ارصفة الطرق وعتبات الابواب والنوافذ والمقاطع التي يقل غطاء الخرسانة لحديد التسليح عن 3سم	0.45	0.40
الانواع الاخرى من المنشأت	0.50	0.45

٥- حساب محتوى السمنت:

محتوى السمنت = $\frac{\text{محتوى ماء الطليق}}{\text{نسبة الماء / الاسمنت}}$ ونقارن القيمة مع حدود المواصفات وتعدل اذا تجاوزت احداها.

٦- اختيار محتوى الركام الخشن: يستفاد من الجدول رقم (٥) في تحديد حجم الركام الخشن لكل م٣ من الخرسانة اعتمادا على معرفة المقاس الاقصى ومعامل النعومة للركام الناعم ومن ثم نحول الحجم الى وزن:

1600 kg/m3 – 1650 kg/m3

وزن الركام الخشن = حجم الركام الجاف X كثافة الركام الجاف الكلية

جدول (٥): حجم الركام الخشن لكل وحدة حجم من الخرسانة

المقاس الاقصى للركام, مم	حجم الركام الخشن الجاف المرصوص بالدك اليدوي ولمقادير مختلفة من معامل النعومة			
	2.4	2.6	2.8	3.0
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53

Scanned by TapScanner

0.60	0.62	0.64	0.66	**20**
0.65	0.67	0.69	0.71	**25**
0.70	0.72	0.74	0.76	**40**
0.72	0.74	0.76	0.78	**50**
0.75	0.77	0.79	0.81	**70**
0.81	0.83	0.85	0.87	**150**

٧- حساب محتوى الركام الناعم:

أ – الطريقة الوزنية: يستخدم الجدول رقم (٦) للحصول على تقدير اولي لوزن الخرسانة الطرية اعتمادا على المقاس الاقصى للركام الخشن ويتم حساب محتوى الركام الناعم (كغم/م^3)

وزن الخرسانة الطرية = وزن السمنت + وزن الركام الخشن + وزن الركام الناعم + وزن الماء.

وزن الركام الناعم = وزن الخرسانة – (وزن السمنت + وزن الماء + وزن الركام الخشن).

جدول (٦): التقدير الاولي لوزن الخرسانة الطرية.

المقاس الاقصى للركام, ملم	التقدير الاولي لوزن الخرسانة الطرية, (كغم/م^3)	
	الخرسانة الاعتيادية	خرسانة هواء مقصود
10	2285	2190
12.5	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2440	2375
70	2465	2400
150	2506	2435

ب – الطريقة الحجمية: تكون الحسابات في هذه الطريقة اكثر دقة من التقدير الوزني وعندما يكون هناك فارق كبير في الوزن النوعي (الكثافة النسبية) بين الركام الناعم والخشن يجب استخدام هذه الطريقة. تستخدم المعادلة التالية في الحسابات:

1 م^3 من الخرسانة = حجم السمنت + حجم الركام الخشن + حجم الركام الناعم + حجم الماء + حجم الهواء

حجم الركام الناعم = ١ – (حجم السمنت + حجم الركام الخشن + حجم الماء + حجم الهواء)

$$\text{حجم الاسمنت} = \frac{\text{وزن الاسمنت}}{\text{الوزن النوعي للاسمنت} * 1000}$$

$$\text{حجم الماء} = \frac{\text{وزن الماء}}{1000}$$

Scanned by TapScanner

حجم الركام الخشن = $\frac{\text{وزن الركام الخشن}}{\text{الوزن النوعي للركام الخشن} * 1000}$

حجم الركام الناعم = $\frac{\text{وزن الركام االناعم}}{\text{الوزن النوعي للركام الناعم} * 1000}$

حجم الهواء = القيمة المستحصلة من الجدول (٢).

٨- **التصحيحات او التعديلات** التي يتم اجرائها على كمية ماء الخلط في حالة كون الركام جاف او رطب فاذا ذكر بالسؤال اهمال ((محتوى الرطوبة والامتصاصية)) فان هذه الخطوة لايتم اجرائها. اما اذا كان مطلوب اجراء تصحيح للنسب فيكون كالاتي:

١- ايجاد نسبة الماء الفائض بالركام الناعم والخشن وذلك عن طريق:
نسبة الماء الزائد = نسبة الرطوبة السطحية – نسبة الامتصاصية

٢- تحويل نسبة الماء الفائض الى وزن وذلك بضربه بوزن الركام الناعم والخشن:

- وزن الماء الفائض بالركام الخشن = نسبة الماء الفائض بالركام الخشن x وزن الركام الخشن.
- وزن الماء الفائض بالركام الناعم = نسبة الماء الفائض بالركام الخشن x وزن الركام الناعم.

٣- وزن الماء الفائض يطرح من وزن الماء الكلي

٤- تعديل الركام :

وزن الركام المعدل = وزن الركام الجاف x (نسبة الرطوبة+١)

Scanned by TapScanner

(3)

Comp. strength MPa	Water/cement ratio	
	Normal concrete	Entrant-air concrete
45	0.38	-
40	0.43	-
35	0.48	0.40
30	0.55	0.46
25	0.62	0.53
20	0.70	0.61
15	0.80	0.71

(1)

Structure Type	SLUMP cm	
	Min.	Max.
Reinforced col.& foundation &wall	2	8
Unreinforced foundation & wall	2	8
Reinf. Beam & wall	2	10
Columns	2	10
Concrete Slabs	2	8
Mass concrete	2	8

(2)

SLUMP cm	Max. Size of coarse Agg. mm							
	10	12.5	20	25	40	50	70	150
Water content Kg/m³ of concrete ——— Normal concrete								
3-5	206	200	185	180	160	155	145	125
8-10	225	215	200	195	175	170	160	140
15-18	240	230	210	205	185	180	170	-
% of Entrant-air	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Water content Kg/m³ of concrete ——— Entrant-air concrete								
3-5	180	175	165	160	145	140	135	120
8-10	200	190	180	175	160	155	150	135
15-18	215	205	190	185	170	165	160	-
% of Total-air	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

(5)

Max. Size of coarse Agg.	Absolute volume of coarse Agg. For one unite of concrete volume For different Fineness Modulus of Fine Agg.			
	2.4	2.6	2.8	3.0
10	0.50	o.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

(4)

Structure Type	Max. Water/Cement ratio permissible	
	Structure of continues Saturated OR attack to freeze and thaw cycles	Structure attack to see water & sulfate salts
Thin section of concrete (Road pavement & beams door & concrete section of cover less than 3 cm)	0.45	0.40
Other type of Structure	0.50	0.45

Scanned by TapScanner