المحتوى

الصفحة

الباب 1: عام	1/1
1–1 الهدف	1/1
1–2 المجال	1/1
1–3 فقرات عامة	4/1
الباب 2: التربة	1/2
2–1 تحريات التربة الموقعية لأسس الأبنية	1/2
2–1/1 أهداف تحريات التربة	1/2
2–1/2 التعريف	1/2
2–1/3 مراحل أعمال تحريات التربة	2/2
2–1/4 عدد الحفر الاختبارية المطلوبة	3/2
2–1/5 عمق الحفر الاختبارية	3/2
2–2 التربة المستعملة في أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات	3/2
2–2/1 أهداف أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات	3/2
2–2/2 إعداد الموقع لأعمال الملء (الطمر)	4/2
2–2/3 تربة الملء (الطمر)	5/2
2–2/4 فعاليات الملء (الطمر)	6/2
2–2/5 ملاحظة	7/2
2–3 الجلمود	7/2
2–3/1 استعمالات الجلمود	7/2
2–3/2 تحديدات الاستعمال	7/2
2–4 تحسين أو تطوير التربة	8/2
2–4/1 مقدمة	8/2
2–4/2 الهدف	8/2
2–4/3 الأساليب المستعملة	9/2
2–5 المراجع	11/2

الباب 3: الجص والجير ومنتجاتهما	1/3
3–1 الجص للأغراض البنائية	1/3
3–1/1 عام	1/3
3–1/2 أصناف الجص	1/3
3–1/3 متطلبات الجص	2/3
3–2 الانهاءات الداخلية باستعمال الجص والبورق	4/3
3–2/1 عام	4/3
3–2/2 المواد	4/3
3–2/3 طبقات الإنهاء	6/3
3–2/4 أنواع الجص والبورق المستعمل للانهاءات	7/3
3–2/5 نسبة الخلط	7/3
3–2/6 طريقة الخلط	7/3
3–2/7 تنفيذ أعمال الإنهاءات	7/3
3–3 المواد المنتجة من الجبس للأغراض البنائية	8/3
3–3/1 الأحجار الجبسية المستعملة لإنتاج المواد الرابطة	8/3
3–3/2 الألواح الجبسية	9/3
3–3/3 الكتل الجبسية	10/3
3–3/4 جص سمنت كين	12/3
3–4 المواد الجيرية (النورة) للأغراض البنائية	12/3
3–4/1 الجير (النورة) المستعمل في البناء وفي إنتاج المواد الإنشائية	12/3
3–4/2 المواد المنتجة من الجير (النورة) للأغراض البنائية	14/3
3–5 المراجع	15/3
الباب 4: المنتجات الحرارية للأغراض البنائية	1/4
4–1 عام	1/4
4–2 تصنيف المنتجات الحرارية	1/4
4–2/1 التصنيف المعتمد على التركيب الكيميائي	1/4
4–2/2 التصنيف المعتمد على الطبيعة الكيميائية	2/4
4–2/3 التصنيف المعتمد على درجة التلين	2/4
4–2/4 التصنيف المعتمد على طريقة التصنيع	2/4

4-2/5 التصنيف المعتمد على المسامية 2/4
4-3 أنواع الحراريات المستعملة للأغراض البنائية 2/4
4-3/1 المنتجات الحرارية المستعملة في أفران صهر الزجاج 2/4
4-3/2 الطابوق المغنيسي 4/4
4-3/3 الطابوق السيليكي 6/4
4-3/4 الطابوق الحراري (الناري) العازل 7/4
4-3/5 الطابوق الكرومي 10/4
4-3/6 الطابوق الالوميني 11/4
4-3/7 الطابوق الطيني الناري (الشاموت) 13/4
4-3/8 طابوق المغنيسيا الكرومي 14/4
4-4 أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في القباب 17/4
4-4/1 طابوق مقوس 17/4
4-4/2 طابوق زاوي 17/4
4-4/3 النمذجة 19/4
4-5 أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة 19/4
4-5/1 التصنيف 19/4
4-5/2 الأبعاد 20/4
4-5/3 النمذجة 20/4
4-6 المونة الحرارية 23/4
4-6/1 النمذجة 23/4
4-7 الخرسانة الحرارية 26/4
4-7/1 الركام المقاوم للحرارة 26/4
4-7/2 أنواع الخرسانة (المصبوبات) الحرارية 27/4
4-7/3 صب الحراريات والخرسانة المقاومة للحرارة 28/4
4-7/4 الإستعمالات 30/4
4-8 المراجع 30/4

الباب 5: الخشب ومنتجاته 1/5
5-1 عام 1/5
5-2 أنواع الخشب 1/5

5-2/1 الخشب غير المصنع 1/5
5-2/2 الخشب المصنع 1/5
5-3 عيوب الخشب 3/5
5-4 المعالجة بالحشوات الخشبية 3/5
5-5 الرطوبة في الخشب 4/5
5-6 الخشب المستعمل في الصناعات الخشبية للأغراض البنائية 5/5
5-7 مواد معالجة الأخشاب 5/5
5-7/1 أنواع المذيبات 5/5
5-7/2 الاستعمالات 5/5
5-7/3 تجهيز الأخشاب للمعالجة 6/5
5-7/4 طرائق معالجة الأخشاب 6/5
5-8 المراجع 7/5

الباب 6: الركام 1/6
6-1 عام 1/6
6-1/1 الركام الخشن 2/6
6-1/2 الركام الناعم 2/6
6-1/3 الركام الشامل 2/6
6-1/4 طرائق أخذ نماذج الركام الخشن والناعم والمواد المالئة الصخرية المستعملة في الإنشاءات 5/6
6-1/5 طرائق حفظ وإرسال النماذج 5/6
6-2 ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء 5/6
6-2/1 عام 5/6
6-2/2 المواد الضارة في الركام 6/6
6-2/3 خصائص الركام الميكانيكية والمعدنية 7/6
6-2/4 التحليل المنخلي 8/6
6-3 الرمل القياسي المستعمل لمكعبات مونة السمنت 10/6
6-3/1 مجال الاستعمال 10/6
6-3/2 التعريف 10/6
6-3/3 متطلبات أو خصائص الرمل 10/6

6-4/3 التأشير 10/6
6-4 الرمال عالية السيليكا المستعملة في المسابك 10/6
6-4/1 عام 10/6
6-4/2 تصنيف الرمال عالية السيليكا 11/6
6-4/3 المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للرمال عالية السيليكا 11/6
6-4/4 الملحق الاسترشادي 12/6
6-5 الركام الصناعي 12/6
6-5/1 المجموعة الأولى: الركام الصناعي خفيف الوزن 13/6
6-5/2 المجموعة الثانية: ركام خبث الأفران الصناعية 15/6
6-5/3 المجموعة الثالثة: ركام مخلفات الأفران الصناعية 17/6
6-6 الركام الطبيعي خفيف الوزن 19/6
6-7 الرمل والحصى المستعملان في مرشحات تصفية المياه 20/6
6-7/1 المتطلبات الفيزيائية والكيميائية لرمل وحصى المرشحات 20/6
6-7/2 المواد الضارة 20/6
6-7/3 الذوبان في حامض الهيدروكلوريك 21/6
6-8 المراجع 21/6

الباب 7: الزجاج 1/7
7-1 عام 1/7
7-2 أنواع الزجاج 1/7
7-2/1 الزجاج العادي 1/7
7-2/2 الزجاج المعوم والمصقول 2/7
7-2/3 الزجاج المنقوش 4/7
7-2/4 النمذجة 4/7
7-2/5 الفحص والمطابقة 4/7
7-3 الزجاج المسلح 4/7
7-3/1 المظهر العام 5/7
7-3/2 الفحوص 5/7
7-3/3 الفحص والمطابقة 5/7
7-3/4 النمذجة 5/7

7–4 ألواح الزجاج 6/7
7–5 الزجاج الخلوي المستعمل للعزل الحراري 6/7
7–6 الزجاج العاكس للحرارة (الزجاج المطلي) 7/7
7–7 تركيب الزجاج 7/7
7–7/1 معجون تثبيت زجاج النوافذ 7/7
7–7/2 التركيب باستعمال الأشرطة الخاتمة 7/7
7–7/3 تثبيت الألواح الزجاجية على الجدران 9/7
7–7/4 التثبيت باستعمال المسامير الملولبة (البراغي) 9/7
7–7/5 التثبيت باستعمال الأشرطة الحاملة 9/7
7–7/6 التثبيت باستعمال المشابك 9/7
7–8 الطابوق الزجاجي 9/7
7–9 شروط عامة 10/7
7–10 المراجع 11/7

الباب 8: السمنت 1/8
8–1 السمنت البورتلاندي 1/8
8-1/1 المواصفات 1/8
8–1/2 التجهيز 1/8
8–1/3 الخزن 1/8
8–1/4 النمذجة 3/8
8–1/5 الفحص والمطابقة 4/8
8–2 السمنت الهيدروليكي القابل للتمدد 4/8
8–2/1 التعريف 4/8
8–2/2 الأصناف 4/8
8–2/3 النمذجة 5/8
8–2/4 المتطلبات 5/8
8–3 السمنت البورتلاندي البوزولاني 5/8
8–4 سمنت آبار النفط 5/8
8–4/1 السمنت من الصنف (A) 6/8
8–4/2 السمنت من الصنف (B) 6/8

8-3/4 السمنت من الصنف (C) 6/8
8-4/4 السمنت من الصنف (D) 6/8
8-5/4 السمنت من الصنفين (H,G) 6/8
8-5 السمنت الهيدروليكي المخلوط 9/8
8-5/1 التصنيف 10/8
8-5/2 السمنت بورتلاندي وخبث الفرن النفاخ 10/8
8-5/3 السمنت البورتلاندي والبوزولاني 10/8
8-5/4 السمنت البورتلاندي والجيري (سمنت البناء الكلسي) 10/8
8-5/5 السمنت الثلاثي المخلوط 11/8
8-6 السمنت عالي الألومينا (السمنت الكالسيومي) (السمنت الحراري) 11/8
8-7 السمنت ذو المقاومة الفائقة للكبريتات 11/8
8-7/1 التعريف 11/8
8-7/2 المميزات 11/8
8-7/3 الإستعمالات 12/8
8-8 السمنت غير المتآلف مع الماء (الهيدروفوبي) 12/8
8-9 السمنت الجيوبوليمري 13/8
8-10 المراجع 13/8

الباب 9: ملاط (مونة) السمنت 1/9
9-1 الانهاءات الداخلية بملاط (مونة) السمنت 1/9
9-1/1 المواد 1/9
9-1/2 طبقات الإنهاء بملاط (مونة) السمنت 3/9
9-1/3 نسب الخلط 4/9
9-1/4 طريقة الخلط 5/9
9-1/5 تنفيذ الانهاءات الداخلية العادية 5/9
9-1/6 تنفيذ الانهاءات على المشبك المعدني الممدد 5/9
9-2 الانهاءات الخارجية 5/9
9-3 المراجع 5/9

الباب 10: الخرسانة ومنتجاتها 1/10

10–1 عام	1/10
10–2 المواد	1/10
10–1/2 السمنت	1/10
10–2/2 الركام	1/10
10–3/2 الماء	1/10
10–3 أنواع الخرسانة	3/10
10–1/3 الخرسانة العادية	3/10
10–2/3 الخرسانة المسلحة	3/10
10–3/3 أنواع خاصة من الخرسانة	3/10
10–4 معدل مقاومة الانضغاط المطلوبة للخرسانة	4/10
10–1/4 النمذجة	4/10
10–2/4 الفحص والقبول	4/10
10–3/4 تكرار الفحوص	4/10
10–5 تصميم الخلطات الخرسانية	4/10
10–1/5 ملاحظات خاصة بتصميم الخلطات الخرسانية	5/10
10–6 منتجات الخرسانة	5/10
10–1/6 البلاط (الكاشي)	5/10
10–2/6 قطع الموزائيك (مسبقة الصب) للسلالم والمدرجات	12/10
10–3/6 أرضيات الموزائيك ذات الصب الموقعي	12/10
10–4/6 البلاطات الخرسانية مسبقة الصب (الشتايكر)	15/10
10–5/6 كتل البناء الخرسانية المحملة	17/10
10–6/6 كتل الخرسانة الخلوية (الثرمستون)	20/10
10–7/6 كتل الخرسانة غير المحملة	23/10
10–8/6 طابوق البناء الخرساني	25/10
10–9/6 طابوق الرصف الخرساني	26/10
10–10/6 حافات الأرصفة والسواقي الخرسانية مسبقة الصب	29/10
10–11/6 درجات السلم الخرساني	31/10
10–12/6 الأعمدة الخرسانية المسلحة المستعملة للأسيجة	34/10
10–13/6 الأنابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة	37/10
10–7 البلاطات الخرسانية المسلحة	38/10

10-7/1 المواد المستعملة 38/10
10-7/2 أنواع السقوف الخرسانية 39/10
10-7/3 تنفيذ الأعمال 40/10
10-8 الاكساء بالخرسانة 42/10
10-8/1 المواد 42/10
10-8/2 المفاصل 42/10
10-9 المراجع 42/10

الباب 11: المضافات الخرسانية 1/11
11-1 عام 1/11
11-1/1 تصنيف المضافات 1/11
11-1/2 المضافات المعجلة 1/11
11-1/3 المضافات المبطئة 5/11
11-1/4 المضافات المقللة للماء (الملدنة) 7/11
11-2 الخضاب المستعمل للسمنت البورتلاندي 8/11
11-2/1 عام 8/11
11-2/2 تصنيف مواد الخضاب 9/11
11-2/3 إستعمالات وأسلوب أداء وتحديد كميات مواد الخضاب 9/11
11-2/4 متطلبات استعمال مواد الخضاب 9/11
11-3 المضافات البوزولانية المستعملة كمضافات معدنية في الخرسانة 9/11
11-3/1 عام 9/11
11-3/2 تصنيف المضافات المعدنية 9/11
11-3/3 إستعمالات المضافات المعدنية وأسلوب أدائها 12/11
11-3/4 تحديد كمية المضافات المعدنية 12/11
11-3/5 تأثير المواد البوزولانية في خصائص الخرسانة الطرية 12/11
11-3/6 تأثير المواد البوزولانية في خصائص الخرسانة المتصلبة 13/11
11-3/7 الخزن والمناولة 13/11
11-4 المضافات المانعة لنفاذ الماء 14/11
11-4/1 عام 14/11
11-4/2 أنواع المضافات المانعة لنفاذ الماء 14/11

11–3/4 أنواع المواد المانعة لنفاذ الماء 14/11
11–4/4 المواصفات القياسية للمواد المانعة لنفاذ الماء 15/11
11–5 مضافات تفقيع الهواء 16/11
11–1/5 استعمالات مضافات تفقيع الهواء 16/11
11–2/5 أنواع مضافات تفقيع الهواء 16/11
11–3/5 أسلوب أداء مضافات تفقيع الهواء 17/11
11–4/5 المواصفات القياسية لمضافات تفقيع الهواء 17/11
11–6 المركبات المانعة للرطوبة المستعملة مع السمنت 21/11
11–7 الفحص والنمذجة 22/11
11–1/7 أخذ نماذج المساحيق من عبواتها 22/11
11–2/7 أخذ النماذج السائلة من عبواتها 22/11
11–3/7 أخذ النماذج السائبة (الفل) 22/11
11–8 المراجع 22/11

الباب 12: حديد التسليح والمقاطع الفولاذية والمعادن 1/12
12–1 حديد التسليح 1/12
12–1/1 الأنواع 1/12
12–2/1 النمذجة والفحص 1/12
12–3/1 التثبيت 2/12
12–4/1 الأقطار الاسمية 2/12
12–5/1 التفاوت 3/12
12–6/1 مساحة المقطع العرضي والكتلة 3/12
12–7/1 متطلبات النتوءات 3/12
12–8/1 الخصائص الميكانيكية 5/12
12–9/1 المقاطع الفولاذية الانشائية المستعملة في الأبنية والجسور والإنشاءات الأخرى 5/12
12–2 العقادة 11/12
12–1/2 المواد المستعملة 11/12
12–2/2 طريقة التثبيت 11/12
12–3/2 تنفيذ الأعمال 11/12
12–3 ألواح الفولاذ المغلون المستعمل في تغليف السقوف الهيكلية 12/12

12-3/1 المواد المستعملة 12/12
12-3/2 التصنيف 12/12
12-3/3 فحوص الطلاء الخارصيني 13/12
12-3/4 النمذجة 13/12
12-3/5 الخزن 13/12
12-3/6 التركيب 13/12
12-3/7 الصبغ 15/12
12-4 ألواح الألمنيوم المضلعة (المموجة) المستعملة في تغليف السقوف الهيكلية 15/12
12-4/1 المواد 15/12
12-4/2 التصنيف والأبعاد والتفاوت 16/12
12-4/3 الخصائص 17/12
12-4/4 النمذجة 17/12
12-4/5 الخزن 17/12
12-4/6 التركيب 17/12
12-5 تغليف الجدران باستعمال ألواح الألمنيوم (الكوبوند) 18/12
12-5/1 المواد 18/12
12-5/2 السماحات 19/12
12-5/3 متطلبات التصميم 19/12
12-5/4 متطلبات الأداء 19/12
12-5/5 تحقيق متطلبات الجودة 20/12
12-5/6 التركيب 20/12
12-5/7 التسلم والخزن والمناولة 20/12
12-6 القوالب المعدنية 20/12
12-6/1 المواد 20/12
12-6/2 القوالب الفولاذية 20/12
12-6/3 قوالب الألمنيوم 20/12
12-6/4 الاستعمالات 21/12
12-7 المراجع 21/12

الباب 13: البلاط الخزفي (السيراميكي) 1/13

13–1 البلاط الخزفي (السيراميكي) 1/13
13–1/1 المواصفات 1/13
13–1/2 المظهر العام 2/13
13–1/3 البلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات والجدران 3/13
13–1/4 البلاط الخزفي (السيراميكي) المزجج للجدران 3/13
13–1/5 التغليف بالبلاط الخزفي (السيراميكي) للجدران 3/13
13–1/6 الإكساء بالبلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات 3/13
13–2 البلاط (الكاشي) الكربلائي (القاشاني). 3/13
13–2/1 المواد 3/13
13–2/2 المقاسات 4/13
13–2/3 الخصائص 4/13
13–2/4 التثبيت 4/13
13–3 المراجع 5/13

الباب 14: الأصباغ 1/14
14–1 التعريف 1/14
14–1/1 الرابط 1/14
14–1/2 المخفف 1/14
14–2 أنواع الأصباغ 1/14
14–2/1 الأصباغ الزيتية 1/14
14–2/2 الأصباغ الاصطناعية 2/14
14–2/3 الأصباغ المائية 3/14
14–2/4 الأصباغ السمنتية 3/14
14–2/5 الأصباغ المستحلبة 3/14
14–2/6 الأصباغ السليلوزية 4/14
14–2/7 أصباغ الوارنيش 4/14
14–2/8 الأصباغ الخاصة 5/14
14–2/9 الطلاءات المستحلبة ذات الراتنجات الصناعية 6/14
14–3 طريقة الصبغ 6/14
14–4 أصباغ الأعمال الخاصة 6/14

14-4/1 أصباغ بلون الألمنيوم (الفضي) 6/14
14-4/2 الأصباغ القيرية (البيتومينية) 7/14
14-4/3 أصباغ علامات الطرق 7/14
14-4/4 الطلاء الأبيض والأصفر المستعمل في تخطيط الطرق 8/14
14-4/5 الأصباغ الخاصة بالأخشاب الخارجية 8/14
14-5 الأصباغ البلاستيكية 8/14
14-5/1 أصباغ بلاستيكية عادية 8/14
14-5/2 أصباغ بلاستيكية ذات نصف لمعة 9/14
14-5/3 أصباغ بلاستيكية ذات لمعة 9/14
14-5/4 أصباغ تخطيط الطرق المستعملة مع الحرارة (البلاستيكية الحرارية) 9/14
14-6 المخففات (المذيبات) 9/14
14-7 الفحص والنمذجة 9/14
14-8 ورق الجدران 10/14
14-9 المراجع 10/14

الباب 15: المنتجات الطينية 1/15
15-1 طابوق البناء المصنوع من الطين 1/15
15-1/1 التصنيف 1/15
15-1/2 المظهر العام 1/15
15-1/3 أنواع الطابوق وأبعاده 1/15
15-1/4 التفاوت 2/15
15-1/5 مقاومة الإنضغاط وإمتصاص الماء والتزهر 2/15
15-1/6 النمذجة 2/15
15-1/7 الفحوص 3/15
15-2 الطابوق المقاوم للحوامض 3/15
15-2/1 الاستعمال 3/15
15-2/2 التصنيف 3/15
15-2/3 متطلبات الأبعاد والتفاوت 3/15
15-2/4 متطلبات الأداء 4/15
15-2/5 التأشير 4/15

15–6/2 ملحق استرشادي 4/15
15–3 كتل البناء الفخارية المجوفة 6/15
15–1/3 الأنواع 6/15
15–2/3 المظهر العام 7/15
15–3/3 الأبعاد والأشكال والتفاوت 7/15
15–4/3 انحراف التربيع 7/15
15–5/3 طرائق الفحص 8/15
15–6/3 أخذ النماذج 9/15
15–4 الأنابيب الطينية 9/15
15–1/4 التصنيف 9/15
15–2/4 المظهر 9/15
15–3/4 النوعية 9/15
15–4/4 الاستواء 9/15
15–5 الأنابيب الطينية فائقة المقاومة 10/15
15–1/5 المواد والصنع 10/15
15–2/5 متطلبات المظهر العام 11/15
15–3/5 الأبعاد والاستقامة 11/15
15–4/5 مقاومة السحق 11/15
15–5/5 فحص الامتصاص 12/15
15–6/5 الضغط الهايدروستاتيكي 12/15
15–7/5 مقاومة الحامض 13/15
15–8/5 طرائق أخذ النماذج والفحص 13/15
15–6 القرميد 13/15
15–1/6 القرميد المستوي المصنوع من الطين وملحقاته 13/15
15–2/6 أنواع بلاط القرميد 21/15
15–3/6 المواد المستعملة في تثبيت القرميد 21/15
15–4/6 الخصائص 22/15
15–5/6 تركيب القرميد على السقوف الخرسانية والخشبية 23/15
15–7 الطابوق الطيني للواجهات 23/15
15–8 الطابوق الطيني للمداخن 23/15

15–9 البلاطات الطينية المفخورة المستعملة في أعمال الري والبزل 23/15
15–1/9 المجال 23/15
15–2/9 الأبعاد والتفاوت 23/15
15–3/9 التصنيف 23/15
15–4/9 أخذ النماذج ومعيار التطابق 24/15
15–5/9 طرائق الفحص 24/15
15–10 المراجع 24/15

الباب 16: الصخور والحجارة 1/16
16–1 الحجر الطبيعي لاستعمالات البناء 1/16
16–1/1 الرخام (المرمر) 1/16
16–2/1 الحجر الرملي 2/16
16–3/1 الحجر الجيري 3/16
16–4/1 الكرانيت 4/16
16–2 الاكساء بالحجر 4/16
16–3 الرخام (المرمر) المستعمل للجدران والأرضيات . 5/16
16–1/3 الرخام (المرمر) المستعمل في تغليف الجدران 5/16
16–2/3 الرخام (المرمر) المستعمل في اكساء الأرضيات 5/16
16–4 النمذجة 7/16
16–5 المراجع 7/17

الباب 17: المتفرقات 1/17
17–1 الملاط المقاوم للمواد الكيميائية (الملاط الراتنجي) (الايبوكسي) 1/17
17–1/1 الملاط الراتنجي (الايبوكسي) المتراص المقاوم للحوامض 1/17
17–2/1 المكونات 1/17
17–3/1 المتطلبات 1/17
17–2 البنتونايت 1/17
17–1/2 التعريف 1/17
17–2/2 الاستعمالات 2/17
17–3/2 طريقة أخذ النماذج 2/17

17–4/2 المظهر العام 2/17
17–5/2 التصنيف 2/17
17–6/2 الخصائص العامة 2/17
17–3 ألواح التغليف الكاتمة للصدى 3/17
17–1/3 المواد 3/17
17–2/3 الهيئة أو الوصف 3/17
17–3/3 طريقة التثبيت 3/17
17–4 المونة المقاومة للحوامض (النوع الكبريتي) 3/17
17–1/4 تعريف المونة 3/17
17–2/4 المتطلبات 4/17
17–5 المواد الأسفلتية المستعملة في أعمال التسطيح والأسس 4/17
17–1/5 عام 4/17
17–2/5 مصادر الأسفلت 4/17
17–3/5 أهم المشتقات الأسفلتية المستعملة في أعمال الأبنية (أعمال التسطيح والأسس) 4/17
17–6 البلاط الخزفي غير المزجج المقاوم للحوامض 6/17
17–7 المراجع 7/17

الملحق "أ" – تكرارات الفحوص المختبرية للمواد الإنشائية (استرشادية) أ/1
الملحق "ب" – الإشتراطات المطلوبة في خصائص وفحوص المواد الإنشائية ب/1
الملحق "ت" – المصطلحات الفنية مرتبة بحسب الحروف الهجائية العربية ت/1
الملحق "ث" – المصطلحات الفنية مرتبة بحسب الحروف الهجائية الإنكليزية ث/1

الباب 1

عام (General)

1-1 الهدف (Aim)

إن الهدف الرئيس من هذا الدليل هو عرض وتعريف لأهم المواد الإنشائية ومنتجاتها البنائية الشائعة الإستعمال في مجال الهندسة المدنية والمشاريع الهندسية المختلفة في العراق، وذلك لغرض إرشاد وتوجيه مستعملي ومنتجي هذه المواد إلى المتطلبات الدنيا التي يجب أن تتحقق في أي مادة بنائية أو منتج بنائي بأنواعها المختلفة من حيث خصائصها وطرائق نمذجتها وفحوصها وشروط قبولها للإستعمال في مواقع العمل وللأغراض المختلفة.

1-2 المجال (Scope)

يستعرض الدليل المواصفات الفنية للمواد البنائية المستعملة في البناء وطرائق إستعمالها بالإضافة إلى طرائق نمذجة وفحص هذه المواد. وهو بذلك يعطي المستعمل والمصمم والمنفذ الحرية في إختيار وقبول المواد الإنشائية التي يرغب في إستعمالها، سواءاً كانت للأغراض العامة أو للأغراض الخاصة. وقد تضمن الدليل عرضاً لخصائص وإستعمالات المواد الإنشائية للأغراض العامة وكذلك عرضاً لخصائص واستعمال بعض المواد الانشائية التي تستعمل في اعمال خاصة مثل أنواع المنتجات الحرارية وأنواع الطابوق الحراري المستعمل في القباب والأفران والبلاطات الطينية للمداخن أو المستعملة في أعمال الري والبزل والخرسانة الحرارية، وأنواع الركام الصناعي وانواع السمنت البوزولاني وسمنت آبار النفط والسمنت عالي الالومينا وغيرها. بالاضافة الى أنواع المنتجات الخرسانية مثل البلاطات والكتل البنائية وحافات الارصفة ودرجات السلم الخرسانية وغيرها، وانواع البلاط السيراميكي والكاشي الكربلائي. كما تطرق الدليل الى أنواع وخصائص وطرائق استعمال المضافات الخرسانية والأصباغ وغيرها من المواد الانشائية. وقد اشتمل الدليل على الأبواب التالية:

1-2/1 الباب الأول: عام (General)

يشتمل هذا الباب على الهدف والمجال وبنود عامة تتعلق بمواد البناء واستعمالاتها.

1-2/2 الباب الثاني: التربة (Soil)

يشتمل هذا الباب على مواصفات التربة المطلوبة لأي مشروع وكذلك تحريات التربة وتثبيت التربة، وأعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات والأسس سواء بالتربة النظيفة أو الحصى الخابط أو الجلمود.

1-2/3 الباب الثالث: الجص والجير ومنتجاتهما (Gypsum and Lime and Their Products)

يشمل هذا الباب الجص المستعمل للأغراض البنائية أو الإنهاءات والمواد المنتجة من الجبس للأغراض البنائية. بالإضافة إلى البورق والنورة والمواد الجيرية ومنتجاتها المستعملة في البناء.

1-2/4 الباب الرابع: المنتجات الحرارية للأغراض البنائية

(Refractory Products for Building Purposes)

يغطي هذا الباب المواد المستعملة لمقاومة درجات الحرارة العالية، مثل المواد الحرارية المستعملة في أفران صهر الزجاج، والمونة الحرارية، والطابوق الحراري بأنواعه مثل الطابوق المغنيسي والسيليكي والناري العازل والكرومي والالوميني والطيني الناري والمغنيسيا الكرومي بالإضافة إلى أشكاله وأبعاده عند استعماله في القبب أو في الأفران الدوارة. يشتمل الباب على متطلبات الخرسانة الحرارية ايضا.

1-2/5 الباب الخامس: الخشب ومنتجاته (Wood and Its Products)

يشمل هذا الباب أنواع الخشب المصنع وغير المصنع وأهم الإشتراطات الخاصة باستعماله وطرائق معالجته وكذلك أهم العيوب فيه والمواد المستعملة في معالجة الأخشاب.

1-2/6 الباب السادس: الركام (Aggregates)

يتطرق هذا الباب إلى أنواع الركام المستعمل لأغراض البناء وكافة الاشتراطات اللازمة لاستعماله كمادة بنائية. ويشمل ركام المصادر الطبيعية الاعتيادي والخفيف الوزن المستعمل في الخرسانة والركام الصناعي والرمل القياسي المستعمل لمكعبات مونة السمنت والرمال عالية السيليكا المستعملة في المسابك.

1-2/7 الباب السابع: الزجاج (Glass)

يغطي هذا الباب الزجاج المستعمل في البناء ويشتمل على الاشتراطات اللازمة لاستعماله كمادة بنائية. ويشمل الزجاج العادي والزجاج المسلح والزجاج الخلوي المستعمل للعزل الحراري والزجاج العاكس للحرارة بالإضافة إلى الطابوق الزجاجي.

1-2/8 الباب الثامن: السمنت (Cement)

يشمل الباب الثامن السمنت البورتلاندي وأهم مواصفاته والاشتراطات الخاصة بكل أنواعه ويشمل كذلك السمنت الهيدروليكي القابل للتمدد والسمنت البورتلاندي البوزولاني وسمنت آبار النفط وسمنت البناء الكلسي والسمنت الحراري والسمنت الفائق المقاومة للكبريتات.

1-2/9 الباب التاسع: ملاط (مونة) السمنت (Cement Mortar)

يشمل الباب التاسع على الاشتراطات الخاصة بملاط السمنت المستعمل في الإنهاءات الداخلية والخارجية وأعمال النثر.

1-2/10 الباب العاشر: الخرسانة ومنتجاتها (Concrete and Its Products)

يتطرق هذا الباب إلى الخرسانة وأنواعها والاشتراطات الخاصة بقبولها أو رفضها، وكذلك الى أهم منتجاتها المستعملة في أعمال البناء. ويشتمل على الاشتراطات اللازمة لكل نوع منها وهي، الكاشي الموزائيك العادي والكاشي المطعم بالمرمر، وأرضيات الموزائيك ذات الصب الموقعي. ويشمل هذا الباب ايضا كتل البناء

والطابوق الخرساني وحافات الأرصفة والسواقي الخرسانية مسبقة الصب ودرجات السلم الخرساني والسقوف الخرسانية المسلحة والاكساء بالخرسانة.

1-2/11 الباب الحادي عشر: المضافات الخرسانية (Concrete Admixtures)

يختص هذا الباب بالمواصفات والاشتراطات الخاصة بمضافات الخرسانة ويشمل المضافات المعجلة والمضافات المبطأة والخضاب المستعمل للسمنت البورتلاندي والمواد البوزولانية المستعملة كمضافات معدنية في الخرسانة والمركبات المانعة للرطوبة ومضافات تفقيع الهواء، والمضافات المانعة لنفاذ الماء.

1-2/12 الباب الثاني عشر: حديد التسليح والمقاطع الفولاذية والمعادن

(Steel Reinforcement, Steel Sections and Minerals)

يشمل الباب الثاني عشر على الاشتراطات الخاصة بحديد التسليح ومقاطع الحديد المستعملة في العقادة وألواح الفولاذ المغلون وألواح الألمنيوم المضلعة المستعملة في تغليف السقوف الهيكلية والقوالب الحديدية.

1-2/13 الباب الثالث عشر: البلاط الخزفي السيراميكي (Ceramics Tiles)

يتناول هذا الباب المواصفات والاشتراطات الخاصة بالسيراميك والبلاط الخزفي المستعمل للأرضيات والجدران والاكساء بالكاشي الكربلائي.

1-2/14 الباب الرابع عشر: الأصباغ (Paints)

يتطرق هذا الباب إلى الاشتراطات الخاصة بالاصباغ المستعملة في أعمال البناء كالأصباغ الزيتية والأصباغ الصناعية، والأصباغ المائية والأصباغ السمنتية والأصباغ المستحلبة والأصباغ السليلوزية وأصباغ الورنيش وبعض الأصباغ الخاصة مثل: أصباغ مسحوق الألمنيوم والأصباغ القيرية.

1-2/15 الباب الخامس عشر: المنتجات الطينية (Clay Products)

يتناول هذا الباب الاشتراطات والتحديدات الخاصة بالطابوق المصنوع من الطين والطابوق المقاوم للحوامض والطابوق الطيني المستعمل في الواجهات وكتل البناء الفخارية والأنابيب الطينية والقرميد والبطانات الطينية للمداخن والبلاطات الطينية المفخورة المستعملة في أعمال الري والبزل.

1-2/16 الباب السادس عشر: الصخور والحجارة (Rocks and Stones)

يشمل هذا الباب أنواع الحجر الطبيعي المستعمل في البناء مثل الحجر الطبيعي والحجر الرملي والكرانيت وأهم الاشتراطات والمواصفات الخاصة به كمادة بنائية.

1-2/17 الباب السابع عشر: المتفرقات (Miscellany)

يشمل هذا الباب المواصفات والاشتراطات الخاصة بالملاط المقاوم للمواد الكيميائية والبنتونايت والمونة المقاومة للحوامض والمواد المانعة للرطوبة وغيرها.

1-3 فقرات عامة (General Articles)

1/3-1 يعتمد هذا الدليل بشكل أساسي على المواصفات القياسية العراقية وفي حالة عدم وجود مواصفات قياسية عراقية لبعض المواد فيجب الاعتماد على المواصفات العالمية المعتمدة لحين صدور مواصفات قياسية عراقية لهذه المواد.

2/3-1 يغطي هذا الدليل اغلب مواد البناء المنتجة أو المستعملة في العراق في الوقت الحاضر بالإضافة إلى بعض المواد التي قد تنتج أو تستعمل في المستقبل القريب، ويغطي كذلك كيفية استعمال هذه المواد وطرائق تنفيذها في أعمال البناء.

3/3-1 يصنف هذا الدليل بعض مواد البناء إلى أصناف كلاً بحسب صفاته وعلى الجهات المنفذة أو الجهات المصممة تحديد الصنف المفضل استعماله في كل فقرة من فقرات البناء.

4/3-1 عند تقديم عطاء لمشروع معين يتضمن مواصفات خاصة يمكن الاتفاق بين رب العمل والمصمم والجهة المنفذة على الأخذ بهذه المواصفات.

5/3-1 عند تخزين مواد البناء يجب أن لا تزيد فترة الخزن على الفترة الدنيا المحددة لتلك المادة. ويجب أن تكون اجراءات الخزن ضمن هذه الفترة جيدة بحيث تحمي المواد من التلف والتعرض إلى العوامل البيئية المسببة لتلفها أو تكسرها وتصبح غير صالحة للاستعمال.

6/3-1 يجب أن تتوافر الخبرة الفنية عند استعمال بعض مواد البناء الجديدة أو المواد الكيميائية مثل المواد المضافة.

الباب 2

التربة (Soil)

2-1 تحريات التربة الموقعية لأسس الأبنية (Sub Soil Investigation for Buildings Foundations)

تشتمل هذه الفقرة على التعريف بأهداف وطرائق ومراحل إجراء تحريات التربة الموقعية لأسس الأبنية وتقويم نتائج الفحوص المختبرية والحقلية، وابداء الرأي والتوصيات اللازمة بشأن نوع الأسس المستعملة وبعض الضوابط الإجرائية المتعلقة بتنفيذها. وللمزيد من التفصيلات الخاصة بأعمال تحريات التربة يجب الرجوع الى مدونة استطلاع الموقع (م. ب.ع. 1/302)[1].

2-1/1 أهداف تحريات التربة (Objectives of Soil Investigations)

يشترط عند إجراء تحريات التربة تحقيق الأهداف الآتية:

2-1/1/1 تقدير صلاحية الموقع لإنشاء المبنى أولتنفيذ المشروع المطلوب.

2-1/1/2 الحصول على تصميم اقتصادي وملائم لأسس المبنى يلبي متطلبات سلامته.

2-1/1/3 إتخاذ التحوطات اللازمة ضد الصعوبات والتأخيرات التي قد تظهر خلال تنفيذ الأعمال الانشائية خاصة ما يتعلق بتنفيذ الأسس منها.

2-1/1/4 تجنب حدوث فشل في قابلية تحمل التربة وكذلك الهبوط المفرط أو الهبوط المتفاوت (differential settlement) للمنشآت المقامة عليها.

2-1/2 التعريف (Definition)

2-1/2/1 التربة (Soil)

هي عبارة عن ترسبات أو تجمعات من حبيبات معدنية ناتجة من تعرية الصخور. تكون هذه التجمعات الحبيبية أما مفككة أو ضعيفة الترابط وتشكل جزءاً من القشرة الأرضية القريبة من سطح الأرض وتتكون من الجلمود والحصى والرمل والغرين (الطمى) والطين وقد تحوي مواد عضوية ناتجة من تحلل جذور وأوراق النباتات أو أملاح مثل الكبريتات (SO_3).

2-1/2/2 الصخور (Rocks)

ترسبات صلدة ومتماسكة تكون جزءاً من القشرة الأرضية، ومن بين ما تشتمل عليه الصخور الكلسية والرملية والطينية والكتل البركانية.

2-1/2/3 هبوط التربة (Soil Settlement)

مقدار الانخفاض الحاصل في سطح التربة اسفل الأسس عند تسليط أحمال الأسس أو المنشآت غير المستندة على أسس (المنشآت الترابية مثلاً)، ويعتمد مقدار الانخفاض الحاصل على جساءة الأساس وانضغاطية طبقات التربة المعرضة لأحمال ذلك الأساس.

2-1/2/4 فشل التربة (Soil Failure)

عدم قدرة التربة على تحمل الأحمال المسلطة عليها. ويحدث الفشل عندما تصبح اجهادات القص الناتجة من حمل المنشأ والمسلطة على أحد السطوح الحرجة مساوية أو أكبر من مقاومة القص التي تمتلكها التربة عند ذلك السطح.

2-1/2/5 الهبوط المتفاوت (Differential Settlement)

هي زاوية انحراف المنشأ جراء حدوث هبوط غير متساوٍ تحت الأساس. ويساوي الفرق في الهبوط بين نقطتين مقسوماً على المسافة الواصلة بينهما.

2-1/2/6 انضمام التربة (Soil Consolidation)

هو النقصان الحاصل في حجم التربة بسبب طرد الماء أو الهواء من الفجوات نتيجة تسليط أحمال سطحية أو تحت سطحية ثابتة أو متحركة عليها بمرور الزمن.

2-1/2/7 الحفرة الاختبارية (Bore Hole)

هي الحفرة التي تعمل بشكل اسطواني وبقطر معين في التربة بواسطة آلات الحفر (يدوية أو آلية) لمعرفة نوعية طبقات التربة التحتانية وأخذ عينات منها وكذلك إجراء بعض الفحوص الحقلية.

2-1/2/8 الحفرة التجريبية (Test Pit)

هي حفرة واسعة غير نظامية وبأعماق محدودة وتنفذ يدوياً أو آلياً، الغرض منها استكشاف وفحص طبقات التربة الموقعية بصرياً وأخذ عينات منها وكذلك إجراء بعض الفحوص الحقلية.

2-1/2/9 العينة المشوشة (Disturbed Sample)

هي عينة تربة تؤخذ بطرائق بسيطة نسبياً، وتشابه الطبقة المأخوذ منها في كل الصفات عدا بنية التربة. وتصلح لكافة فحوص التربة عدا فحوص تعيين خصائص التربة الهندسية (القص، النفاذية، الانضغاطية).

2-1/2/10 العينة غير المشوشة (Undisturbed Sample)

هي عينة تربة تؤخذ بطرائق معقدة نسبياً، وتشابه الطبقة المأخوذة منها في كل النواحي، وتكون بنية التربة فيها قريبة جداً من بنية طبقة التربة المأخوذة منها العينة. وتصلح لكافة فحوص التربة.

2-1/3 مراحل أعمال تحريات التربة (Site Investigations Stages)

تنقسم أعمال تحريات التربة بشكل عام إلى مرحلتين:

2-1/3/1 مرحلة التحريات الأولية (Primary Investigations Stage)

يشترط أن تتضمن هذه المرحلة اجراء زيارة للموقع وجمع البيانات المتاحة حول الموقع والاطلاع على تقارير تحريات التربة للمشاريع المنفذة سابقاً في المنطقة (إن وجدت) ومراقبة أداء المنشآت المشيدة سابقاً قرب الموقع والتعرف على الطرق المؤدية إليه واستطلاع حالة التربة في الموقع لبيان مقدار امكانية حركة آلات الحفر عليها وتحديد الاجراءات اللازم اتخاذها لغرض تسهيل دخول آلات الحفر إلى الموقع.

كما يشترط أن تتضمن هذه المرحلة الاطلاع على الصور الجوية للموقع في حالة وجودها كما هو الحال في المشاريع الكبيرة (سدود، خزانات، طرق... الخ) كما يجب إجراء تحريات جيوفيزيائية لأخذ صورة عامة عن طبقات تربة الموقع.

وفي هذه المرحلة يجب عمل عدد محدد من الحفر الاختبارية أو التجريبية وعادة تؤخذ المسافات بين الحفر الاختبارية أو الحفر التجريبية بين (50 م) و(500 م) اعتماداً على حجم المشروع.

2/3/1-2 مرحلة التحريات التفصيلية (Detailed Investigations Stage)

يشترط في هذه المرحلة أخذ صورة واضحة عن تعاقب طبقات التربة في الموقع والتعرف على خصائصها الفيزيائية والهندسية والكيميائية وحالة المياه الجوفية (مستوى المياه الجوفية والتحليل الكيميائي لعينات منها).

لأجل ذلك تحفر في هذه المرحلة المزيد من الحفر الإختبارية بمسافات أقل بينها، ويتحقق ذلك بإضافة حفر جديدة بين الحفر التي أجريت في المرحلة الأولى (مرحلة التحريات الأولية)، ثم تجرى الفحوص الحقلية اللازمة. كما يجب التركيز في هذه المرحلة على المواقع التي ستشيد عليها المنشآت المختلفة التي يشتمل عليها المشروع. وقد تصل المسافة بين الحفر الاختبارية المتجاورة إلى (10 م) في بعض الأحيان كما هو الحال في مناطق التكهفات ومواقع الملء (الطمر) ومواقع دعائم الجسور.

4/1-2 عدد الحفر الاختبارية المطلوبة (Number of Boreholes Required)

يتضمن الجدول (2-1/1) التوزيع والعدد الأدنى المطلوب للحفر الاختبارية المطلوبة بحسب نوع المشروع، مع مراعاة التحديدات الخاصة بأعمال تحريات التربة المذكورة في مدونة استطلاع الموقع (م.ب.ع. 1/302) [1].

5/1-2 عمق الحفر الاختبارية (Depth of Boreholes)

بشكل عام يجب أن تستمر الحفر الاختبارية تحت الأساس إلى عمق لا يقل عن (مرة ونصف الى مرتين) بقدر عرض الأساس المنفصل أو العرض الإجمالي لمجموع الأسس المنفصلة المتقاربة. وكذلك يجب مراعاة التحديدات الخاصة بأعمال تحريات التربة المذكورة في مدونة استطلاع الموقع (م.ب.ع. 1/302). يبين الجدول (2-1/2) أعماق الحفر الاختبارية للمشاريع المختلفة[1].

2-2 التربة المستعملة في أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات

(Soil used in Earth Filling under Floors)

1/2-2 أهداف أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات (Objectives of Earth Filling under Floors)

الأهداف المتوخاة من هذه الفعاليات الإنشائية هي رفع مستوي الأرض الطبيعية لتكون متوافقة مع مستوي إنهاء الأرضيات (داخل الأبنية) وبما يتلاءم مع طبيعة الوحدات المزمع استعمالها في إنهاء الأرضيات (صبة خرسانية، بلاطات (كاشي)، سيراميك، مرمر... الخ) على أن يكون رفع المستويات (المناسيب) المشار إليها باستعمال عملية ملء (طمر) مسيطر عليها نوعياً لإنجاز عمل مقبول من الناحية الهندسية والفنية.

الجدول 2-1/1: عدد الحفر الاختبارية المطلوبة [1].

نوع المنشأ	عدد الحفر
المنشآت المنعزلة	حفرتان في الأركان المتقابلة للمنشآت التي تكون مساحتها مساوية أو أقل من (250 م^2).
المخازن الخفيفة والمسقفات من نوع المسنمات (الجملونات)	أربع حفر موزعة على المحيط وواحدة إضافية في المركز.
منشآت عامة صغيرة	أربع حفر موزعة على مساحة المنشأ وواحدة إضافية في مكان تجمع المياه القذرة.
منشآت عالية منفصلة (خزانات ماء، أبراج، سايلوات)	(حفرتان إلى أربع) موزعة بحيث تغطي المساحة التي يستند إليها المنشأ على أن لا تقل المسافة بين الحفر عن (10 م) ولا تزيد على (30 م).
الطرق ومسارات الأنابيب	حفرة كل (500 م) بالإضافة إلى إجراء تحريات جيوفيزيائية.
منشآت ذات أسس حصيرية منعزلة ومساحات أكبر من (250 م^2)	ثلاث حفر توزع على المحيط وواحدة إضافية في المركز.
منشآت بحرية كبيرة	لا تزيد المسافة بين حفرة وأخرى على (30 م) مع إضافة حفر إضافية في مناطق التحميل العالي والمناطق الحساسة.
الجسور على الأنهر وفوق الطرق	(حفرة واحدة الى حفرتين) في موقع كل دعامة أو عمود.

ملاحظة: يترك للمهندس المسؤول القرار في زيادة عدد الحفر على ماذكر في الجدول وبحسب طبيعة المشروع وطبيعة التربة في الموقع وبحسب ما يراه مناسباً.

2-2/2 إعداد الموقع لأعمال الملء (الطمر) (Site Preparation for Earth Filling)

يجب أن تنفذ عملية تهيئة وإعداد الموقع لأعمال الملء (الطمر) بموجب الخطوات الآتية:

2-2/2/1 إزالة كافة المخلفات الموجودة في الفضاءات المطلوب ملؤها (طمرها) وتشمل هذه المخلفات المواد العضوية إن وجدت والتربة السطحية إذا كانت مفككة ورديئة النوعية وكذلك أية مخلفات من الفعاليات الانشائية وبالاخص المواد الجبسية.

2-2/2/2 تعديل وتسوية سطح الأرض الطبيعية بعد إزالة المخلفات بحيث يكون سطح الأرض الطبيعية مستوياً أو أقرب ما يكون لذلك، وخالياً من التكهفات والتجوفات، مع قشط المناطق المرتفعة وطمر نواتج القشط في المناطق المنخفضة مع إستعمال الرص والحدل.

2-2/2/3 يحدل سطح الأرض الطبيعية باستعمال الآلات المناسبة ويراعى استعمال أكبر الآلات التي تسمح الفضاءات بإدخالها إلى المواقع المطلوب ملؤها (طمرها) وينفذ الحدل لغاية بلوغ نسبة حدل لا تقل عن (90%) محسوبة على أساس فحص الرص المختبري المعدل (فحص بروكتر المعدل).

2-2/2/4 يشترط مراعاة ما ذكر في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[2].

الجدول 2-2/1: أعماق الحفر الاختبارية المطلوبة[1].

نوع المنشأ	العمق
المنشآت الصغيرة والمتعددة الطوابق	ضعف عرض الأساس المتوقع مع إجراء حفرة عميقة بحدود(20 م).
المواقع المتكونة من تربة ملء (طمر)	تخترق الحفر الاختبارية تربة الملء (الطمر) ويستمر الحفر لحين بلوغ طبقة قوية ملائمة.
الطرق	(1-1.5 م) تحت مستوي التبليط في مناطق القطع و(1.5-2 م) تحت مستوى الأرض الطبيعية في مناطق الملء (الطمر).
المطارات	(3 م) تحت مستوى التبليط في مناطق القطع و (3 م) تحت مستوى الأرض الطبيعية في مناطق الملء (الطمر).
الخزانات الأرضية	يستمر الحفر لحين بلوغ الطبقة غير النفاذة أو إلى عمق لا يقل عن ضعف أقصى ارتفاع هيدروليكي متوقع.
السدود	للمنشآت الترابية بصورة عامة يكون عمق الحفر مساوياً إلى نصف عرض قاعدة المنشأ. ويجب أن تكون نقاط الحفر ليس فقط في لتربة الطرية أو غير المستقرة ولكن في الطبقات الصخرية النفاذة أيضاً وتصل إلى العمق الذي يمكن عنده معالجة التسرب أو (1-1.5)× ارتفاع السد الخرساني في الترب المتجانسة ويستمر إلى (3-6 م) في الطبقة الصلبة غير النفاذة.
الجدران الساندة	(0.75-1.5)× ارتفاع الجدار تحت قاعدة الجدار وزيادة في الأمان يستمر الحفر إلى (2× ارتفاع الجدار).
التعليات الترابية	(1.25)× نصف عرض قاعدة التعلية في التحري العادي وإلى عمق يعادل (2-3)× نصف عرض قاعدة التعلية عند التحري عن الهبوط الحاصل فيها.
استقرارية المنحدرات	يمتد الحفر إلى طبقة لا تتأثر بسطح الانزلاق أو إلى طبقة قوية جداً.
القطع العميق	(0.75-1)× عرض القطع وعندما يكون القطع تحت المياه الجوفية يجب أن يستمر الحفر إلى الطبقة غير النفاذة تحت القطع.

2-2/3 تربة الملء (الطمر) (Filling Soil)

يجب أن تلبي التربة المزمع استعمالها في أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات المتطلبات الآتية:

2-2/3/1 يجب أن تكون التربة متجانسة البنية وخالية من الكتل الكبيرة والمواد العضوية وجذور النباتات ومخلفات البناء وأية شوائب أخرى ويجب أن لا تحتوي على ما يشير إلى وجود بيوض أو يرقات أو أنفاق للحشرات التي تتخذ من الأرض بيئة لتكاثرها.

2-2/3/2 تستعمل التربة الناعمة (مزيج الطين والغرين والرمل النهري الناعم) في أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات (عدا الطبقة النهائية) ويجب أن تلبي هذه التربة المتطلبات الآتية:

2-2/3/2/1 لا يزيد حد السيولة على (70%)[3].

2/2/3/2-2 لا يزيد دليل اللدونة على (45%)[3].

3/2/3/2-2 لا تقل الكثافة الجافة العظمى عن (1.7غم/سم^3) محسوبة بموجب فحص الرص المختبري (فحص بروكتر المعدل).

4/2/3/2-2 في حالة الاضطرار لاستعمال ترب ملحية أو جبسية، يجب أن لا يزيد محتوى التربة من الأملاح الكلية القابلة للذوبان على (10%) وزناً.

5/2/3/2-2 لا يزيد محتوى التربة من المواد العضوية على (12%) وزناً[3].

6/2/3/2-2 يشترط أن تلبي هذه الطبقة الاشتراطات المذكورة في مواصفات الطرق والجسور العراقية SQRB الفصل R5[3].

3/3/2-2 تستعمل التربة الخشنة (الحصى الخابط) لتنفيذ طبقة الملء (الطمر) النهائية (الأخيرة) بسمك يتناسب مع المقاس الأقصى للركام وعلى أن لا يقل عن (15 سم) بعد استكمال الحدل ويجب أن يلبي الحصى الخابط المستعمل في هذه الطبقة المتطلبات الآتية بالإضافة إلى ما مبين في البند (2-2/5):

1/3/3/2-2 لا يزيد المقاس الأقصى على (75 مم).

2/3/3/2-2 لا يزيد المحتوى من المواد الناعمة (العابرة من الغربال المرقم 200) على (20%).

3/3/3/2-2 لا يزيد المحتوى من الأملاح الكلية الذائبة على (10%) وزناً.

4/3/3/2-2 لاتزيد نسبة الكبريتات الكلية على (5%) وزناً.

5/3/3/2-2 لا تقل الكثافة الجافة العظمى عن (1.9غم/سم^3) محسوبة بموجب فحص الرص المختبري المعدل (فحص بروكتر المعدل) (modified proctor test).

6/3/3/2-2 يراعى ماذكر في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[2] وكذلك الاشتراطات المذكورة في مواصفات الطرق والجسور العراقية SQRB[3].

4/2-2 فعاليات الملء (الطمر) (Filling Activities)

يجب تنفيذ أعمال الملء (الطمر) تحت الأرضيات بموجب المحددات الآتية:

1/4/2-2 الملء (الطمر) بالتربة الناعمة (مزيج الطين والغرين والرمل النهري الناعم) (Fine Soil)

1/1/4/2-2 يجب فرش التربة على شكل طبقات لا يزيد سمك الطبقة الواحدة على (25 سم) وترش بالماء للحصول على قيمة محتوى الرطوبة الأمثل الذي يجب حسابه مسبقاً بموجب فحص الرص المختبري المعدل (فحص بروكتر المعدل).

2/1/4/2-2 يجب حدل كل طبقة بعد رشها بالماء لتحقيق نسبة حدل لا تقل عن (90%)، عدا الطبقة الأخيرة حيث لا تقل نسبة الحدل فيها عن (95%) بموجب فحص الرص المختبري المعدل (فحص بروكتر المعدل).

2/4/2-2 الملء (الطمر) بالحصى الخابط للطبقة الأخيرة (Filling Using Sub-base Materials)

1/2/4/2-2 يجب فرش طبقة الملء (الطمر) النهائية من الحصى الخابط بسمك لا يقل عن (15 سم) وترش

بالماء لتحقيق محتوى الرطوبة الأمثل الذي يجب تحديده مسبقاً عن طريق فحص الرص المختبري (فحص بروكتر المعدل).

2/2/4/2-2 يجب حدل طبقة الحصى الخابط بعد رشها بالماء باستعمال الآلات المناسبة لإعطاء نسبة رص لا تقل عن (95%) محسوبة بموجب فحص بروكتر المعدل.

5/2-2 ملاحظة

إن سمك طبقة الملء (الطمر) النهائية من الحصى الخابط المذكور في الفقرة (3/3/2-2) والبالغ (15 سم) هو الحد الأدنى في حالة عدم زيادة مقاسه الأقصى على (50 مم)، ويجب أن لا يقل السمك عن (20 سم) عندما يكون مقاسه الأقصى (75 مم). وللمهندس وبحسب ما تمليه طبيعة العمل وأهميته أن يقرر زيادة سمك طبقة الحصى الخابط النهائية، على أن تنفذ على مراحل بشكل طبقات سمك الطبقة الواحدة لا يزيد على (20 سم) بعد انجاز الحدل. وتخضع كل طبقة للضوابط الخاصة بنسبة الحدل المنصوص عليها في الفقرة (2/4/2-2).

3-2 الجلمود (Cobbles)

الجلمود هو تربة خشنة تقع مقاسات حبيباتها المفردة بين (60-600 مم) بحسب تصنيف معهد ماساشوستس للتكنلوجيا. أي هي التربة التي تكون مقاسات حبيباتها أكبر من مقاسات الحصى (gravel) وأصغر من مقاسات الحجر (boulders).

1/3-2 استعمالات الجلمود (Uses of Cobbles)

يستعمل الجلمود في تقوية وتثبيت الترب الطينية المشبعة الضعيفة والضعيفة جداً (very soft-soft) وذلك لمعالجة مشاكل فقدان الإستقرارية (الروطان) في هذه الترب تحت الأسس والأرضيات. ولا توجد في المراجع والمدونات العالمية ذات الصلة حالياً مواصفات تحدد هذا النوع من الاستعمال.

2/3-2 تحديدات الاستعمال

لا توجد في المصادر والمدونات العالمية مواصفات صريحة بهذا الخصوص والتحديدات المذكورة لاحقاً مبنية على أساس الخبرة المتراكمة في استعمال الجلمود لمعالجة فقدان الإستقرارية (الروطان) في الترب الضعيفة، وكما يلي:

1/2/3-2 مواصفات الجلمود (Cobbles Uses)

1/1/2/3-2 يشترط أن لا يزيد المقاس الأقصى للجلمود على 600 مم.

2/1/2/3-2 يجب أن لايحتوي على نسب عالية (أكثر من 10%) من الكتل الملحية والمواد العضوية، ويقوم المهندس المسؤول عن العمل بتقدير المحتوى من هذه المواد في الجلمود بموجب الفحص البصري على الأكداس المجهزة.

3/1/2/3-2 يفضل أن تكون أشكال الحبيبات مسننة (angular) أو شبه مسننة (sub-angular)، ولايفضل

الجلمود ذو الحبيبات المستديرة (rounded) وشبه المستديرة (sub-rounded).

2-3/2/1/4 يجب أن لايحتوي على كميات كبيرة (أكثر من 20%) من المواد الناعمة (الطين والغرين والرمل) وبموجب الفحص البصري للمهندس المسؤول عن الأكداس المجهزة.

2-3/2/2 الفرش والحدل

2-3/2/2/1 يجب أن يفرش الجلمود الصالح للعمل في الموقع المراد استعماله فيه على شكل طبقات لا يزيد سمك الطبقة الواحدة على 50 سم.

2-3/2/2/2 يشترط عدم دخول الآلات الثقيلة إلى الموقع المطلوب معالجته لتلافي تشويش التربة. وعليه يكون تعديله باستعمال المجرفة الخلفية (back hoe) (البوكلين).

2-3/2/2/3 تحدل طبقة الجلمود باستعمال حادلة عجلات حديدية (steel wheel roller) ذات كتلة خفيفة الى متوسطة (2-5 أطنان) وبحسب سمك الطبقة وحجم العمل وحالة التربة المطلوب معالجتها.

2-3/2/2/4 في حالة الترب الضعيفة جداً يكون الحدل على مرحلتين. تستعمل في المرحلة الأولى حادلة خفيفة ومن ثم تحدل الطبقة باستعمال حادلة متوسطة أو ثقيلة بحسب قوة وتحمل الطبقة واستجابتها للحدل بعد الإنتهاء من المرحلة الأولى.

2-3/2/2/5 لايجوز استعمال أكثر من طبقتين من الجلمود.

2-3/2/2/6 في حالة كون مستوى المياه الجوفية في الموقع ضعف السمك الذي سوف تشغله طبقة الجلمود فيجب ضخ المياه الجوفية خارج الموقع خلال عملية وضع وحدل الجلمود. ولابأس من توقف أعمال الضخ بعد تجاوز طبقات الإستبدال مستوي المياه الجوفية في الموقع.

2-4 تحسين أو تطوير التربة (Soil Improvement)

2-4/1 مقدمة

يتضمن تحسين التربة مجالاً واسعاً من التقنيات التي يمكن اعتماد احداها لأجل تحسين الخواص الهندسية للتربة لغرض تلافي استعمال اسس عميقة وبالتالي يمكن إسناد الأبنية والمنشآت على أسس ضحلة. يجب أن تكون كلفة الأسس الضحلة مضافاً اليها الكلفة الخاصة بعملية تحسين التربة أقل من كلفة الأسس العميقة لتحقيق جدوى اقتصادية من العملية.

2-4/2 الهدف

الغاية من تحسين التربة هي تحقيق واحد أو أكثر من الأهداف التالية [4،ص723]:

2-4/2/1 زيادة قابلية تحمل التربة.

2-4/2/2 تقليل انضغاطية التربة.

2-4/2/3 زيادة مقاومة القص للتربة.

2-4/2/4 تقليل معامل نفاذية التربة.

2-4/2/5 وقف أو تقليل الهبوط المستمر للمنشآت.

2-4/3 الأساليب المستعملة

هنالك العديد من الطرائق والأساليب التي يمكن بواسطتها تحسين خواص التربة، منها ما هو قديم ومنها ماهو حديث نسبياً. وإن اختيار أحد هذه الأساليب يعتمد بشكل مباشر على الهدف المنشود وتوافر التقنية اللازمة (الآلات + الخبرات)، وكذلك عامل الوقت الذي قد يكون في بعض الحالات العامل الأهم. تبين الفقرات التالية عدداً من الأساليب المعتمدة عالمياً في التطبيقات الهندسية:

2-4/3/1 التثبيت باستعمال مواد مضافة

2-4/3/1/1 التثبيت باضافة السمنت (Cement Stabilization): يشترط استعمال هذه الطريقة في أعمال الطرق والسدود الترابية ويجب استعمالها في الترب الرملية وفي الترب الطينية التي يكون فيها حد السيولة (PL) لها يتراوح بين (5-45) ومعامل اللدونة (PI) أقل من (25). ويعمل السمنت على تقليل حد السيولة وزيادة معامل اللدونة. ويشترط استعمال نسبة السمنت بحسب الجدول (2-4/1).

الجدول 2-4/1: نسبة السمنت المضاف لتثبيت الترب.

تصنيف التربة بحسب AASHTO	تصنيف التربة بحسب التصنيف الموحد	النسبة المئوية للسمنت المضاف بالحجم
A3-A2	SP and SW،GP	6-10
A5-A4	CL,ML and MH	8-12
A7-A6	CL and CH	10-14

2-4/3/1/2 التثبيت باضافة الجير (CaO): يشترط استعمال الجير في الترب الحبيبية، وقد يضاف الجير بصورة مفردة أو مع مواد أخرى مثل السمنت البورتلاندي أو الرماد المتطاير. ويجب أن تكون نسبة الجير المضاف بين (5-10%) من وزن التربة.

2-4/3/2 الرص وتثبيت التربة: يستعمل في تطوير خواص التربة السطحية بعمق لايزيد على متر واحد. ويشيع استعمال هذا الأسلوب في أعمال الطرق والمنشآت الترابية. ويصبح هذا الأسلوب عالي الكلفة إذا كان العمق المطلوب أن تطاله عملية التحسين كبيراً وبذلك يجب إعتماد أسلوب آخر [5،ص514].

2-4/3/3 الحقن (Grouting): يشتمل موضوع الحقن على ضخ مواد داخل التربة (بنتونايت، سمنت، رمل، بوليمرات، مستحلبات قيرية، مواد كيميائية...الخ) تحت ضغط عال لضمان تغلغل المادة المحقونة في مسام وفجوات التربة. يجب أن يكون الحقن في نقاط موزعة على المساحة بشكل شبكة (grid) ويكون الحقن بأحد الأسلوبين التاليين:

2-4/3/3/1 الحقن إلى الأعلى (Grouting Adopting Staging up): وينفذ بعمل حفرة بالعمق المطلوب ثم يحقن داخلها إبتداءً من القاع صعوداً إلى السطح.

2-4/3/3/2 الحقن إلى الأسفل (Grouting Adopting Staging down): وهنا تتزامن عمليتا الحفر والحقن وتبدأ العمليتان سويةً من السطح وصولاً إلى العمق المطلوب. وهذه الطريقة أكثر ملاءمة في الترب عالية النفاذية. ومن مساوئ هذه الطريقة احتمالية انتفاخ للتربة في المراحل الأولى من العمل[6،ص712].

2-4/3/4 تسليح التربة (Soil Reinforcement): وهو عبارة عن طمر عناصر تسليح (أشرطة أو شبكات نسيجية) من مواد لاتتأثر بالرطوبة (ألمنيوم أو لدائن) وبطبقات متعددة. ويستعمل عادة تحت الأسس وكذلك في التعليات الترابية لغرض إنشاء تعليات بانحدارات عالية وبمعامل أمان كافٍ.

2-4/3/5 التحميل المسبق (preloading): وهو من أقدم الأساليب المتبعة، الهدف منه تحسين خواص التربة الطينية الضعيفة والضعيفة جداً المشبعة بالماء ذات السمك الكبير نسبياً. وينفذ بوضع حمل (تعلية ترابية) عليها بإرتفاع (3 – 8 م) وتركه فترة زمنية معينة، وبعد ذلك يرفع الحمل. وبذلك تتحول التربة من طبيعية الانضمام إلى مسبقة الانضمام مما يجعل الهبوط الحاصل للمنشآت التي تشيد عليها في حدوده الدنيا. ولغرض تسريع عملية الإنضمام في التربة لتقليل الزمن اللازم لترك الحمل (التعلية الترابية) يلجأ إلى تنفيذ مبازل لتسريع حركة ماء المسام وخروجه من التربة بفترة زمنية أقصر. ويمكن عمل ذلك بأحد الأسلوبين التاليين[6،ص715]:

2-4/3/5/1 المبازل الرملية (sand drains): وهي مبازل شاقولية يتم تنفيذها قبل وضع التعلية الترابية بعمل حفر أنبوبية (boreholes) بقطر (100 مم) وبعمق مساوٍ إلى سمك الطبقة المطلوب تحسينها وملؤها بالرمل. توزع هذه المبازل على شكل نظام شبكي تربيعي أو تثليثي، وتكون المسافات بين المبازل بحدود 3 م أو أقل مع وضع طبقة من الرمل أو الحصى على سطح التربة (previous blanket) ومن ثم توضع التعلية الترابية عليها.

2-4/3/5/2 المبازل الفتيلة (wick drains): وهي مبازل تشبه في ترتيبها المبازل الرملية إلا أنها تختلف عن المبازل الرملية بوضع فتيلة تتكون من أشرطة بلاستيكية مضلعة محاطة بغلاف من قماش مرشح مصنوع من مواد إصطناعية (geo-synthetic) عرضه (100 مم) وسمكه (4 مم) على الأغلب. تجهز هذه الأشرطة على شكل لفائف وتركب على آلات متخصصة لغرض غرزها داخل التربة بعملية تشبه عملية الخياطة بدون الحاجة إلى عمل الحفر الأنبوبية، وتقوم بعمل مشابه لعمل المبازل الرملية. ويمكن ترك هذه الأشرطة في التربة بعد الإنتهاء من عملية إنضمام التربة وإزالة التعلية الترابية[7].

2-4/3/6 الأعمدة الحجرية (Stone Columns): وتنفذ بعمل حفر عمودية بطريقة الإزاحة وبدون حفر واستخراج التربة، وتملأ هذه الحفر لاحقاً بتربة خشنة (حجر مكسر أوحصى ورمل) مع الرص بالطرق أو الإهتزاز. يجب أن توزع هذه الأعمدة بشكل شبكة (grid). وتعتمد فاعلية العمل على نسبة الإزاحة الحاصلة من التربة (المسافات بين الأعمدة نسبة إلى قطر العمود). ومن شأن هذه العملية أن تضاعف قابلية تحمل التربة إلى خمسة أضعاف أحياناً. تستعمل هذه الطريقة في الترب التماسكية وعديمة التماسك[4]. ويشترط في هذه الطريقة:

2-4/3/6/1 أن يكون تدرج الحجر المكسر أو الحصى المستعمل في الأعمدة ضمن الحدين (5-40 مم).

2-4/3/6/2 يكون قطر الأعمدة الحجرية بين (50-75 سم).

2-4/3/6/3 يكون التباعد بين الأعمدة الحجرية بين (1.5-3 م).

2-4/3/7 الإنضمام الديناميكي أو الرص العميق (Dynamic Consolidation or Deep Compaction): وهو عبارة عن اسقاط كتلة كبيرة (10-20 طن) تسمى (tamper أو pounder) سقوطاً حراً من مسافة سقوط تتراوح بين (10-40 م) باستعمال رافعة على التربة الضعيفة. يكون الاسقاط على نقاط شبكة (grid) تحدد على سطح التربة المطلوب تحسينها. ويجب أن توضع خطة مسبقة لتسلسل النقاط المضروبة بحيث لا تضرب النقاط المتجاورة بشكل متتالٍ لتلافي حدوث زيادة تراكمية في ضغط الماء المسامي. كذلك يجب أن تترك الكتلة في النقطة المضروبة مدة تتراوح بين يوم وعشرة أيام قبل رفعها لغرض إسقاطها على النقطة التالية.

ومن عيوب هذه الطريقة تأثير الاهتزاز الناتج منها على الأبنية المجاورة، حيث يجب أن لا تقل المسافة بين الأبنية المشيدة وموقع الإسقاط عن (15 م) في الأحوال الإعتيادية وعن (50 م) في ظروف العمل الإستثنائية من ناحية الكتلة المستعملة ومسافة الإسقاط المعتمدة[6،ص718].

2-4/3/8 ركائز الجذور (Root Piles): وهي طريقة حديثة نسبياً تستعمل لتثبيت المنحدرات، وتنفذ بزرع شجيرات ذات جذور وتدية ومتشعبة على جوانب المنحدرات الترابية. إن إستعمال هذه الطريقة يساعد في عمل منحدرات بزاوية ميل تصل لغاية (70%) مع الأفق أحياناً.

2-4/3/9 تخفيض مستوي المياه الجوفية (Lowering of Ground Water Level): وتعتبر طريقة ثانوية من طرائق تحسين التربة والتي تستغرق وقتاً طويلاً. فهي تعتمد على الزيادة الحاصلة في الإجهادات الفعالة التي تساوي النقصان الحاصل في ضغط الماء المسامي والذي بدوره يعتمد على مقدار التخفيض في مستوي المياه الجوفية. وهذه الطريقة من مشاكلها أنها تسبب هبوطاً وتصدعات في الأبنية القريبة من موقع العمل الذي تنفذ المعالجة فيه.

2-5 المراجع

[1] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 1/302، "*مدونة استطلاع الموقع*"، وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[2] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، " *المواصفات الفنية للأعمال المدنية*"، وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[3] "*المواصفات الفنية للطرق والجسور العراقية*"، *SQRB*، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[4] Das,B. M., "*Principles of Foundation Engineering*", PWS Publishing Company, 3rd Edition, 1999.

[5] Lambe,T.W. and Whitman,R. V., "*Soil Mechanics*", New York, John Wiley & Sons, SI

version,1978.
[6] Tomlinson,M. J., "*Shallow foundations Bearing Capacity and Settlement*", Poston, Pitman, 4th Edition, 1999.
[7] Coduto, D. P., Yeung, M. R. and Kitch, W. A., "*Geotechnical Engineering Principles and Practice* ", Pearson Printic Hall, 2 nd Edition, New Jersey, 2011.

الباب 3

الجص والجير ومنتجاتهما

(Gypsum and Lime and Their Products)

3-1 الجص للأغراض البنائية (Gypsum for Building Purposes)

3-1/1 عام (General)

يعتبر الجص من المواد الإنشائية غير المقاومة للرطوبة لذا يجب المحافظة عليه وخزنه قبل الاستعمال في مكان جاف وعدم خزنه لمدة طويلة. ينتج الجص من عملية حرق أحجار الجبس (gypsum)، وهي كبريتات الكالسيوم ثنائية الاماهة وصيغتها الكيميائية ($CaSO_4.2H_2O$) بدرجات حرارة مناسبة تتراوح بين (130-175) °س[1،ص280].

$$CaSO_4.2H_2O \xleftrightarrow{130\text{-}175\ ^oC} CaSO_4.1/2H_2O + 1(1/2)H_2O$$

يفقد الجبس عند هذه الدرجات الحرارية قسماً من ماء تبلوره (water of crystallization) بقدر جزيئة ونصف وينتج ما يسمى بالجص نصف المميه (hemihydrated calcined gypsum)، وعندما يخلط هذا النوع من الجص مع الماء يرجع إلى حالته الأولية (الجبس). وبزيادة درجة الحرارة فانه سيفقد ماء التبلور المتبقي وينتج جص لا مائي ذائب (soluble anhydrous calcined gypsum). أما عند زيادة درجة الحرارة أكثر فانه ينتج جص لا مائي غير ذائب (insoluble anhydrous calcined gypsum) [2،ص459].

$$CaSO_4\ 1(1/2)H_2O \xrightarrow{200\text{-}230\ ^oC} CaSO_4 + 1/2H_2O$$

تعتمد خصائص الجص المنتج بشكل رئيس على طبيعة ونوعية ونقاوة المواد الأولية (حجر جبسي) (gypsum rock) حيث في الغالب انها تحتوي على شوائب مثل الطين ($2SiO_2.Al_2O_3.2H_2O$) والرمل (SiO_2) والمواد الكلسية (limestone). وعند التحلل تصبح هذه الشوائب على شكل أكاسيد (Al_2O_3) و (SiO_2) و (CaO)، بالإضافة إلى إعتمادها على طريقة التحضير المتمثلة بالحرق والطحن. وبالتالي فان ناتج التفاعل بين الجص والماء ينتج بلورات إبرية الشكل تتشابك فيما بينها، ويعتمد حجم وشكل وسرعة تكوين هذه البلورات وتماسكها على نوعية الجص المنتج. إن هذه البلورات هي أساس قوة الربط للجص[3،ص73].

3-1/2 أصناف الجص (Types of Gypsum)

صنفت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4] الجص إلى الأنواع التالية:

3-1/2/1 الجص الاعتيادي (Ordinary Gypsum)

هو الجص الذي يحضر من حرق خامات الجبس الحاوية على نسبة عالية من الشوائب (الطينية والرملية والكلسية) فيتكون جص نصف مميه ($CaSO_4.1/2H_2O$) أو خليط من أطوار نصف المميه واللامائي ومن خام الجبس الأصلي الذي لم يفقد ماء تبلوره بسبب سوء الحرق. ويحضر هذا الجص بأفران بدائية ومطاحن متحركة ذات قدرة بسيطة، ويستعمل هذا النوع من الجص كمادة رابطة للبناء وفي أعمال البياض للطبقات التحتانية.

3-1/2/2 الجص الفني (Technical Gypsum)

يحضر هذا الجص من خامات الجص الاعتيادي نفسها إلا انه يحرق بأفران خاصة وبدرجة حرارة ثابتة ويطحن بمطاحن ثابتة، ويستعمل كمادة رابطة وفي أعمال البياض للطبقات التحتانية وطبقة الختم النهائية.

3-1/2/3 البورق (Plaster of Paris)

يحضر البورق من حرق خامات الجبس عالية النقاوة بأفران ذات قدرة عالية ويطحن بنعومة عالية، حيث يكون البورق جصاً نصف مميه عالي النقاوة، ويفضل استعماله لأغراض البياض في طبقات الختم النهائية. والبورق هو أقرب ما يكون إلى مواصفات مسحوق باريس (Plaster of Paris).

كما حددت المواصفة البريطانية (BS1191-2000)[5] أنواع الجص إلى عدة أنواع هي:

3-1/2/3/1 الصنف (أ) (Class A) (Plaster of Paris)

عبارة عن كبريتات الكالسيوم بنصف جزيئة ماء ($CaSO_4.1/2H_2O$) عالية النقاوة ويدعى بمسحوق باريس أو ملاط باريس (Plaster of Paris)[5] الذي عند مزجه بالماء يتماسك خلال دقائق قليلة. ويستعمل في الإنهاءات، إلا إن سرعة تماسكه تجعله غير مفضلا لذلك. ويستعمل أيضا في صنع الأصباغ غير الدهنية والمصبوبات كالتماثيل والزخارف وفي أعمال التجبير.

3-1/2/3/2 الصنف (ب) (Class B) (Retarded Hemihydrated Gypsum Plaster)

وهو مشابه إلى الصنف (أ) مع بعض المضافات المؤخرة للتماسك (Retarders)، لذا فهو يستعمل في طبقات الإنهاء المختلفة.

3-1/2/3/3 الصنف (ج) (Class C) (Anhydrous Gypsum Plaster)

عبارة عن كبريتات الكالسيوم اللامائية ($CaSO_4$) التي تتميز ببطء التماسك، وقد تستعمل معها المضافات المعجلة (accelerators) لتعديل زمن تماسكها. ولهذا الصنف إستعمالات الصنف (ب) نفسها.

3-1/2/3/4 الصنف (د) (Class D) (Gypsum Keene's Plaster) (بورق أو سمنت كين الجبسي)

وهو جص لامائي سيُتَطرّق إلى خصائصه وإستعمالاته ضمن البند (3-4/3).

3-1/3 متطلبات الجص (Requirements of Gypsum)

حددت المواصفات القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4] المتطلبات الفيزيائية والكيميائية وهي مبينة في الجدولين (3-1/1) و (3-1/2).

الجدول 3-1/1: المتطلبات الفيزيائية لأنواع الجص[4].

الخاصية	الجص الاعتيادي	البورق	الجص الفني
النعومة (%) المتبقي على المنخل المرقم (16) الذي مقاس فتحاته (1.18مم) لا يزيد على	8	صفر	5
وقت التماسك (دقيقة) لا يقل عن لا يزيد على	8 *25	8 25	12 20
قوة تحمل الضغط (نيوتن/مم^2) لا تقل عن	3	5	6
معاير الكسر (نيوتن/مم^2) لا يقل عن	–	1.5	2
قوة الصلادة (مم) لا يزيد قطر الثلمة للكرة الساقطة على	–	5	5

* يجب أن لا يزيد وقت التماسك على (15) دقيقة عند إستعماله في أعمال العقادة.

الجدول 3-2/1: المتطلبات الكيميائية لأنواع الجص[4].

الخاصية	الجص الاعتيادي	البورق	الجص الفني
نسبة SO_3 (%) لاتقل عن	35	45	40
نسبة CaO (%) لاتقل عن	2/3 (SO_3)		
الأملاح الذائبة وأملاح المغنسيوم (%) لا تزيد على	0.25	0.25	0.25
الماء المتحد (%)	لا يزيد على 9	لا يقل عن 4 ولا يزيد على 9	لا يزيد على 9
الفقدان بالحرق (%) لا يزيد على	9	–	9
نسبة الشوائب (%) لا تزيد على	–	5	–

3-1/3/1 النمذجة (Sampling)

يشترط إجراء النمذجة للجص بموجب الجدول (3-1/3):

3-1/3/2 الفحص (Test)

يشترط إجراء الفحوص المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4]، وكما يلي:

- المتطلبات الفيزيائية[6]: كما مبين في الجدول (3-1/1).
- المتطلبات الكيميائية[7]: كما مبين في الجدول (3-1/2).

الجدول 3-1/3: متطلبات النمذجة لأنواع الجص.

وزن الوجبة		
أقل من طنين	**2-10 أطنان**	**أكبر من 10 أطنان**
يشترط أن لا يقل وزن نموذج الفحص عن 6 كغم مأخوذ من 3 عبوات أو 3 أماكن مختلفة من الوجبة.	يشترط أن لا يقل وزن نموذج الفحص عن 8 كغم مأخوذ من 10 عبوات أو 10 أماكن مختلفة من الوجبة.	يشترط أن لا يقل وزن نموذج الفحص عن 12 كغم مأخوذ من 16 عبوة أو 16 مكاناً مختلفاً من الوجبة.

3-1/3/2 المطابقة (Acceptance)

يشترط في العينات المأخوذة من الوجبة المرسلة لاجراء كافة الفحوص أن تلبي كافة المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4].

3-2 الإنهاءات الداخلية باستعمال الجص والبورق (Internal Finishing Using Gypsum)

3-2/1 عام (General)

تستعمل أنواع الجص المختلفة مع الجير والركام غير العضوي بأنواعه (من رمل طبيعي أو مصنع أو البيرلايت أو الفيرميكيولايت) في أعمال الإنهاءات الداخلية فقط[8،ص26]. ويشترط أن لاتستعمل في الأماكن الرطبة أو المعرضة للرطوبة، لأن الجص من المواد الرابطة غير المقاومة للماء، حيث يفقد خاصية الترابط بتأثير الماء. كما إن تحمل الجص المحلي قليل نسبياً، إذ يتأثر مقدار تحمله للضغط بدرجة الحرق وبنعومة الجص ومقدار الشوائب وظروف الخزن بعد الإنتاج. لذا ينبغي إستعمال أنواع الجص في أعمال الإنهاءات للطبقات التحتانية والختم النهائية، بما يتلاءم مع خصائصها الهندسية[8،ص26].

3-2/2 المواد (Materials)

3-2/2/1 الجص (Gypsum)

يكون الجص المستعمل مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4] أو أي مواصفة عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/2 الجير (Lime)

يكون الجير الحي والمطفأ المستعمل مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[9] أو أي مواصفة عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/3 الركام الناعم (Fine Aggregate)

يقسم الركام الناعم إلى الأنواع التالية:

3-2/2/3/1 الرمل (Sand)

الرمل الطبيعي أو الرمل الناتج من تكسير الحجر الطبيعي أو من خليط منهما، ويكون خالياً من المواد الضارة المؤثرة سلبيا على كل من وقت التماسك ومظهر الديمومة لطبقة الإنهاء كالمواد الطينية والأملاح الكبريتية والحديد والمواد العضوية، ويكون مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2235 لسنة 2005)[10] الخاصة بالركام غير العضوي المستعمل في الملاط الجبسي أو أي مواصفة عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/3/2 البيرلايت (Perlite)

هو صخر ناري زجاجي حامضي سليكوني يتمدد بفعل الحرارة. يكسر بأحجام الركام الناعم المناسبة للخلط مع الملاط المستعمل في أعمال طبقات الإنهاءات الداخلية بحيث يكون مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2235 لسنة 2005)[10] أو مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C332-2005)[11] أو أي مواصفة عالمية أخرى معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/3/3 ركام الفيرميكيولايت (Vermiculite)

هو الركام المكون من معدن المايكا (Mica) المائية والكلورايت والمعادن الطبيعية، وهذا الركام يتمدد بفعل الحرارة مثل البيرلايت. وعند إستعماله يجب أن يكسر بأحجام الركام الناعم المناسبة للخلط مع الملاط المستعمل في أعمال طبقات الإنهاءات الداخلية بحيث يكون مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2235 لسنة 2005) [10] أو أي مواصفة عالمية أخرى معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/4 الماء (Water)

يكون الماء المستعمل في الخلط خالياً من المواد الضارة المؤثرة سلبيا على كل من وقت التماسك ومظهر الديمومة لطبقة الإنهاء كالمواد الطينية وأملاح الكبريتات والحديد والمواد العضوية والمايكا سواء كانت ذائبة أو عالقة.

3-2/2/5 المواد المانعة لنفاذ الماء (Water Proofing Admixtures)

يشترط أن تكون هذه المواد مطابقة للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2125 لسنة 2000)[12] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 5075part 1-1985) [13] أو أية مواصفة عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

3-2/2/6 المشبّك المعدني (Metal Lath)

يجب أن يكون المشبّك المعدني المستعمل من النوع الممدد (expanded) المصنوع من الفولاذ المغلون وبسمك لا يقل عن (0.5 مم) ومطابقاً للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية (BS 1369 part1-

1987)[14] أو مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C841-2008) [15] والمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C847-2008) [16] ويكون واحداً من بين الأصناف التالية:

(أ) الشرائح الشبكية.

(ب) الشرائح الشبكية للزوايا.

(ت) مساطر الحافة.

(ث) مسطرة توقف طبقة الإنهاء.

(ج) الألواح الشبكية.

(ح) الألواح الشبكية المغلونة.

3-2/2/7 مشبّك الأسلاك المغلونة (Galvanized Wire Netting)

يشترط أن يكون مشبّك الأسلاك المغلونة مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية (BS 8216-1991)[17] ومصنوعاً من الأسلاك المغلونة التي لا يقل قطرها عن (0.7 مم) وبفتحات لا يزيد مقاسها على (20 مم) ويستعمل فقط لتسليح طبقة الإنهاء على كل مساحتها ويحظر استعماله بدلا عن المشبك المعدني الممدد في الأماكن التي يجب استعمال (المشبك المعدني فيها).

3-2/3 طبقات الإنهاء (Finishing Layers)

3-2/3/1 الطبقة الأولية لمعالجة سطح الجدار (Primary Layer for Wall Surface Treatment)

هي طبقة تحضيرية للسطوح، الغرض منها الحصول على سطح خشن يعزز الترابط بين الطبقة التحتانية والسطح المراد إنهاؤه. ويتألف ملاط هذه الطبقة من السمنت والركام الناعم المغربل بنسبة حجمية قدرها (2:1) (سمنت:رمل) يضاف إليه ماء.

3-2/3/2 الطبقة التحتانية (Underlying Layer)

هي طبقة تسوية وجه الجدار ويبلغ سمكها الكلي بحدود (16 مم) وتقسم إلى طبقتين، الطبقة التحتانية الأولى (render coat) وتكون بسمك (10 مم) تليها الطبقة التحتانية الثانية (floating coat) وهى بسمك حوالي (6 مم) التي تعمل كطبقة امتصاص متجانس للطبقة التى فوقها وهي تمثل طبقة الختم النهائي. وفي حالة زيادة السمك الكلي للطبقة التحتانية على (40 مم) فيجب ان يراعى تنفيذها على مراحل متتالية لا يزيد سمك كل مرحلة على (15 مم) مع إستعمال مشبك معدني على مساحة سطح الجدار. كما يمكن الإستغناء عن الطبقة التحتانية في حالة كون الجدران والسقوف مستوية وصقيلة وذات إمتصاص متجانس[8،ص26].

3-2/3/3 طبقة الختم النهائية (Finishing Layer)

هي طبقة الإنهاء الأخيرة التي تلي الطبقة التحتانية ويتراوح سمكها بين (2-3 مم). ويمكن إستعمالها مباشرة على السطوح المستوية والصقيلة ذات الامتصاص الجيد.

3-2/4 أنواع الجص والبورق المستعمل للانهاءات

أنواع الجص المستعمل في الإنهاءات تم التطرق إليها في البند (3-2/1).

3-2/5 نسبة الخلط (Mixing Ratio)

3-2/5/1 الطبقة الأولية لمعالجة سطح الجدار أو طبقة الطرطشة (Prick up Coating)

يجب أن يحضر ملاط الطبقة الأولية لمعالجة سطح الجدار من السمنت والركام الناعم بنسبة حجمية قدرها (2:1) مضاف إليها كمية الماء التي تساعد على قذف ذلك الملاط على السطح بدون أن يسقط[1،ص 281].

3-2/5/2 الطبقة التحتانية (Sub Layer)

يجب أن يحضر ملاط الطبقة التحتانية للبياض العادي من الجص فقط أو خليط من ملاط الجص والجير المطفأ والركام الناعم بنسبة خلط حجمية قدرها (2:1:7). أما في الإنهاءات الداخلية التي تتطلب إستعمال المشبك المعدني لأي سبب فتتألف الطبقة التي تغطي المشبك من ملاط السمنت والركام الناعم بنسبة حجمية قدرها (3:1) أو أي ملاط مقاوم للرطوبة لا يتأثر بعملية أكسدة المشبك المعدني بالرطوبة مثل ملاط (سمنت:نورة:ركام ناعم) بنسب حجمية قدرها (6:1:1) [ولمزيد من المعلومات حول المونة راجع الباب التاسع من هذاالدليل] وإكمال بقية الطبقة بملاط من البياض العادي.

3-2/5/3 طبقة الختم النهائية (الإنهاءات الخارجية)

يحضر ملاط طبقة الختم النهائية من البورق أو من الجبس والجير المطفأ والركام الناعم بنسب حجمية قدرها (2:1:7) أو جبس لا مائي أو جبس مقسى مثل سمنت كين الجبسي (gypsum keene's cement) والجير المطفأ بنسب حجمية قدرها (1:3) [8،ص26].

3-2/6 طريقة الخلط (Mixing Method)

3-2/6/1 يجب غربلة الجص جيداً لإزالة الحبيبات المتكتلة والشوائب للحصول على مسحوق ناعم ومتجانس.

3-2/6/2 تخلط المواد في الحالة الجافة بشكل جيد حتى الحصول على خليط متجانس ثم يضاف الماء للخليط مع الاستمرار في عملية الخلط إلى أن يكتمل الحصول على عجينة ملاط مناسبة للقوام.

3-2/6/3 يكون الخلط للمواد ميكانيكيا أو يدويا بما يحقق التجانس المطلوب قبل إضافة الماء.

3-2/6/4 يجب أن يكون وقت الخلط بعد إضافة الماء بما يتلاءم مع الخصائص الهندسية للجص المستعمل ويراعى عدم إضافة الماء بعد تحضيره وخاصة إذا بدت علامات التماسك (setting) في الظهور عليه. كما يحظر خلط الملاط القديم بالملاط الجديد.

3-2/6/5 يراعى تنظيف أدوات وعدد الخلط من بقايا الملاط السابق جيداً وغسلها بالماء قبل الاستعمال مرة أخرى.

3-2/7 تنفيذ أعمال الانهاءات (Constructing Finishing Works)

يشترط تنفيذ أعمال الإنهاءات بموجب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300).

3-3 المواد المنتجة من الجص للأغراض البنائية

إن المواد الأولية المستعملة في تحضير هذه المنتجات هي:

1/3-3 الأحجار الجبسية المستعملة لإنتاج المواد الرابطة

(Gypsum Rock for the Manufacture of Binding Materials)

تشمل الأحجار الجبسية التي تستعمل كمادة خام (raw material) لإنتاج كبريتات الكالسيوم الرابطة أو كمضاف في إنتاج الأنواع الأخرى من المواد الرابطة. إن الأحجار الجبسية هي صخور رسوبية مكونة من هيكل بلوري لكبريتات الكالسيوم ثنائية الاماهة ($CaSO_4.2H_2O$) كمادة أساسية إضافة إلى الشوائب التي توجد بنسب متفاوتة مثل الطين ($2SiO_2.Al_2O_3.2H_2O$) وغيره.

1/1/3-3 أصناف الصخور الجبسية (Types of Gypsum Rock)

صنفت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1474 لسنة 1989) [18] الصخور الجبسية إلى أربعة أصناف تبعاً إلى محتوى كبريتات الكالسيوم ثنائية الاماهة وكما في الجدول (1/3-3).

الجدول 1/3-3: أصناف الصخور الجبسية بحسب محتوى كبريتات الكالسيوم ثنائية الإماهة[18].

الصنف	محتوى كبريتات الكالسيوم ثنائية الاماهة (س%)
1	س ≥ 90 %
2	90 % > س ≥ 80 %
3	80 % > س ≥ 70 %
4	70 % > س ≥ 55 %

كما صنفت المواصفة الصخور الجبسية إلى خمس مجاميع لإغراض التصنيع وعلى أساس مقاس الحبيبات وكما موضح بالجدول (2/3-3).

الجدول 2/3-3: أصناف الصخور الجبسية بحسب مقاسات الحبيبات[18].

المجموعة	التدرج (مم)
1	صفر - 20
2	20 - 50
3	50 - 150
4	صفر - 150
5	صفر - 300

3-3/1/2 متطلبات الصخور الجبسية المستعملة لإنتاج المونة الرابطة

(Requirements for Gypsum Rocks Used to Produce Binding Mortar)

حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1474 لسنة 1989) [18] المتطلبات التالية للصخور الجبسية المراد إستعمالها في إنتاج المونة الرابطة:

3-3/1/2/1 يشترط أن لا يزيد محتوى الأجسام الغريبة المخلوطة مع الصخور الجبسية وغير الناشئة من رواسب المنجم على (0.1%).

3-3/1/2/2 لا يزيد محتوى الرطوبة بالصخور الجبسية على (4%).

3-3/1/2/3 لا تزيد كمية الحبيبات التي تزيد مقاساتها على الحدود العليا لأي من المجموعات (1، أو 2، أو 3، أو 4) المبينة في الجدول (3-3/2) على (5%) من كتلة الوجبة. ولا تزيد كمية الحبيبات التي تقل مقاستها عن الحد الأدنى لأي من المجموعتين (2 أو3) على (20%) من كتلة الوجبة.

3-3/1/2/4 يجب أن يكون محتوى ماء التبلور محدداً بموجب الجدول (3-3/3).

الجدول 3-3/3: الحدود المسموحة لمحتوى ماء التبلور (م) في الصخور الجبسية لإنتاج مونة رابطة[18].

الصنف	محتوى ماء التبلور المسموح به (%)
1	م ≥ 18.83
2	16.74 ≤ م < 18.83
3	12.65 ≤ م < % 16.74
4	11.51 ≤ م < 12.65

3-3/2 الألواح الجبسية (Gypsum–Plaster Boards)

3-3/2/1 عام (General)

الألواح الجبسية هي عبارة عن ألواح تنتج من الجص بحيث يكون لباب اللوح من الجص المطابق للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4]. تغلف الألواح وتلصق بقوة باستعمال ورق قوي ومتين ذي مواصفات خاصة تتناسب مع الغرض وموقع الاستعمال للحصول على ألواح مستوية ومستطيلة الشكل تغلف بها الجدران والوحدات البنائية والسقوف وقواطع الحديد والخشب أو قضبان وأعمدة الفولاذ، أو قد تستعمل ألواح القواطع الجاهزة أساساً لعمليات البياض بالجص. تمتلك الألواح الجبسية خصائص تجعلها ملائمة للاستعمال في المواقع التي تتطلب الحماية من الحريق أو العزل الصوتي أو الحراري، تثبت بواسطة المسامير أو المسامير الملولبة (البراغي) أو تلصق بالجص أو اللواصق الأخرى أو يمكن تثبيتها بإطارات أو وسائل تثبيت خاصة.

3-3/2/2 أصناف الألواح الجبسية (Types of Gypsum –Plaster Boards)

تصنف المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1676 لسنة 1992)[19] الألواح الجبسية إلى الأنواع التالية:

3-3/2/2/1 الألواح الجبسية الجدارية (Gypsum –Plaster Walls Boards)

وهي ألواح لها وجه قابل لتنفيذ الزخرفة عليه وتنقسم إلى نوعين هما:

(أ) الألواح الجبسية الجدارية ذات لب محسن التماسك في درجات الحرارة العالية: وهي ألواح يحتوي لبها على ألياف معدنية ومضافات أخرى لتحسين التصاق اللب في درجات الحرارة العالية.

(ب) الألواح الجبسية الجدارية ذات قابلية امتصاص ماء قليلة: هي ألواح يحتوي لبها أو أغلفتها الورقية على مواد مقللة لامتصاص الماء لغرض تقليل امتصاص الماء وتكون ملائمة للاستعمالات الخاصة في البناء التي يحتاج فيها إلى هذه الخاصية لتحسين أداء اللوح، ويمكن عمل زخرفة لوجه اللوح إلا إذا حدد خلاف ذلك.

3-3/2/2/2 ألواح الأساس لملاط الجص (Boards for Base of Gypsum Mortar)

وهي ألواح لها القابلية على أن يوضع عليها ملاط الجص كطبقة إنهاء عليها، وتنقسم إلى نوعين هما:

(أ) ألواح أساس عادية لملاط الجص: هي ألواح تكون مثقبة خلال التصنيع الأولي لتكون الثقوب أساساً لالتصاق ملاط الجص عليها.

(ب) ألواح أساس لملاط الجص ذات لب محسن للتماسك في درجات الحرارة العالية: وهي ألواح يحتوي لبها على ألياف معدنية ومضافات أخرى لتحسين التصاق اللب في درجات الحرارة العالية كما تمتلك وجهاً لوضع ملاط الجص (البياض بالجص) عليه وقد تكون مثقبة خلال عملية التصنيع الأولي.

3-3/2/3 متطلبات الألواح الجبسية (Gypsum Board Requirements)

حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1676 لسنة 1992)[19] متطلبات الألواح الجبسية مثل الأبعاد والتفاوت وحمل الكسر والانحراف بسبب الرطوبة وصلادة حافات الألواح بالإضافة إلى مقاومة سحب المسامير كما موضح بالجدول (3-4/3).

3-3/3 الكتل الجبسية (Gypsum Blocks)

وحدات بنائية مصمتة أو مجوفة مستطيلة الشكل تستعمل في بناء الجدران الداخلية المحملة (bearing walls) وغير المحملة كقواطع (partitions) بعيدة عن مصادر الرطوبة، وتستعمل كذلك في الطبقة الداخلية للجدران الخارجية غير المحملة في الظروف الجافة الاعتيادية. تصنع الكتل الجبسية من الجص المطابق للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 2010)[4] والركام المطابق للمواصفة العراقية المرقمة (2235 لسنة 2005)[10] مع مضافات.

الجدول 3-4/3: متطلبات الألواح الجبسية[19].

الخاصية أو الفحص			الألواح الجبسية الجدارية	الألواح الأساس لملاط الجص
الأبعاد	الطول (مم)		من 600 – 1800 بزيادة 100 مم	1800،1500،1200
	العرض (مم)		600،900،1200	900،400
	السمك (مم)		15،12.5،9.5	12.5،9.5
حمل الكسر * (نيوتن) كحد ادنى	سمك اللوح (مم)	9.5	360 طولي 140 عرضي	180 طولي 125 عرضي
		12.5	500 طولي180 عرضي	235 طولي 165 عرضي
		15	650 طولي 220 عرضي	لايوجد لوح بهذا السمك
عرض الحافة المستدقة			من 0.6 مم الى 1.6 مم	لايوجد لوح بهذه المواصفات
عمق الحافة المستدقة			من 40 مم الى 80 مم	لايوجد لوح بهذه المواصفات
معدل صلادة حافات ونهايات ولب الألواح			67 نيوتن	67 نيوتن
مقاومة سحب المسامير (نيوتن)	السمك (مم)	9.5	267	267
		12.5	356	356
		15	400	400

* تفحص شريحة بأبعاد (300x400 مم) لقياس حمل الكسر ولا تقل أي نتيجة فردية عن (10%) من المعدل.

وقد حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3510 لسنة 1995)[20] متطلبات الكتل الجبسية على النحو الآتي:

3-3/3/1 يشترط أن تكون الكتل مستطيلة ذات زوايا وحافات مستقيمة وذات أوجه مسطحة خالية من التفطر أو التشظي أو أي عيوب أخرى.

3-3/3/2 لا يزيد بعدا الطول والإرتفاع على (600x900 مم) على التوالي وبمقدار تفاوت (±3 مم) لكل بعد. أما السمك فيكون بحسب الحاجة (50،80،100،150 مم) مع مقدار تفاوت مسموح لكل سمك قدره (±2، ±3، ±3، ±6 مم) على التوالي.

3-3/3/3 يشترط أن لا يقل سمك الجدار في حالة الكتل المجوفة عن (20 مم).

3-3/3/4 يشترط أن تكون مقاومة للاحتراق بحيث لا يظهر اللهب على أي من كتل الفحص لأكثر من عشر ثوانٍ.

3-3/3/5 يجب أن لا تقل مقاومة الانضغاط عن (2.8 نيوتن/مم^2) للكتل المحملة، وعن (0.7 نيوتن/مم^2)

للكتل غير المحملة.

3-3/4 جص سمنت كين (Gypsum Keene's Cement)

هو أحد أنواع الجص اللامائي، يحضر بحرق مادة الجبس النقية إلى أكثر من (700) درجة سليزية ويبرد ثم تغطس كتلة الجص المحروقة في أوانٍ تحتوي على محلول فيه نسبة (1%) من كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم (محلول الشب) لتقليل زمن التجمد ثم تجفف وتحرق ثانية بدرجة (200-240) سليزية ثم يطحن الناتج ويستعمل. ويمتاز هذا النوع بأنه لين وسهل النشر وقوة تحمله للضغط أعلى وله مقاومة للرطوبة أكثر من باقي أنواع الجص. كما انه بعد جفافه يكون أكثر صلابة من الجص الاعتيادي أو البورق لذلك يكون أكثر استعمالاً في أعمال الإنهاءات لطبقات الختم النهائية والزوايا والأركان التي عادة ما تتعرض للثلم ولا يستعمل كمادة رابطة في بناء الجدران [2،ص 459]. وقد حددت مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3579 لسنة 2005)[21] والمواصفة البريطانية (BS 1191-2000)[5] المتطلبات الكيميائية والفيزيائية لجص سمنت كين بما يلي:

3-3/4/1 ينبغي ان لا تزيد نسبة الماء المتحد (combined water) والمتمثل بالفقدان بالإيقاد (loss on ignition) (LOI) على (2%).

3-3/4/2 نسبة (SO_3) لا تقل عن (47%) من وزن الجص.

3-3/4/3 نسبة (CaO) لا تقل عن ثلثي نسبة (SO_3) وزنا.

3-3/4/4 نسبة (Na_2O) و(MgO) لا تزيد على (2%) من وزن الجص.

3-3/4/5 النعومة: ينبغي ان لا تزيد النسبة المتبقية على المنخل المرقم (16) ذي المقاس (1.18 مم) على (1%).

3-3/4/6 المقاومة الميكانيكية تقاس من خلال قياس قطر الثلمة للكرة الساقطة (impact of the dropping ball) ينبغي أن لا تزيد على (4 مم).

3-4 المواد الجيرية (النورة) للأغراض البنائية (Lime Materials for Building Purposes)

3-4/1 الجير (النورة) المستعمل في البناء وفي إنتاج المواد الإنشائية

(Lime for Building and Building Materials)

3-4/1/1 عام (General)

الجير (النورة) مصطلح عام يشمل مختلف الصيغ الكيميائية والفيزيائية للجير الحي (النورة الحية) والجير المطفأ (النورة المطفأة) والجير المغنيسي.

يحضر الجير الحي (النورة الحية) (quicklime) من حرق الأحجار الجيرية الطبيعية (limestone) عند درجات حرارة مناسبة تتراوح بين (900-1100) درجة سليزية، إذ يصبح الجير عندها قابلا للتفكك تماما، فيتحرر غاز ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) مخلفا مادة بيضاء صلبة[2].

$$CaCO_3 \xrightarrow{Heat} CaO + CO_2$$

وعند معالجة الجير الحي بالماء معمليا فان الناتج هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ) (hydrated lime) سيصحبه تمدد في حجم الجير.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)$$

ويكون الجير المطفأ (النورة المطفأة) بشكل مسحوق مائل للبياض. ويستعمل مع كمية إضافية من الماء ليكون ما يسمى معجون النورة (lime paste) حيث يتصلب الجير المطفأ بعد تبخر الماء الطليق عندها يبدأ التماسك من خلال اتحاد هيدروكسيد الكالسيوم مع ثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) من الجو مكوناً كاربونات الكالسيوم التي تمثل المادة الصلبة و الرابطة[2].

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$$

3-4/1/2 أصناف الجير (النورة) (Types of Lime)

حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[9] أصناف الجير إلى عدة أنواع هي:

3-4/1/2/1 الصنف (أ): الجير الهيدروليكي (النورة المطفأة) (Hydraulic Lime)

هو الجير الناتج من حرق حجر الكلس الذي يحتوي على كاربونات الكالسيوم مع نسبة عالية من الطين ($2SiO_2.Al_2O_3.2H_2O$) أو حرق خليط حجر الكلس الذي يحتوي على نسبة عالية من كاربونات الكالسيوم مع نسبة من الطين، مكوناً جيراً (نورة) يحتوي على نسبة من السليكا والألومينا وأوكسيد الحديد المتحد مع أوكسيد الكالسيوم، الذي يعطي المونة أو العجينة السمنتية خاصية التصلب والثبات تحت الماء. ويستعمل لأغراض البناء والتشييد.

3-4/1/2/2 الصنف (ب): الجير شبه الهيدروليكي (النورة شبه المطفأة) (Semi Hydraulic Lime)

يكون مشابهاً الى الصنف (أ) لكن نسبة السليكا والالومينا تكون قليلة ويستعمل لإغراض البناء والتشييد أيضاً.

3-4/1/2/3 الصنف (ج): الجير الدهني (النورة الدهنية) (Oily Lime)

وهو الجير (النورة) الذي يحتوي على نسبة عالية من اوكسيد الكالسيوم، ومن الممكن أن يكون حيا أو مطفأ أو بشكل معجون. ويستعمل في أعمال الإنهاء في البياض.

3-4/1/2/4 الصنف (د): الجير (النورة) (Lime)

هو الجير المستعمل، بنوعيه الحي أو المطفأ، كمادة أولية تدخل في تصنيع المواد الإنشائية كالخرسانة الخلوية (الثرمستون) والطابوق الرملي الجيري.

كما توجد أنواع أخرى من الجير منها الجير المغنيسي (magnesium lime) الناتج من حرق أحجار الكلس

التي تحتوي على نسبة من كاربونات المغنيسيوم ($MgCO_3$) أكثر من (5%).

3-4/1/3 متطلبات الجير (النورة) المستعمل في البناء وفي إنتاج المواد الإنشائية

(Requirements of Lime Used in Building and for Production of Construction Materials)

حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[9] المتطلبات الكيميائية والفيزيائية بحسب أصناف الجير (النورة) المستعمل على وفق جداول ضمن متن المواصفة المذكورة آنفاً.

3-4/2 المواد المنتجة من الجير (النورة) للإغراض البنائية

تشمل هذه المواد الأنواع التالية:

3-4/2/1 إنتاج المونة الرابطة للوحدات البنائية

انظر إلى الباب التاسع من هذا الدليل.

3-4/2/2 الكتل الخلوية (الثرمستون)

راجع البند (10-6/6) من هذا الدليل.

3-4/2/3 طابوق وكتل الرمل الجيري (Sand Lime Bricks and Blocks)

3-4/2/3/1 عام (General)

ينتج الطابوق والكتل الرملية الجيرية من خليط من الجير المطفأ (النورة المطفأة) (hydrated lime) المطابق للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[9] بنسبة (8-12%) ورمل السليكا الناعم الذي نسبة السليكا (SiO_2) فيه (85%) وحجم الحبيبات (0.5-5 مم) ولا تزيد نسبة الشوائب فيه من الطين والمايكا (mica) على (3%) بنسبة (88-92%) بالإضافة إلى الخضاب (pigment) بنسبة (0.2-0.3%). ويجب أن تكون الألوان متجانسة وثابتة خلال الإنتاج وفي أثناء التعرض إلى العوامل الجوية بعد الاستعمال بالتشييد ويجب أن يخضع الخضاب إلى متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[22]. ويعرض الخليط إلى القولبة والقطع تحت ضغط ميكانيكي ثم توضع القطع في حيز مغلق تحت ضغط وحرارة عاليين ولفترة زمنية لازمة لإكمال التفاعل بين النورة والسليكا بوجود الماء.

3-4/2/3/2 متطلبات الطابوق وكتل الرمل الجيري (Sand Lime Bricks and Blocks Requirements)

صنفت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (548 لسنة 1989)[23] المنتجات من الرمل والجير (النورة) إلى طابوق وكتل بنوعيها المصمت والمجوف، وقد حددت المتطلبات على النحو الآتي:

(أ) الأبعاد القياسية (Standard Dimensions)

(أولاً) الطابوق: بأبعاد (75x115x240 مم).

(ثانياً) الكتل: بأبعاد (160x240x240 مم).

(ب) مقدار التفاوت المسموح بالأبعاد (Tolerance in Dimensions)

(أولاً) الطابوق (Bricks): (±3 مم) (للقيمة الفردية) و (±2 مم) (لمعدل الوحدات).

(ثانياً) الكتل المجوفة والمصمتة (Blocks): (±4 مم) (للقيمة الفردية) و (±3 مم) (لمعدل الوحدات).

(ت) تحمل الضغط: محدد بموجب الجدول (3-1/4).

(ث) الكثافة الإجمالية: مبينة في الجدول (3-1/4).

(ج) لا يزيد الحد الأقصى لانكماش الجفاف على (0.04 %).

(ح) لا تزيد نسبة امتصاص الماء على (12%).

الجدول 3-1/4: متطلبات الطابوق وكتل الرمل الجيري لتحمل الضغط والكثافة الإجمالية [23].

النوع	الحد الأدنى لمقاومة الإنضغاط (نيوتن/مم^2)		الكثافة الإجمالية (غم/سم^3)	
	وحدة واحدة	معدل الوحدات	وحدة واحدة	معدل الوحدات
الطابوق	14	17	1.7 كحد أدنى	2.0-1.8
الكتل	7	9	1.3 كحد أدنى	1.6 -1.4

(خ) النمذجة **(Sampling)**:

تؤخذ النماذج بموجب الجدول (3-2/4).

الجدول 3-2/4: متطلبات النمذجة للطابوق وكتل الرمل الجيري[23].

النمذجة في أثناء التحميل أو التفريغ		النمذجة من الأكداس	
الطابوق	**الكتل**	**الطابوق**	**الكتل**
تقسم الشحنة إلى 10 أقسام متساوية وتؤخذ من كل قسم طابوقتان.	تقسم الشحنة إلى 10 أقسام متساوية وتؤخذ من كل قسم كتلة واحدة.	يقسم الكدس إلى 10 أقسام متساوية (خيالية أو حقيقية) وتؤخذ من كل قسم طابوقتان للكدس المكون من 1000- 20000 طابوقة.	يقسم الكدس إلى 10 أقسام متساوية (خيالية أو حقيقية) وتؤخذ من كل قسم كتلة واحدة للكدس المكون من 250- 5000 كتلة.

3-5 المراجع

[1] زهير ساكو وآرتين ليفون، *"إنشاء المباني"*، جامعة بغداد، جمهورية العراق، إعادة طبع الطبعة الأولى، 2007.

[2] Duggal S.K., "*Building Materials*", New age International (p) Ltd, 3rd Edition.

[3] جلال بشير سرسم وسعيد عبد العالي، *"المواد الإنشائية"*، هيئة التعليم التقني/بغداد، جمهورية العراق، 1992.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2010/28، *" الجص للأغراض البنائية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2010.

[5] BS 1191: Part 1, "*Specification for Gypsum Building Plasters*", UK, 1974.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/27، *" الفحوص الفيزياوية للجص لأغراض البناء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1991/273، *"التحليل الكيميائي للجص لأغراض البناء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1991.

[8] الكود الأردني لمواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء – المجلد 11 لسنة 1988.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2004/807، *" الجير المستعمل في البناء وانتاج المواد الأنشائية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2004.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2005/2235، *" الركام غير العضوي المستخدم في الملاط الجبسي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2004.

[11] ASTM, C332-09, **"***Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete*", ASTM, USA, 2009.

[12] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/2125 ، *"مضافات السمنت* – المضافات المانعة لنفاذ الماء"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[13] BS 5075: Part 1, "*Specification for Accelerating Admixtures, Retarding Admixtures and Water Rreducing Admixtures"*, UK, 1982.

[14] BS 1369-1, "*Steel Lathing for Internal Plastering and External Rendering Specification for Expanding Metal and Ribbed Lath*ing", UK, 1982.

[15] ASTM, C841-03, "*Standard Specification for Installations of Interior Lathing and Furring"*, ASTM, USA, 2013.

[16] ASTM, C847-12, *"Standard Specification for Metal Lath"*, ASTM, USA, 2013.

[17] BSEN 1485, "*Standard Specification for Water Quality*: *Determination of Absorbable Organically Bound Halogen (AOX)"*, UK, 1997.

[18] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/1474، *" الصخور الجبسية المستعملة لإنتاج المواد الرابطة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[19] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1676، *"الألواح الجبسية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[20] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1995/3510، *" الكتل الجبسية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1995.

[21] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2005/3579، *"جبس سمنت كين"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة

النوعية، جمهورية العراق، 2005.
[22] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1712، *"الخضاب للسمنت البورتلاندي ومنتجاته"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.
[23] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/548، *" طابوق وكتل الرمل الجيري"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

الباب 4

المنتجات الحرارية للأغراض البنائية

(Refractory Products for Building Purposes)

4–1 عام (General)

المنتجات الحرارية (الحراريات) هي مواد هندسية تستعمل في بناء وتبطين مختلف الأنواع من الأفران والمراجل التي تعمل بدرجات حرارية لا تقل عن (1000 °س). وهذه الأفران تعتمد عليها العديد من الصناعات مثل صناعة الحديد والصلب والسمنت والزجاج. وكذلك تستعمل في تبطين المراجل البخارية وأبراج التقطير في الصناعات النفطية والبتروكيميائية وتستعمل أيضاً في صناعة الطابوق العادي والناري. تستعمل هذه المنتجات في تبطين الأفران لعدة أسباب[1،ص181] منها:

(أ) حجز ومنع تسرب الحرارة إلى الخارج لتقليل كمية الحرارة المفقودة الى اقل ما يمكن.

(ب) المساهمة في حماية الإطار الخارجي للأفران من الالتواء والانصهار بسبب ارتفاع درجة الحرارة لأن الإطار الخارجي يكون مصنوعاً عادة من حديد الصلب القابل للتشوه عند ارتفاع درجة الحرارة.

(ت) توفير ظروف عمل ملائمة تمكن العاملين من الاقتراب من الأفران وممارسة أعمالهم كالمراقبة وتتبع العمليات الصناعية داخل الأفران.

(ث) قدرتها على تحمل الدرجات الحرارية العالية بدون حصول تشوه أو انصهار، وامتلاكها خصائص ميكانيكية جيدة عند الدرجات الحرارية العادية، مع قابليتها على الحفاظ على هذه الخصائص عند درجات الحرارة العالية، ويجب ان تكون مقاومتها للتغير الحراري المفاجئ عالية أيضاً إضافة الى مقاومتها الكيميائية للصهر والغازات المتحررة داخل الأفران اضافة الى امتلاكها ثباتية عالية في الأبعاد[1،ص181].

4–2 تصنيف المنتجات الحرارية (Refractory Products Classification)

4–1/2 التصنيف المعتمد على التركيب الكيميائي (Chemical Composition)

(أ) الأنواع السيليكونية : وهي الحراريات التي يكون السيليكون هو المادة الرئيسة في تركيبها وتشمل (الكوارتز) والفلنت والبيرلايت والفيرمكيولايت.

(ب) الطابوق من نوع سيليكات الألمنيوم : ويمثل أوكسيدا الألمنيوم والسيليكون المادتين الرئيستين فيه واهم أنواعه:

(أولاً) الطابوق الناري شبه الحامضي / وتكون نسبة السيليكا (SiO_2) فيه أكثر من (70%).

(ثانياً) الطابوق الناري الشاموت.

(ثالثاً) الطابوق الناري عالي الالومينا / وتتراوح نسبة الالومينا (Al_2O_3) فيه (45–90%).

(رابعاً) الطابوق الناري المغنيسي: ومن أنواعه:

(1) طابوق المغنيسيا / تكون فيه نسبة اوكسيد المغنيسيوم اكثر من (80%).

(2) طابوق الفورسترات / ويحتوي على ($2MgO.SiO_2$) بنسبة عالية.

(3) الطابوق الدولومايتي / ويحتوي على اوكسيدي الكالسيوم والمغنيسيوم بنسبة تتراوح بين (85–95%).

(خامساً) طابوق الكروم – المغنيسايت: ويحتوي على نسبة (55–85%) من أوكسيد المغنيسيوم.

(سادساً) الطابوق الناري الزركوني: ويحتوي على أوكسيد الزركونيوم (ZrO_2) بنسبة عالية.

(سابعاً) الطابوق الكاربوني.

4–2/2 التصنيف المعتمد على الطبيعة الكيميائية (Classification based on Chemical Nature)

(ب) الطابوق الناري الحامضي: مثل الطابوق السيليكوني.

(ب) الطابوق الناري القاعدي: مثل الطابوق المغنيسي.

(ت) الطابوق المتعادل: مثل الطابوق الكاربوني.

4–2/3 التصنيف المعتمد على درجة التلين (Classification based on Softening Point)

(أ) الحراريات البسيطة (Simple material): وهي التي تنصهر بدرجة حرارة بين (1580–1780) °س.

(ب) الحراريات العالية: وهي التي تنصهر بدرجة حرارة بين (1780–2000) °س.

(ت) الحراريات المثالية: وهي التي تنصهر بدرجة حرارة أعلى من (2000) °س.

4–2/4 التصنيف المعتمد على طريقة التصنيع (Classification Based on Processing Method)

الطابوق المصنوع بالطريقة اللدنة (plastic molding).

(أ) الطابوق المصنوع بطريقة الضغط (pressure molding).

(ب) الطابوق المصنوع بطريقة الصب (molding by casting).

(ت) الطابوق المصنوع بطريقة القطع من الصخور.

4–2/5 التصنيف المعتمد على المسامية (Classification based on Porosity)

(أ) الحراريات الملبدة (sintered refractories): وهي التي تمتلك مسامية اقل من (2–5%).

(ب) الحراريات الكثيفة (dinas refractories): تصل مسامية هذا النوع إلى (10–30%).

(ت) الحراريات الخفيفة: وتكون المسامية في هذه الحراريات أكثر من (50%) من الحجم الكلي.

4–3 أنواع الحراريات المستعملة للأغراض البنائية (Types of Refractories for Buildings Purposes)

4–3/1 المنتجات الحرارية المستعملة في أفران صهر الزجاج

(Refractory Products for Glass Furnaces)

تكون هذه المنتجات عبارة عن وحدات بنائية تتحمل درجات الحرارة العالية وفي الوقت نفسه تكون مادة عازلة للحرارة، ويجب أن تلبي هذه الوحدات متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1749 لسنة1992)[2].

تصنف المواد الحرارية المحتوية على السيليكا المستعملة في أفران صهر الزجاج والتي لا تقل نسبة السيليكا فيها عن (95%) إلى صنفين (أ) و (ب). ويجب أن يحقق الصنفان المتطلبات المذكورة في الفقرة (3) من المواصفة المذكورة آنفاً، وكذلك يكون التفاوت المسموح به بالأبعاد بحسب الجدول (4-1/3). أما فيما يخص المتطلبات الكيميائية والفيزيائية للصنفين (أ) و (ب) فهي بحسب الجدولين (4-2/3) و (4-3/3).

الجدول 4-1/3: التفاوتات المسموح بالابعاد[2].

الأبعاد	التفاوت
أبعاد الأشكال اكبر من أو تساوي 100 مم. أبعاد الأشكال اقل من 100 مم. سمك القوس الطرفي.	±1% ± 1مم ± 1مم (قد تكون المقاسات لأي طابوقة إما اكبر أو اصغر من الأبعاد الاسمية عند كلا الطرفين)

الجدول 4-2/3: الخصائص الكيميائية[2].

ت	المكونات	الصنف (1)	الصنف (2)
1	أوكسيد السيلكون (% بالكتلة) كحد أدنى	96	95
2	أوكسيد الألمنيوم (% بالكتلة) كحد أدنى	0.4	0.7
3	أوكسيد التيتانيوم (% بالكتلة) كحد أقصى	0.1	0.1
4	أوكسيد المغنيسيوم (% بالكتلة) كحد أقصى	0.1	0.5
5	أوكسيد الحديديك (% بالكتلة) كحد أقصى	0.6	0.8
6	أوكسيد الكالسيوم (% بالكتلة) كحد أقصى	2.75	2.75
7	القلويات (% بالكتلة) كحد أقصى	0.12	0.2

الجدول 4-3/3: الخصائص الفيزيائية[2].

ت	الخصائص	الصنف (1)	الصنف (2)
1	الكثافة النسبية الحقيقية. • الكثافة النسبية لطابوق القولبة الآلية كحد أقصى للقيمة الفردية. • الكثافة النسبية لطابوق القولبة اليدوية كحد أقصى للقيمة الفردية.	2.33 2.33	2.33 2.33
2	المسامية الظاهرية (%). • المسامية الظاهرية لطابوق القولبة الآلية كحد أقصى للقيمة الفردية. • المسامية الظاهرية لطابوق القولبة اليدوية كحد أقصى للقيمة الفردية.	23 25	25 –
3	مقاومة التهشم على البارد (نيوتن/ مم^2). • مقاومة التهشم لطابوق القولبة الآلية كحد أدنى. • مقاومة التهشم لطابوق القولبة اليدوية كحد أدنى.	27 20.5	24 20.5
4	التغير الطولي الدائمي عند إعادة التسخين (%) في حرارة 1500°س لمدة أربع ساعات كحد أقصى.	0.50+	0.50+

4-3/1/1 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج للمواد الحرارية المحتوية على السيليكا على وفق المواصفة الخاصة بطريقة أخذ نماذج المواد الحرارية وفحوصها الفيزيائية على أن يتفق على عدد عينات الفحص المطلوبة للفحوص الفردية بين المجهز والمشتري.

4-3/2 الطابوق المغنيسي (Magnisia Bricks)

يشترط أن يكون الطابوق المغنيسي مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1977 لسنة 1995)[3].

4-3/2/1 التصنيف (Classification)

يصنف الطابوق المغنيسي المحروق إلى نوعين هما الصنف (1) والصنف (2) كما مبين في الجدول (4-3/4). ويجب إستعماله كحراريات قاعدية كما في تبطين أفران الحديد وعمل المونة الحرارية المستعملة في ربط المواد (مسحوق المغنيسايت).

الجدول 4-4/3: أصناف الطابوق المغنيسي[3].

الصنف و الدرجة	الرمز
الصنف 1 الدرجة 1	ط م 1
الصنف 1 الدرجة 2	ط م 2
الصنف 1 الدرجة 3	ط م 3
الصنف 2 الدرجة 1	م 1
الصنف 2 الدرجة 2	م 2
الصنف 2 الدرجة 3	م 3

يجب أن يكون الطابوق المغنيسي صحيح الشكل والمظهر وخاليا من الثلم والتشققات والتصدعات الضارة عند استعماله ويشترط أن يطابق الطابوق المغنيسي المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1977 لسنة 1995)[3]. ويشترط أن يطابق الطابوق المغنيسي المتطلبات المذكورة في الجدول (4-5/3).

الجدول 4-5/3: خصائص الطابوق المغنيسي[3].

الصنف / الخاصية	الصنف -1 (المحروق)			الصنف -2 (المحروق)			طرائق الفحص
	الدرجة-1	الدرجة-2	الدرجة-3	الدرجة-1	الدرجة-2	الدرجة-3	
المسامية الظاهرية (% كحد أعلى)	26	23	20	-	-	-	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978
الوزن النوعي الإجمالي (حد أدنى)	2.70	2.75	2.80	2.75	2.80	2.80	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978
مقاومة التهشم كغم/سم^2 (ميكا باسكال) (حد أدنى)	300 (29.4)	350 (34.3)	400 (39.2)	300 (29.4)	300 (29.4)	300 (29.4)	الدليل الاسترشادي الخاص بتعيين مقاومة التهشم على البارد
درجة مقاومة الحرارة تحت الحمل (°س حد أدنى)	1450	1550	1550	1350	1400	1450	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978
التركيب الكيميائي % لـ MgO بالكتلة (حد أدنى)	85	92	95	85	89	93	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978

4-3/2/2 الأشكال والأبعاد (Shapes and Dimensions)

إن الأبعاد القياسية للطابوق المغنيسي الحراري هي (65x114x230) مم عادةً وهي مقاربة إلى أبعاد الطابوق الطيني القياسية بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (25 لسنة 1988)[4].

4-3/2/3 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يطابق الطابوق المغنيسي متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في الفقرة (4-3/2/2).

ب- تحدد مقبولية خواص الطابوق المغنيسي كما ذكر في الجدول (4-3/5) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

4-3/3 الطابوق السيليكي (Silica Bricks)

4-3/3/1 التصنيف (Classification)

يصنف الطابوق السيليكي بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1978 لسنة 1996)[5] الى ثلاثة أصناف وبحسب نوعياته كما مبين في الجدول (4-3/6). ويشترط استعمال هذا النوع من الطابوق في الأماكن الآتية:

أ- سقوف الأفران العاكسة حتى درجة حرارة (1600 °س).

ب- جدران أفران فحم الكوك حتى درجة حرارة (1400 °س).

ت- الجزء العلوي التاجي لأفران الزجاج حتى درجة حرارة (1400 °س).

الجدول 4-3/6: تصنيف الطابوق السيليكي[5].

الصنف	الرمز
الصنف الأول	س1
الصنف الثاني	س2
الصنف الثالث	س3

يجب أن يكون الطابوق السيليكي صحيح الشكل والمظهر وخاليا من التصدعات والشقوق عند استعماله، ويجب أن يحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1978 لسنة 1996)[5] وكما مبين في الجدول (4-3/7). ينتج الطابوق السيليكي الحراري عادة بأبعاد هي (230 × 114 × 65) مم.

الجدول 4-3/7: خصائص الطابوق السيليكي[5].

الخاصية / الصنف	الصنف الأول (س1)	الصنف الثاني (س2)	الصنف الثالث (س3)	طرائق الفحص
مقاومة الحرارة (رقم مخروط زيجر) حد أدنى	32	32	32	م.ق.ع. الخاصة بمخروط زيجر
المسامية الظاهرية (% حد أعلى)	20	28	24.6	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978
مقاومة الحرارة تحت الحمل (د1) (°س) حد أدنى	1580	1550	1580	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978
الخصائص الكيميائية • أوكسيد السيليكون (%) حد أدنى • أوكسيد الألمنيوم (%) حد أعلى • أوكسيد الحديديك (%) حد أعلى	 95 0.7 2	 93 – 2.5	 93 – –	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1995/1978

4-3/3/2 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يحقق الطابوق السيليكي متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما مبين في الفقرة (4-3/3/1).

ب- تحدد مقبولية خواص الطابوق السيليكي كما مبين في الجدول (4-3/7) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

4-3/4 الطابوق الحراري (الناري) العازل (Insulating Refractory Bricks)

تحدد مواصفات الطابوق الحراري (الناري) العازل بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1980 لسنة 1996)[6]، وبحسب الفقرة 3 منها. ويستعمل هذا الطابوق في الأفران الحرارية التي لا تزيد درجة الحرارة فيها على (1500 °س). ويصنف الطابوق (الناري) العازل كما مبين في الجدول (4-3/8) إلى ثلاث مجموعات هي (أ) و (ب) و(ج)، أما متطلبات الطابوق الحراري (الناري) العازل فمبينة في الجدول (4-3/9).

4-3/4/1 النمذجة (Sampling)

تطابق خطة تفتيش النماذج لقياس أبعاد الطابوق الحراري (الناري) العازل المواصفة الخاصة بطريقة تفتيش أبعاد الطابوق الحراري (الناري) العازل والمتطلبات المذكورة في الجدول (4-3/9). كما تؤخذ النماذج لغرض

تحديد خواص هذا الطابوق بحسب الإتفاق بين الجهات المعنية.

الجدول 4-8/3: تصنيف الطابوق الحراري الناري العازل[6].

المجموعة	الصنف	الرمز
المجموعة أ	الصنف-1	1أ
	الصنف-2	2أ
	الصنف-3	3أ
	الصنف-4	4أ
	الصنف-5	5أ
	الصنف-6	6أ
	الصنف-7	7أ
المجموعة ب	الصنف-1	1ب
	الصنف-2	2ب
	الصنف-3	3ب
	الصنف-4	4ب
	الصنف-5	5ب
	الصنف-6	6ب
	الصنف-7	7ب
المجموعة ج	الصنف-1	1ج
	الصنف-2	2ج
	الصنف-3	3ج

الجدول 4-9/3: متطلبات الطابوق الحراري (الناري) العازل[6].

المجموعة	الصنف	الدرجة التي عندها لا يزيد الانكماش بعد إعادة التسخين على 2% (°س)	الكثافة الظاهرية (غم/سم^3) حد أعلى	مقاومة الانضغاط (نيوتن/مم^2) حد أدنى	الموصلية الحرارية (مقاسة) عند متوسط درجة حرارة (350±10) °س (واط/متر.كلفن) حد أعلى
المجموعة أ	الصنف-1	900	0.5	0.49	0.15
	الصنف-2	1000	0.5	0.49	0.16
	الصنف-3	1100	0.5	0.49	0.17
	الصنف-4	1200	0.55	0.78	0.19
	الصنف-5	1300	0.6	0.78	0.2
	الصنف-6	1400	0.7	0.98	0.23
	الصنف-7	1500	0.75	0.98	0.26
المجموعة ب	الصنف-1	900	0.7	2.45	0.2
	الصنف-2	1000	0.7	2.45	0.21
	الصنف-3	1100	0.75	2.45	0.23
	الصنف-4	1200	0.8	2.45	0.26
	الصنف-5	1300	0.8	2.45	0.27
	الصنف-6	1400	0.9	2.94	0.31
	الصنف-7	1500	1	2.94	0.36
المجموعة ج	الصنف-1	1300	1.1	4.9	0.35
	الصنف-2	1400	1.2	6.86	0.44
	الصنف-3	1500	1.25	9.81	0.52

4-3/5 الطابوق الكرومي (Chrome Bricks)

يجب أن يكون الطابوق الكرومي المستعمل مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2031 لسنة 1996)[7]. ويستعمل هذا الطابوق في الأفران الحرارية التي لا تزيد درجة الحرارة فيها على (1450 °س). كما يجب أن يكون هذا النوع من الطابوق صحيح الشكل والمظهر وخاليا من الثلم والشقوق والتصدعات الضارة عند استعماله ويحقق المتطلبات المذكورة في الجدول (4-3/10).

الجدول 4-3/10: خصائص الطابوق الكرومي[7].

الخاصية	المتطلب	طرق الفحص
المسامية الظاهرية (%) حد أعلى	25	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2031
الوزن النوعي الإجمالي حد أدنى	2.9	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2031
مقاومة التهشم (ميكا باسكال) حد أدنى	29.4	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بتعيين مقاومة التهشم على البارد
درجة مقاومة الحرارة تحت الحمل (°س) حد أدنى	1450	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2031
التركيب الكيميائي (Cr_2O_3) حد أدنى (%)	27	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2031

ينتج الطابوق الكرومي الحراري بأبعاد قياسية هي (230×114×65) مم. وتحدد مقبولية خصائص الطابوق الكرومي بموجب المتطلبات المذكورة في الفقرتين 2 و 4 من المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2031 لسنة 1996)[7].

4-3/5/1 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يحقق الطابوق الكرومي متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2031 لسنة 1996)[7].

ب- تحدد مقبولية خواص الطابوق الكرومي كما ذكر في الجدول (4-3/10) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

4-3/6 الطابوق الألوميني (Alumina Bricks)

يكون الطابوق الألوميني المستعمل بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2032 لسنة 1997)[8]. يستعمل هذا الطابوق في الصناعات الكيميائية وصناعة الزجاج وفي أفران صناعة الحديد والسمنت والجير والصناعات الألومينية التي لا تزيد درجة الحرارة فيها على (1700 ºس).

4-3/6/1 التصنيف (Classification)

يشترط تطابق تصنيف وتسمية الطابوق الألوميني مع المتطلبات المذكورة في الجدولين (4-3/11) و (4-3/12) من هذا الدليل.

الجدول 4-3/11: تصنيف الطابوق الألوميني[8].

الصنف	الدرجة				
الصنف-1 (طابوق مصبوب بعد الصهر كهربائيا)	-				
الصنف-2 (طابوق حراري)	الدرجة الخاصة	الدرجة-1	الدرجة-2	الدرجة-3	الدرجة-4

الجدول 4-3/12: تسمية الطابوق الألوميني[8].

التسمية	الرمز
طابوق ألوميني الصنف - 1	أ-1
طابوق ألوميني الصنف - 2 الدرجة الخاصة	أ-2-خ
طابوق ألوميني الصنف - 2 الدرجة -1	أ-2-1
طابوق ألوميني الصنف - 2 الدرجة -2	أ-2-2
طابوق ألوميني الصنف - 2 الدرجة -3	أ-2-3
طابوق ألوميني الصنف - 2 الدرجة -4	أ-2-4

4-3/6/2 المتطلبات (Requirements)

يكون الطابوق الألوميني منتظم الشكل والمظهر وخاليا من الشقوق التي تؤثر في أدائه عند الاستعمال. يشترط أن تطابق خصائص الطابوق الألوميني المتطلبات المذكورة في الفقرتين (3) و (5) من المواصفة

القياسية العراقية المرقمة (2032 لسنة 1997)[8] المبينة في الجدول (4-13/3).

4-3/6/3 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يحقق الطابوق الألوميني متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2032 لسنة 1997)[8].

ب- تحدد مقبولية خواص الطابوق الكرومي كما ذكر في الجدول (4-13/3) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

الجدول 4-13/3: خصائص الطابوق الألوميني[8].

الصنف / الخاصية	الصنف -1	الصنف -2					طرائق الفحص*
		الدرجة الخاصة	الدرجة-1	الدرجة-2	الدرجة-3	الدرجة-4	
مقاومة الحرارة (رقم مخروط زيجر) حد أدنى	-	-	38	37	35	35	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2032
الوزن النوعي الظاهري حد أدنى	2.8	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2032
المسامية الظاهرية (%) حد أعلى	-	27	27	27	27	28	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2032
مقاومة التهشم (ميكا باسكال) حد أدنى	98	29.4	29.4	29.4	24.5	19.6	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بتعيين مقاومة التهشم على البارد**
التغير الطولي الدائمي عند إعادة التسخين (%)عند (1500)°س	-	0.3+ 0.5-	0.3+ 0.6-	0.2+ 0.6-	0.2+ 0.6-	0.2+ 0.6-	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بتعيين التغير الطولي الدائمي عند إعادة التسخين***
أوكسيد الألمنيوم (%) حد أدنى	70	80	70	60	50	45	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1996/2032

*** تعتبر مرجعية عند الخلاف.**

**** حالياً مسودة دليل بالعدد (626).**

***** حالياً مسودة دليل بالعدد (179).**

4-3/7 الطابوق الطيني الناري (الشاموت) (Refractory Clay Bricks)

يجب أن يكون الطابوق الطيني الناري (الشاموت) المستعمل مطابقا للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (2044 لسنة 1998)[9]. ويستعمل هذا الطابوق في الأفران الحرارية التي لا تزيد درجة الحرارة فيها على (1400 °س).

4-3/7/1 التصنيف (Classification)

يصنف الطابوق الطيني الناري (الشاموت) إلى تسعة أنواع وكما مبين في الجدول (4-3/14).

الجدول 4-3/14: تصنيف الطابوق الناري(الشاموت)[9].

الصنف	الرمز
الصنف-1	ن 1
الصنف-2	ن 2
الصنف3	ن 3
الصنف-4	ن 4
الصنف-5	ن 5
الصنف-6	ن 6
الصنف-7	ن 7
الصنف-8	ن 8
الصنف-9	ن 9

4-3/7/2 المتطلبات (Requirements)

يجب أن يكون الطابوق الطيني الناري منتظم الشكل والمظهر والقياس وخاليا من الشقوق والتصدعات التي تؤثر في أدائه عند الاستعمال. تطابق خصائص الطابوق الطيني الناري المتطلبات المبينة في الفقرات (1) و(2) و (3) من المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2044 لسنة 1998)[9] وكما مبين في الجدول (4-3/15). وينتج الطابوق الطيني الناري بأبعاد قياسية هي (230×114×65) مم.

تحدد مقبولية الطابوق الطيني الناري من حيث الشكل والمواصفات الأخرى بحسب الفقرة 6 من المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2044 لسنة 1998)[9].

4-3/7/3 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يطابق الطابوق الطيني الناري (الشاموت) متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2044 لسنة 1998)[9].

ب–تحدد مقبولية خواص الطابوق الطيني الناري (الشاموت) كما ذكر في الجدول (4–15/3) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

الجدول 4–15/3: خصائص الطابوق الناري(الشاموت)[9].

التصنيف / الخاصية	الصنف–1	الصنف–2	الصنف–3	الصنف–4	الصنف–5	الصنف–6	الصنف–7	الصنف–8	الصنف–9	طرائق الفحص*
مقاومة الحرارة (المرقمة مخروط زيجر) حد أدنى	34	33	31	30	28	34	33	31	28	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1997/044
المسامية الظاهرية (%) حد أعلى	24	24	26	23	26	28	28	30	30	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1997/044
الوزن النوعي حد أدنى	1.9	1.9	1.9	1.95	1.8	–	–	–	–	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1997/044
مقاومة التهشم كغم/سم^2 (ميكا باسكال) حد أدنى	200 (20)	180 (18)	200 (20)	200 (20)	180 (18)	150 (15)	150 (15)	150 (15)	120 (20)	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بتعيين مقاومة التهشم على البارد**
التغير الطولي الدائمي عند إعادة التسخين(%)	صفر –0.6 1400 °س	صفر –0.6 1400 °س	+0.5 –0.5 1350 °س	–	–	–	–	–	–	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بتعيين التغيير الطولي الدائمي عند إعادة التسخين***
درجة مقاومة الحرارة تحت الحمل (°س) حد أدنى	1350	1350	1350	–	–	–	–	–	–	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1997/044

* تعتبر مرجعية عند الخلاف.

** حالياً مسودة دليل بالعدد (626).

*** حالياً مسودة دليل بالعدد (179).

4–8/3 طابوق المغنيسيا الكرومي (Chrome Magnesia Bricks)

يشترط أن يكون طابوق المغنيسيا الكرومي المستعمل مطابقا لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة

(2081 لسنة 1998)[10]. ويستعمل هذا الطابوق في الأفران الحرارية التي لا تزيد درجة الحرارة فيها على (1450 ºس).

4-3/8/1 التصنيف (Classification)

يصنف طابوق المغنيسيا الكرومي إلى (10) أصناف طبقا لنوعيته كما مبين في المواصفة العراقية المذكورة آنفاً وبحسب الجدول (4-3/16).

الجدول 4-3/16: أصناف طابوق المغنيسيا الكرومي[10].

الصنف	الرمز
الصنف -1 الدرجة -1	ط م ك1
الصنف -1 الدرجة-2	ط م ك2
الصنف -1 الدرجة-3	ط م ك3
الصنف -1 الدرجة-4	ط م ك4
الصنف -1 الدرجة-5	ط م ك5
الصنف -2 الدرجة-1	م ك1
الصنف -2 الدرجة-2	م ك2
الصنف -2 الدرجة-3	م ك3
الصنف -2 الدرجة-4	م ك4
الصنف -2 الدرجة-5	م ك5

تحدد مقبولية أبعاد طابوق المغنيسيا الكرومي بموجب الدليل الاستشاري المرقم (2081 لسنة 1998)[10]، الفقرتين (5 و 6) منه. تكون المتطلبات بالنسبة للصنف (1) (المنتجات المحروقة) كما مبين في الجدول (4-3/17) وبالنسبة للصنف (2) (المنتجات غير المحروقة) كما مبين في الجدول (4-3/18).

4-3/8/2 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يطابق طابوق المغنيسيا الكرومي متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2081 لسنة 1998)[10].

ب- تحدد مقبولية خصائص طابوق المغنيسيا الكرومي كما ذكر في الجدول (4-3/17) والجدول (4-3/18) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

الجدول 4-17/3: متطلبات طابوق المغنيسيا الكرومي الصنف 1 (المنتجات المحروقة)[10].

التصنيف / الخاصية	الدرجة-1	الدرجة-2	الدرجة-3	الدرجة-4	الدرجة-5	طرائق الفحص*
أوكسيد المغنيسيوم (MgO) (%) حد أدنى	30	40	50	60	70	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالتحليل الكيميائي للطابوق والمونة الحرارية**
المسامية الظاهرية (%) حد أعلى	25	25	25	25	25	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1999/2081
الوزن النوعي الإجمالي حد أدنى	2.9	2.9	2.85	2.85	2.8	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالطابوق الناري العازل طريقة تعيين الوزن النوعي والمسامية الحقيقية***
مقاومة التهشم كغم قوة /سم^2 (ميكا باسكال) حد أدنى	200 (19.6)	200 (19.6)	200 (19.6)	250 (24.5)	250 (24.5)	الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم 623 الخاص بالحراريات- طريقة فحص مقاومة التهشم على البارد للطابوق الحراري
مقاومة الحرارة تحت الحمل (س°) حد أدنى	1500	1500	1500	1500	1500	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1999/2081
أوكسيد السيليكون (SiO_2) (%) حد أقصى	7	7	7	7	7	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالتحليل الكيميائي للطابوق والمونة الحرارية**

* تعتبر مرجعية عند الخلاف.

** حالياً مسودة دليل بالعدد (801).

*** حالياً مسودة دليل بالعدد (677).

الجدول 4-18/3: متطلبات طابوق المغنيسيا الكرومي الصنف 2 (المنتجات غير المحروقة)[10].

التصنيف / الخاصية	الدرجة -1	الدرجة -2	الدرجة -3	الدرجة -4	الدرجة -5	طريقة الفحص*
أوكسيد المغنيسيوم (MgO) (%) حد أدنى	30	40	50	60	70	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالتحليل الكيميائي للطابوق والمونة الحرارية**
الوزن النوعي الإجمالي حد أدنى	2.95	2.95	2.9	2.9	2.85	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالطابوق الناري العازل طريقة تعيين الوزن النوعي والمسامية الحقيقية***
مقاومة التهشم كغم قوة /سم^2 (ميكا باسكال) حد أدنى	300 (29.4)	300 (29.4)	350 (34.3)	350 (34.3)	350 (34.3)	الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم 623 الخاص بالحراريات- طريقة فحص مقاومة التهشم على البارد للطابوق الحراري
مقاومة الحرارة تحت الحمل (°س) حد أدنى	1450	1450	1450	1450	1450	راجع الملحق الاسترشادي م.ق.ع. 1999/2081
أوكسيد السيليكون (SiO_2) (%) حد أقصى	7	7	7	6.5	6.5	الدليل الاسترشادي المرجعي الخاص بالتحليل الكيميائي للطابوق والمونة الحرارية**

* تعتبر مرجعية عند الخلاف.

** حالياً مسودة دليل بالعدد (801).

*** حالياً مسودة دليل بالعدد (677).

4-4 أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في القباب

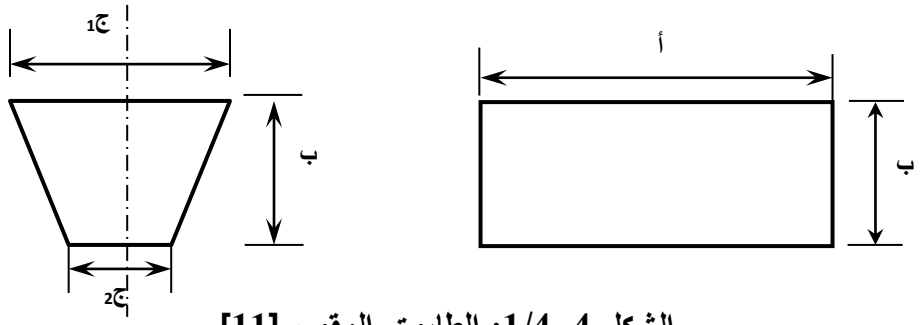
(Shape and Dimensions of Refractory Bricks for Domes)

يجب اعتماد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1979 لسنة 1996)[11] فيما يخص بتحديد أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في القباب. يصنف هذا الطابوق الحراري بحسب هذه المواصفة إلى صنفين اثنين:

4-4/1 طابوق مقوس.

4-4/2 طابوق زاوي.

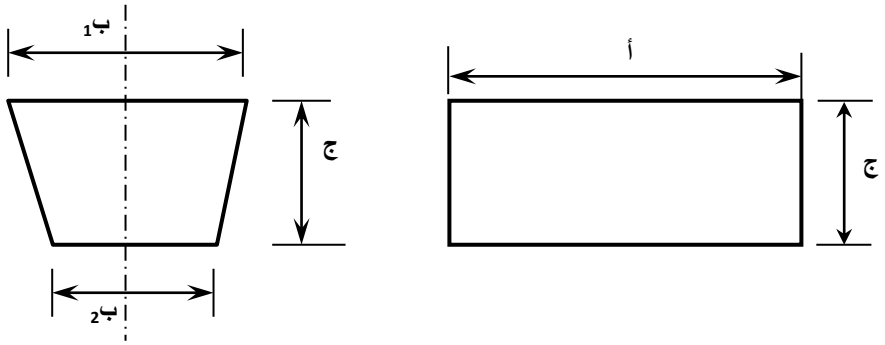
ويشترط أن يكون الشكل والأبعاد والرموز كما مبين في الفقرة (3) من المواصفة وكما موضح في الشكلين (4-1/4) و (4-2/4) والجدولين (4-1/4) و (4-2/4).



الشكل 4-1/4: الطابوق المقوس[11].

الجدول 4-1/4: أبعاد الطابوق المقوس[11].

الرمز	الطول أ (مم)	العرض ب (مم)	السمك ج1 (مم)	السمك ج2 (مم)
م1	230	114	65	59
م2	230	114	65	54
م3	230	114	65	50
م4	230	114	65	47
م5	230	114	65	32



الشكل 4-2/4: الطابوق الزاوي[11].

الجدول 4-2/4: أبعاد الطابوق الزاوي[11].

الرمز	الطول أ (مم)	العرض ب$_1$ (مم)	العرض ب$_2$ (مم)	السمك ج (مم)
ز1	230	114	102	65
ز2	230	114	96	65
ز3	230	114	90	65

4-3/4 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يحقق الطابوق الحراري المستعمل في القباب متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1979 لسنة 1996)[11].

ب- تحدد مقبولية أبعاد الطابوق الحراري المستعمل في القباب كما ذكر في الجدول (4-1/4) والجدول (4-2/4) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

4-5 أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة

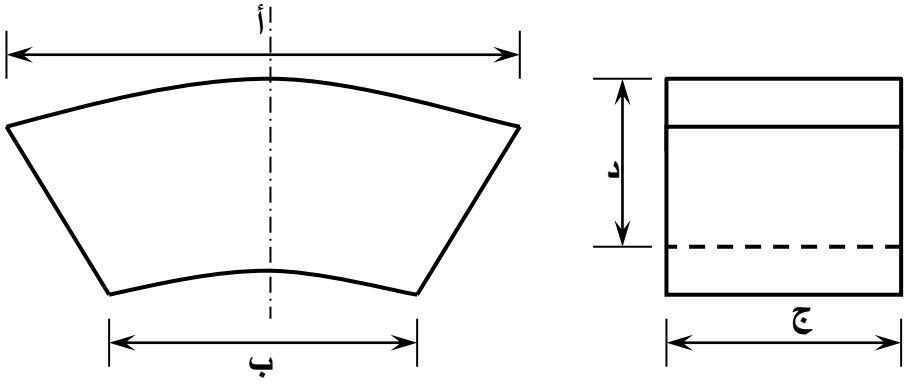
(Shape and Dimensions of Refractory Bricks for Rotary Kilns)

يكون استعمال الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1981 لسنة 1996)[12].

4-1/5 التصنيف (Classification)

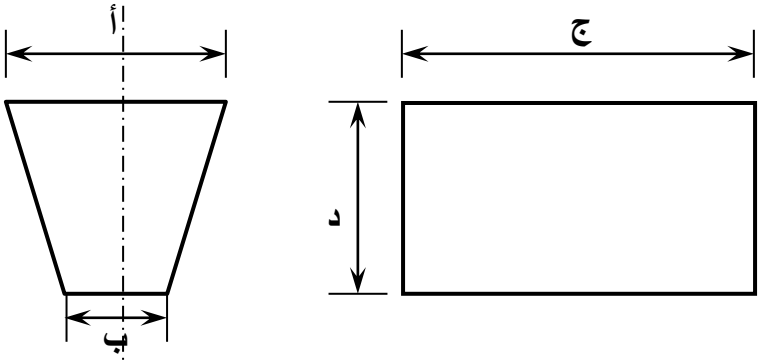
يصنف الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة إلى صنفين:

4-1/1/5 الطابوق الحراري الدائري، كما مبين في الشكل (4-1/5).



الشكل 4-1/5: الطابوق الحراري الدائري[12].

4-5/1/2 الطابوق الحراري المائل، كما مبين في الشكل (4-5/2).



الشكل 4-5/2: الطابوق الحراري المائل[12].

4-5/2 الأبعاد (Dimensions)

يجب أن تكون الأبعاد والأشكال والرموز كما مبين في الفقرة 3 من المواصفة العراقية المرقمة (1981 لسنة 1996)[12]. ويشترط أن يتم ترتيب وتثبيت الطابوق الحراري بحسب الفقرة 5 من المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1981 لسنة 1996)[13]. وكما مبين في الجدول (4-5/1) بالنسبة للطابوق الحراري الدائري والجدول (4-5/2) بالنسبة للطابوق الحراري المائل.

4-5/3 النمذجة (Sampling)

أ- يجب أن يحقق الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة متطلبات الشكل والمظهر بالفحص المفرد لكل طابوقة كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1981 لسنة 1996)[12].

ب- تحدد مقبولية أبعاد الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة بحسب الجدول (4-5/1) بعد الإتفاق بين الجهات ذات العلاقة حول حجم الدفعة وطريقة أخذ النماذج والوجبات، ويمكن أن يكون حجم الدفعة

بمقدار (1%) من حجم المنتوج الكلي، على أن لا يقل عدد النماذج المأخوذة من الدفعة عن (30) نموذجاً.

الجدول 4-1/5: أبعاد الطابوق الحراري الدائري[12].

الرمز	رمز مختصر	أ (مم)	ب (مم)	ج (مم)	د (مم)	أ/ب (مم)	عدد الطابوق في الدائرة الواحدة
م ع-9-6-31.5	س1	225	203	100	150	1.108	44
م ع-9-6-34.5	س2	225	205	100	150	1.098	48
م ع-9-6-36	س3	225	206	100	150	1.091	51
م ع-9-6-37.5	س4	225	207	100	150	1.087	52
م ع-9-6-39	س5	225	208	100	150	1.083	55
م ع-10-6-31.5	ص1	250	225	100	150	1.106	40
م ع-10-6-34.5	ص2	250	228	100	150	1.096	44
م ع-10-6-36	ص3	250	229	100	150	1.091	46
م ع-10-6-37.5	ص4	250	230	100	150	1.087	48
م ع-10-6-39	ص5	250	231	100	150	1.083	49
م ع-10-6-42	ص6	250	232	100	150	1.078	53
م ع-10-6-46	ص7	250	234	100	150	1.068	58
م ع-10-6-52	ص8	250	236	100	150	1.059	66
م ع-10-8-36	ط1	250	222	100	200	1.125	46
م ع-10-8-37.5	ط2	250	223	100	200	1.121	48
م ع-10-8-39	ط3	250	224	100	200	1.115	49
م ع-10-8-42	ط4	250	225	100	200	1.106	53
م ع-10-8-46	ط5	250	228	100	200	1.096	58
م ع-10-8-52	ط6	250	231	100	200	1.082	66

الجدول 4-2/5: أبعاد الطابوق الحراري المائل[12].

الرمز	رمز مختصر	أ (مم)	ب (مم)	ج (مم)	د (مم)
م ق-6-1	ح1	89	80	230	150
م ق-6-2	ح2	89	81	230	150
م ق-6-3	ح3	89	82	230	150
م ق-6-4	ح4	89	83	230	150
م ق-6-7	ح5	115	106	230	150
م ق-6-8	ح6	75	69	230	150
م ق-8هـ-1	ل1	89	77	230	200
م ق-8هـ-2	ل2	89	78	230	200
م ق-8هـ-3	ل3	89	79	230	200
م ق-8هـ-4	ل4	89	80	230	200
م ق-8هـ-5	ل5	89	81	230	200
م ق-8هـ-6	ل6	89	82	230	200
م ق-8هـ-7	ل7	115	103	230	200
م ق-8هـ-8	ل8	75	67	230	200
م ق-8و-1	ن1	100	88	230	200
م ق-8و-2	ن2	100	89	230	200
م ق-8و-3	ن3	100	90	230	200
م ق-8و-4	ن4	100	91	230	200
م ق-8و-5	ن5	100	92	230	200
م ق-8و-6	ن6	100	93	230	200
م ق-8و-7	ن7	125	115	230	200
م ق-8و-8	ن8	85	78	230	200
م ق-9و-1	ك1	100	90	230	230
م ق-9و-2	ك2	100	91	230	230
م ق-9و-3	ك3	100	92	230	230
م ق-9و-4	ك4	100	93	230	230
م ق-9و-7	ك7	125	115	230	230
م ق-9و-8	ك8	85	78	230	230

تتمة الجدول 4-2/5

الرمز	رمز مختصر	أ (مم)	ب (مم)	ج (مم)	د (مم)
م ق-9ز-1	ر1	110	100	200	230
م ق-9ز-2	ر2	110	101	200	230
م ق-9ز-3	ر3	110	102	200	230
م ق-9ز-4	ر4	110	103	200	230
م ق-9ز-7	ر7	125	115	200	230
م ق-9ز-8	ر8	85	78	200	230
م ق-10ز-1	ش1	110	100	200	250
م ق-10ز-2	ش2	110	101	200	250
م ق-10ز-3	ش3	110	102	200	250
م ق-10ز-4	ش4	110	103	200	250
م ق-10ز-7	ش7	125	115	200	250
م ق-10ز-8	ش8	85	85	200	250

4-6 المونة الحرارية (Refractory Mortar)

هي المونة التي تستعمل في تثبيت الطابوق الحراري والطابوق الحراري (الناري) العازل. تكون أنواع المونة الحرارية كما مبين في الجدول (4-1/6). ويشترط أن تكون طرائق الفحص والنمذجة لهذه المونة مطابقة لمتطلبات المواصفات القياسية الأمريكية ASTM[14-18] والمواصفة البريطانية BS 1902[19] أو أي مواصفة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

ويشترط أن تلبي المونة الحرارية المستعملة في بناء الطابوق الحراري (الناري) والحراريات بصورة عامة متطلبات مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1998/3605)[13] وكذلك المواصفات اليابانية المرقمة R 2501 لسنة 1981[20] و R 8512 لسنة 1970[21] و R 2502 لسنة 1976[22] و R 2504 لسنة 1976[23] و R 2505 لسنة 1981[24] و R 2212 لسنة 1985[25]. كما يجب أن تحقق المونة الحرارية المتطلبات المبينة في الجدول (4-2/6).

4-1/6 النمذجة (Sampling)

يؤخذ نموذج واحد لكل دفعة إلى حد وزن حوالي (15 طناً) على شرط أن تطابق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3605)[13] وعلى وفق طرائق الفحص المذكورة في الفقرة المرقمة 6 منها.

الجدول 4-1/6: أنواع المونة الحرارية[13].

الأنواع	الصنف والرمز
مونة حرارية ذات أساس طيني	الصنف-1 الصنف-2أ الصنف-2ب الصنف-3 الصنف-4 الصنف-5 الصنف-6 الصنف-7
مونة حرارية عالية الألومينا	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4
مونة حرارية ذات أساس سيليكي	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4
مونة حرارية ذات أساس كرومي	-
مونة حرارية ذات أساس مغنيسي	الصنف-1 الصنف-2
مونة حرارية ذات أساس كرومي- مغنيسي	الصنف-1 الصنف-2
مونة حرارية عازلة	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4 الصنف-5 الصنف-6 الصنف-7

الجدول 4-2/6: متطلبات المونة الحرارية[13].

النوع	الصنف	مقاومة الحرارة (رقم مخروط زيجر) حد أدنى	التدرج الحبيبي	التركيب الكيميائي	معامل التغير الطولي بعد التسخين إلى			وقت التماسك (ساعة) (سمك المفصل 3 مم)
					ºس	ساعة	%	
مونة حرارية ذات أساس طيني	الصنف-1 الصنف-2أ	34 33	يمر 100% من المادة خلال منخل سعة فتحاته 1000ميكرون ولا يقل المار منها عن 25% خلال منخل سعة فتحاته 74ميكرون		1400	3	+1 إلى -5	3-1
	الصنف-2ب الصنف-3 الصنف-4 الصنف-5 الصنف-6 الصنف-7	33 32 31 30 29 -	يمر 100% من المادة خلال منخل سعة فتحاته 1410ميكرون ولا يقل المار منها عن 25% خلال منخل سعة فتحاته 74ميكرون		1400 1350 1300			
مونة حرارية عالية الألومينا	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4	38 37 36 35	يمر 100% من المادة خلال منخل سعة فتحاته 1000ميكرون ولا يقل المار منها عن 25% خلال منخل سعة فتحاته 74ميكرون					
مونة حرارية ذات أساس سيليكي	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4	32 30 28 26	يمر 100% من المادة خلال منخل سعة فتحاته 1000ميكرون ولا يقل المار منها عن 25% خلال منخل سعة فتحاته 74ميكرون	-	1400		+1 إلى +5	
مونة حرارية ذات أساس كرومي	-	33		20% Cr حد أدنى	1300		+1 إلى -5	
مونة حرارية ذات أساس مغنيسي	الصنف-1 الصنف-2	35		80% Mg حد أدنى 70% Mg حد أدنى	1400			
مونة حرارية ذات أساس كرومي-مغنيسي	الصنف-1 الصنف-2			50% Cr حد أدنى Mg أقل من 50%				
مونة حرارية عازلة	الصنف-1 الصنف-2 الصنف-3 الصنف-4 الصنف-5 الصنف-6 الصنف-7				800 900 1000 1100 1200 1300 1400			

4-7 الخرسانة الحرارية (Refractory Concrete)

تعرف الخرسانة الحرارية بأنها الخرسانة ذات الاستعمال الملائم لدرجات الحرارة العالية والتي تحتوي على السمنت الهيدروليكي كعامل رابط (وهو عادةالسمنت الألوميني الكالسيومي) مع الركام والمواد المالئة الحرارية المقاومة للحرارة.

يوجد طيف واسع مستمر أو منقطع من أنواع الخرسانة المقاومة لدرجات الحرارة العالية، يمتد هذا الطيف من (300-400 °س) (للخرسانة التي تكون فيها المادة الرابطة من السمنت البورتلاندي العادي) حتى (2000 °س) أو أكثر عند استعمال السمنت الألوميني الكالسيومي(calcium alumina cement) والحاوي على (80%) من الألومينا (CAC). ويعتبر هذا النوع من أنواع السمنت الحراري كما سيتبين في الباب الثامن من هذا الدليل.

تختلف متطلبات هذا السمنت عن السمنت البورتلاندي العادي وكما مبين في الجدول (4-7/1).

الجدول 4-7/1: التحليل النموذجي لسمنت ألوميني كالسيومي وسمنت بورتلاندي[26].

حدود اللون	سمنت بورتلاندي رصاصي	سمنت ألوميني كالسيومي رصاصي فاتح	سمنت ألوميني كالسيومي أصفر إلى برتقالي	سمنت ألوميني كالسيومي أبيض ناصع	سمنت ألوميني كالسيومي أبيض عادي
(%) Al_2O_3	6-4	42-36	60-48	75-65	82-80
(%) CaO	67-63	40-36	40-36	30-25	20-15
(%) SiO_2	23-19	8-3	8-3	0.5>	0.2>
(%) Fe_2O_3	3.5-2	20-12	3-1	0.5>	0.2>
(%) TiO_2	0.5>	2~	3~	-	-
(%) MgO	1~	1~	0.1~	-	-

4-7/1 الركام المقاوم للحرارة (Refractory Resistant Aggregate)

إن الركام المستعمل في الخرسانة الحرارية أو المقاوم للحرارة هو بصورة عامة ليس ذلك المستعمل في الخرسانة الاعتيادية. وهناك مجال واسع للمواد المتوافرة من هذا الركام ومعظمها هو صناعي ناتج من المعاملة الحرارية لمواد طبيعية. وكما هوالحال في السمنت فان درجة الحرارة التي يتحملها هذا الركام تعتمد على التركيب المعدني والكيميائي له وخاصة فيما يخص محتوى الألومينا.

يكون استعمال كل من الخرسانة الحرارية أو الخرسانة المقاومة للحرارة مختلفاً تماماً وقد لا تكون المقاومة

لـدرجات الحـرارة هـي العامـل الوحيـد الـذي يجـب أن يؤخـذ بالحسـبان. فعلـى سـبيل المثـال إن العـزل الحـراري ومقاومة البري ومقاومة السوائل المنصهرة والخبث والتمدد والإنكماش قد تكون هي الصفات المهمة التي يجب ان تراعى وتؤخذ بنظر الاعتبار.

تعتمد الخصائص النهائية للخرسانة بدرجة كبيرة على الجمع الصحيح بين السمنت والركام والمواد المالئة الفعالة مثل الألومينا المسحوقة بنعومة عالية وأبخرة السيليكا.

4-7/2 أنواع الخرسانة (المصبوبات) الحرارية (Types of Refractory Concrete)

الخرسانة الحرارية الحقيقية مثل تلك التي تستعمل في صناعة التعدين والمعادن والسيراميك وصناعة السمنت، هي عبارة عن نوع عالي الخصائص وتحضر موادها الأولية وتهيأ مسبقا لكي يكتمل مزجها وتركيبها موقعياً. هنالك عدة أنواع من هذه المصبوبات الحرارية التي تصنف بالاعتماد على كمية السمنت المستعملة أو طريقة التركيب. ويجب مراعاة المواصفة المعدة من قبل الشركة المصنعة لهذه المواد في عمليات الخلط والتركيب والمعالجة.

4-7/2/1 المصبوبات التقليدية (Conventional Castables)

وهي عبارة عن مواد ذات تحمل حراري عالٍ تكون مجهزة ومعبأة مسبقاً ومهيأة للخلط الموقعي والصب والتركيب. إن التكنلوجيا المعتمدة في إنتاج هذه المصبوبات الحرارية تكون أكثر قرباً إلى تكنلوجيا الحراريات منها إلى تكنلوجيا الخرسانة وهي تنتج من قبل شركات متخصصة. تحتوي المصبوبات التقليدية على محتوى سمنت حراري بحدود (15-25%) من الوزن الكلي للخلطة وهي مشابهة في هذا المجال إلى الخرسانة الاعتيادية. أما نسبة المزج بين السمنت الألوميني الكالسيومي والركام الحراري فهي محكومة بدرجة الحرارة التي ستتعرض لها الخرسانة.

4-7/2/2 المصبوبات قليلة المحتوى من السمنت وفائقة قلة المحتوى من السمنت

(Low-and Ultra-low-Cement Castables)

يعتبر محتوى الجير (CaO) في السمنت الألوميني الكالسيومي هو احد العوامل المتحكمة في الأداء في درجات الحرارة العالية للخرسانة الحرارية. والطريقة المتبعة لتقليل نسبة الجير في الخرسانة الحرارية هي تقليل كمية السمنت. إن الفائدة المتوخاة من هذا النوع من المصبوبات هو أداؤها الميكانيكي الجيد في درجات الحرارة العالية مقارنة مع المصبوبات التقليدية.

4-7/2/3 المصبوبات تلقائية الانسياب (Self-Flow Castables)

هي الحراريات المكافئة للخرسانة تلقائية الرص. يصعب في بعض الأحيان صب هذه المصبوبات وذلك لكثرة المواد السمنتية والناعمة الداخلة في خلطتها، خصوصا إذا كانت كمية الخرسانة المصبوبة كبيرة جداً ومعقدة التفاصيل في شكلها لذا فان هذه المصبوبات يجب أن تأخذ شكل القالب بدون الحاجة إلى الرص وبطريقة مشابهة الى الخرسانة تلقائية الرص.

4/2/7-4 خرسانة السمنت عالي الألومينا الحرارية (High Alumina Cement Concrete)

تعتبر من أقدم المواد الحرارية ويكون تصرفها الحراري كما يلي:

(أ) بين درجتي حرارة 25-500 ºس تفقد هذه الخرسانة قوة أكثر مما تفقده الخرسانة المصنوعة من السمنت البورتلاندي الإعتيادي.

(ب) بين درجتي حرارة (500-800 ºس) يكون تصرفها مشابهاً إلى الخرسانة المصنوعة من السمنت البورتلاندي الإعتيادي.

(ت) يكون تصرفها الحراري عند درجة حرارة أكثر من (1000 ºس) أفضل من الخرسانة المصنوعة من السمنت البورتلاندي الإعتيادي.

يعتمد تصرف هذا النوع من الخرسانة أيضاً على نوع الركام الموجود فيها، كما يحدث إكتساب في المقاومة بين درجة حرارة (700-1000 ºس) وذلك يعود إلى تكون روابط سيراميكية ناجمة عن التفاعلات الصلبة بين السمنت والركام الناعم، حيث تزداد بزيادة درجة الحرارة وتقدم التفاعلات. يجب أن تلبي هذه الخرسانة المواصفة المبينة في المدونة الأمريكية المرقمة (ACI 547R-1987)[27] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 1902-1987)[19].

5/2/7-4 الخرسانة الحرارية العازلة (Insulation Refractory Concrete)

وهي خرسانة تستعمل للأغراض الحرارية وأغراض العزل الحراري، وتصنع من السمنت عالي الألومينا والركام خفيف الوزن مثل (خبث الفرن النفاخ، والبرلايت، والفرمكيولايت). تتراوح كثافة هذه الخرسانة بين (500-1000) كغم/م^3 وموصليتها الحرارية (Thermal Conductivity) تتراوح بين (0.15 – 0.5) واط/م.كلفن. يجب أن تلبي هذه الخرسانة المتطلبات المبينة في المدونة الأمريكية المرقمة (ACI547R-1987)[27] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 1902-1987)[19].

3/7-4 صب الحراريات والخرسانة المقاومة للحرارة

(Casting of Refractory and Fire Resistant Concrete)

1/3/7-4 الوضع والرص (Placing and Compaction)

يشترط أن تكون طريقة الوضع والرص مشابهة لما يتبع في الخرسانة الاعتيادية حيث لا توجد آلات أو عدد خاصة أو مهارات معينة. وبصورة مماثلة فان المواد المستعملة في القوالب هي قياسية ولكن يجب الانتباه إلى الأبعاد في حالة وجود مفاصل في الخرسانة مسبقة الصب.

2/3/7-4 الإنضاج والمعالجة (Curing and Treatment)

إن هدف الإنضاج هو المحافظة على نسبة الرطوبة اللازمة لاستمرار عملية الإماهة. في حالة استعمال المواد السمنتية التي يكون فيها السمنت من النوع الألوميني الكالسيومي فان الإنضاج يكون ذا أهمية بالغة. تكون الخرسانة غير المعالجة عادة ذات لون مترب وذات سطح مفتت (هش).

تتبع طريقة الإنضاج بالماء كما هو الحال في الخرسانة الاعتيادية ولكن بسبب التصلب السريع وانبعاث درجات الحرارة العالية للسمنت الألوميني الكالسيومي فانه من المهم أن تبدأ عملية الاماهة بعد (3–4) ساعات من زمن الوضع وتستمر لمدة (24) ساعة على الأقل، أي يجب إستعمال الإنضاج المبكر.

4–7/3/3 التجفيف والحرق (Drying and Firing)

بعد إكمال عملية الإنضاج يتبقى جزء من الماء في الخرسانة الخضراء (green) (غير المحروقة). ويشترط السماح لهذا الماء بالخروج عندما تسخن الخرسانة لأول مرة من اجل منع عملية التشقق. تكون عملية التجفيف في غاية الأهمية قبل دخول الخرسانة الحرارية في الخدمة لأول مرة. ان استعمال التجفيف الطبيعي أو الضغط إبتداءً من درجة حرارة (100 °س) لتقليل الماء الحر وإلى أعلى درجة ممكنة وهو ما ينصح به قبل تعرض الخرسانة إلى درجات حرارة عالية. بعد التجفيف وعندما ترتفع درجة الحرارة من (100 إلى 350 °س) فان ماء التبلور يسحب من الخرسانة، إن هذا الماء هو الماء المتحد كيميائيا والذي لا يمكن التخلص منه في درجة حرارة (100 °س).

إن تنظيم سرعة التسخين خلال المرة الأولى للخرسانة مهم جدا ويشترط أن يكون هذا التنظيم متغيرا ومعتمدا على نوع الاستعمال والسمك ونوعية الخرسانة.....الخ. ولكن أكثر المصادر العلمية أكدت أن سرعة التسخين المثالية هي بحدود (50 °س) لكل ساعة حتى بلوغ درجة حرارة (500 °س) مع المحافظة عليها لمدة (6) ساعات، ثم الاستمرار وربما بمعدل أعلى قليلا حتى بلوغ درجة الحرارة المطلوبة للخدمة. أما بالنسبة لبعض المقاطع السميكة (والتي تكون أكبر من 100 مم) فينصح بالتوقف عند درجات حرارة مختلفة.

4–7/3/4 المقاومة بعد الحرق (Resistance after Firing)

إن مقاومة الخرسانة الحرارية المصبوبة قبل الحرق هي مشابهة إلى الخرسانة الاعتيادية. حيث يبدأ التصلب حالا بعد (3–4) ساعات وتبلغ الخرسانة حوالي (90%) من مقاومتها الخضراء (قبل الحرق) (green strength) بعد حوالي (24) ساعة. وخلال دورة التجفيف والحرق يحدث تغير في المقاومة مرتين وذلك عند فقدان الماء الحر والماء المتحد، بالإضافة لذلك ففي درجات الحرارة العالية يبدأ تفاعل السمنت الألوميني الكالسيومي مع الركام المستعمل.

بصورة عامة تفقد الخرسانة جزءاً من مقاومتها عند بلوغ درجة (500 °س) بسبب فقدان الترابط الهيدروليكي للسمنت وعند زيادة التسخين يكون هناك تغير بسيط حتى بلوغ نقطة البداية التي تتكون فيها الروابط السيراميكية بين طوري السمنت والركام. وهذا الامر يحدث عادة عند المجال الحراري (900–1200 °س) وذلك بحسب نوعية الركام والسمنت المستعمل.

4–7/3/5 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج للخرسانة الحرارية على وفق الدليل الإسترشادي المرقم (618 لسنة 1997).

4/7-4 الإستعمالات (Applications)

تستعمل الخرسانة الحرارية في:

1/4/7-4 أماكن التدفئة المنزلية، وأماكن النار والمواقد.

2/4/7-4 معامل السباكة.

3/4/7-4 مداخن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

4/4/7-4 مداخن معامل إنتاج السمنت والجص والبورق والجير (النورة).

5/4/7-4 في تشييد الأبنية المستعملة لتدريب رجال إطفاء الحريق.

يشترط أن تكون مواصفات الخرسانة الحرارية مطابقة لمتطلبات تقرير معهد الخرسانة الامريكي (ACI Report 547R-79–Refractory Concrete)[27] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

8-4 المراجع

[1] Norton, F. H., "*Refractories*", McGraw-Hill, 4th Edition, 1986.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1749، *"المواد الحرارية المستعملة في أفران صهر الزجاج"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/1977، *"الحراريات* – الطابوق المغنيسي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/25، *"الطابوق المصنوع من الطين"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/1978، *"الحراريات* – الطابوق السيليكي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/1980، *"الحراريات* – الطابوق الناري العازل"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/2031، *"الحراريات* – الطابوق الكرومي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.

[8] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1997/2032، *"الحراريات* – الطابوق الألوميني"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1997.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/2044، " *الحراريات* – الطابوق الطيني الناري (الشاموت)"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/2081، *"الحراريات* – طابوق المغنيسيا الكرومي"، الجهاز

المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.
[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/1979، "*الحراريات* – أشكال وأبعاد الطابوق المستعمل في القباب"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.
[12] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1996/1981، "*الحراريات* – أشكال وأبعاد الطابوق الحراري المستعمل في الأفران الدوارة"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996.
[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/3605، "*المونة الحرارية*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.
[14] ASTM, C860, "*Standard Test Methods for Determining The Consistency of Refractory Castable*", ASTM, USA, Vol.15.01,2000.
[15] ASTM, C862, "*Standard Test Methods for Preparing Refractory Concrete Specimens by Casting*", ASTM, USA, Vol.15.01, 2001.
[16] ASTM, C865, *"Standard Practice for Firing Refractory Concrete Specimens*", ASTM, USA, Vol.15.01, 1995.
[17] ASTM, C133, "*Standard Test Methods for Cold Crushing Strength and Modulus of Rupture of Refractories Brick and Shapes*", ASTM, USA, Vol.15.01, 1997.
[18] ASTM, C20, *"Standard Test Method for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity and Bulk Density"*, ASTM, USA, Vol.15.1, 2000.
[19] BS 1902: Section 7.6, *"Refractory Materials, Testing of Materials As Performed Test Pieces*", UK,1987.
[20] JS R2501, "*Specifications for Refractory Materials*", *Japan*, 1981.
[21] JS R8512, *"Specifications for Refractory Materials*", *Japan*, 1970.
[22] JS R2502, *"Specifications for Refractory Materials"*, *Japan*, 1976.
[23] JS R2504, *"Specifications for Refractory Materials*", *Japan*, 1976.
[24] JS R2505, *"Specifications for Refractory Materials*", *Japan*, 1981.
[25] JS R2212, *"Specifications for Refractory Materials*", *Japan*, 1985.
[26] Newman,J. &Choo,B. S., "*Advanced Concrete Technology*", Elsevier, London, 2003.
[27] ACI Committee 547R−79, *"Refractory Concrete: Abstract of State-of-Art Report*", USA, (Revised 1983, Reapproved 1987).

الباب 5

الخشب ومنتجاته (Wood and Its Products)

5-1 عام (General)

يتضمن هذا الباب الخشب وأنواعه وكذلك منتجاته وطرائق معالجة وخزن الأخشاب ومنتجاتها وكذلك أنواع الألواح المصنعة من الخشب.

5-2 أنواع الخشب (Types of Wood)

5-2/1 الخشب غير المصنع (Natural Wood)

ويشمل:

5-2/1/1 خشب الصاج (Teak Wood)

وهو خشب صلب ذو ألياف ناعمة صغيرة قوية ومتماسكة، حيث تحتوي أليافه على كمية قليلة من المواد الصمغية والعضوية والأملاح مقارنة بأنواع الخشب الأخرى، ويكون قليل التأثر بالرطوبة ومهاجمة الحشرات الأرضية.

5-2/1/2 الخشب الأبيض (خشب الجام) (White Wood)

هو خشب من فصيلة الصنوبر (pine wood) رخو ذو لون أبيض مائل إلى الأحمرار، أليافه كبيرة وقوية لكنها ضعيفة التماسك، له القابلية على امتصاص الرطوبة ولكنه يجف في الأجواء الحارة. يتعرض لمشكلة التمدد والإنكماش في الصيف والشتاء. ويُشترط تجفيفه ثم معالجته بالأصباغ الدهنية الواقية قبل إستعماله.

5-2/1/3 الخشب الجاوي (Red Wood)

يكون مشابهاً إلى خشب الصاج ولكنه أكثر تبايناً من ناحية اللون، حيث يبدأ من اللون الأصفر الفاتح إلى اللون الأحمر الغامق. وهو خشب قوي الألياف وصلب ومتماسك ويمتاز بقدرته على امتصاص الرطوبة من الجو. ويكون أكثر عرضة لمهاجمة حشرة الأرضة لإحتوائه على مواد دهنية. لذلك يشترط طلاؤه بمادة دهنية واقية قبل الأستعمال.

5-2/2 الخشب المصنع (Manufactured Wood)

وهو الخشب الناتج من المعالجة الخاصة للأخشاب الطبيعية. ومن أنواعه:

5-2/2/1 الخشب الرقائقي (المعاكس) (Ply Wood)

يجب أن تكون ألواح الخشب الرقائقي (المعاكس) مطابقة لأحد الأنواع والأصناف المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1] أو المواصفة العالمية: (ISO(2426-2000)[2] والمواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 6566-1285)[3].

والجدول (5–1/2) يبين خصائص بعض الأخشاب الأمريكية القياسية المستعملة في القوالب.

الجدول 5–1/2: خصائص مقاطع ألواح الأخشاب الأمريكية القياسية المستعملة في القوالب[4].

أبعاد مقطع اللوح الإجمالية $X10^{-2}$ (م)	الأبعاد بعد الصقل (S4S) $X10^{-2}$ (م)	مساحة المقطع $X10^{-4}$ (م^2)		عزم القصور الذاتي (م^4) $\left(I = \frac{b\,h^3}{12}\right) \times 10^{-8}$				معامل المقطع (م^3) $\left(S = \frac{b\,h^2}{6}\right) \times 10^{-6}$			
				خام		مصقول S4S		خام		مصقول S4S	
		خام	S4S*	الأصغر	الأكبر	الأصغر	الأكبر	الأصغر	الأكبر	الأصغر	الأكبر
10X2.5	9.1X2.0	25	7.3	18.2	221.9	5.8	125.3	11.0	43.6	6.1	28.0
15X2.5	14.1X2.0	37.5	22.3	28.2	749.2	9.2	58.5	26.4	98.3	9.3	57.5
20X2.5	18.8X2.0	50	25.0	37.6	775.6	22.5	11.6	21	4.7	2.8	11.3
10X3.1	9.1X2.6	31	23.7	27.1	276.8	15.0	75.6	17.0	54.4	11.1	60.0
15X3.1	14.1X2.6	46.5	30.0	40.8	936.5	23.3	658.5	25.6	123.9	17.4	91.8
20X3.1	18.8X2.6	62	48.9	54.1	2219.8	35.2	1356.7	34.1	217.0	23.1	162.7
10X3.8	9.1X3.3	38	30.0	47.0	333.0	28.3	216.0	24.6	65.5	17.0	47.0
15X3.8	14.1X3.3	42.5	46.5	70.3	1123.8	44.1	810.0	36.9	147.5	26.5	113.2
20X3.8	18X3.3	76	62.7	93.7	2663.9	58.7	1920.9	49.2	262.2	35.2	200.4
10X5	9.10X4.1	50	37.3	111.1	444.1	54.1	268.5	43.8	87.3	26.2	58.3
15X5	9.1X4.1	50	37.3	111.1	444.1	54.1	268.5	43.8	87.3	26.2	58.3
15X5	14.1X4.1	75	57.8	166.5	1495.4	83.7	1003.1	65.5	196.6	40.6	140.4
20X5	18.8X4.1	100	77.1	221.9	3551.7	111.5	2377.9	87.3	349.5	86.9	249.6
25X5	23.8X4.1	125	97.6	277.6	6937.3	141.5	4832.4	109.3	546.2	68.5	397.2
30X5	28.8X4.1	150	118.1	333.0	1987.4	171.1	8572.3	131.1	786.6	82.9	587.0
10X7.5	9.1X6.6	75	60.1	374.6	666.0	228.1	432.1	98.3	131.1	68.2	94.2
15X7.5	14.1X6.6	150	118.1	333.0	1987.4	171.1	8572.3	131.1	786.6	82.9	587.0
10X7.5	9.1X6.6	75	60.1	374.6	666.0	228.1	432.1	98.3	131.1	68.2	94.2
15X7.5	14.1X6.6	112.5	93.1	561.9	2247.6	353.0	1620.4	147.5	295.0	106.0	226.8
20X7.5	18.8X6.6	150	124.1	745.1	5327.7	469.9	3841.4	196.6	524.4	141.3	403.3
25X7.5	23.8X6.6	187.5	157.1	936.5	10405.8	594.4	7806.4	245.8	819.4	178.8	647.0
30X7.5	28.8X6.6	225	190.1	1123.8	17981.1	720.1	13847.6	295.0	1179.9	226.8	940.0
10X10	9.1X9.1	100	82.8	886.6	886.6	597.3	597.3	174.8	174.8	130.3	130.3
15X10	14.1X9.1	150	128.3	1331.9	2996.9	927.4	2239.3	262.2	393.3	201.7	313.0
20X10	18.8X9.1	200	171.1	1773.1	7075.9	1236.2	5277.8	349.5	699.2	269.1	557.2
25X10	23.8X9.1	250	216.6	2218.5	13872.9	1573.3	10772.0	437.0	1092.5	340.8	891.5
30X10	28.8X9.1	300	262.1	2663.9	23974.9	1898.0	19084.1	524.4	1573.2	413.0	1311.0

*S4S تعني مصقولاً من الجوانب الأربعة.

5-2/2/2 الألواح البنائية الليفية (Fibrous Wood)

يجب أن تكون الألواح الليفية مطابقة من حيث الجودة لأحد الأنواع والأصناف المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BSENISO 322-1993)[5].

5-2/2/3 ألواح النشارة (الخشب المضغوط) (Compressed Wood)

يجب أن تكون ألواح النشارة مطابقة من حيث الجودة لأحد الأنواع والأصناف المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BSENISO 322-1993)[5].

5-2/2/4 الألواح الطبقية (Block Board or Lamina Panel)

يجب أن تكون الألواح الطبقية مطابقة من حيث الجودة لأحد الأنواع والأصناف المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BSENISO 322-1993)[5].

5-2/2/5 ألواح الميلامين (Melamine Panel)

يجب أن تكون الألواح الميلامينية مطابقة من حيث الجودة لأحد الأنواع والأصناف المذكورة في المواصفة البريطانية المرقمة (BSEN 438-2:1971)[6]، بحيث تكون طبقة الميلامين من نوع فورماليديهايد الميلامين المطابق للمواصفة (ASTM D704-05)[7]. وتكون الحشوة الداخلية بين طبقتي الميلامين من الخشب الرقائقي أو الخشب الحبيبي (Chip Panel) أو الألواح الطبقية. ويجب أن تكون المواصفات الأخرى ملبية لمتطلبات المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1].

5-3 عيوب الخشب (Wood Defects)

(أ) العقد: يشترط أن تكون مقاسات العقد كما مبين في الجدول (5-1/3) ويجب اخراج العقد التالفة والميتة وتوضع مكانها حشوات خشبية.

(ب) التصدعات والتشققات: يشترط أن لا تزيد مقاساتها على الحدود المبينة في الجدول (5-2/3) على أن تعالج الشقوق التي يزيد عرضها على 1.5 مم بملئها بحشوات خشبية مع استعمال المواد اللاصقة.

(ت) العيوب الصمغية: يشترط ازالة العيوب والجيوب الصمغية وإستعمال الحشوات الخشبية مكانها.

5-4 المعالجة بالحشوات الخشبية (Treatment by Wood Fillers)

(أ) يشترط أن تزال جميع العيوب غير المسموح بها من الخشب.

(ب) تملأ الفراغات الناتجة بحشوات خشبية لا يقل عرضها عن (6 مم). ويجب أن تكون ألياف الحشوات موازية لألياف الخشب المعالج.

(ت) يشترط أن يكون سمك الحشوة مساويا لسمك الفتحة المعالجة.

(ث) لا يجوز استعمال أكثر من حشوتين متوازيتين لسد فتحة واحدة مهما كبرت.

(ج) يجب استعمال أفضل أنواع المواد اللاصقة في عمليات سد الفتحات بالحشوات الخشبية، وتكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية.

5-5 الرطوبة في الخشب (Moisture in Wood)

يشترط أن يكون محتوى الرطوبة في الخشب المصنع أو الذي يراد تركيبه في الأبنية ضمن الحدود المبينة في الجدول (5-3/3).

الجدول 5-1/3: المقاسات القصوى للعقد القوية في الأخشاب المستعملة للأغراض النجارية[1].

نوع الأستعمال	صنف الخشب	مقاس مقطع الخشب	أقصى مقاس للعقد المسموح به
السطوح المكشوفة	ممتاز	لا يسمح بوجود عقد تزيد مقاساتها على 6 مم	
	أول	لا يسمح بوجود عقد تزيد مقاساتها على 6 مم	
	ثانٍ	أقل من 25 مم (25-50) مم (50-100) مم أكبر من 100 مم	نصف عرض المقطع (30) مم ربع عرض المقطع (50) مم
	ثالث	أقل من 40 مم (40-60) مم (60-150) مم أكبر من 150 مم	نصف عرض المقطع (21) مم ثلث عرض المقطع (50) مم
السطوح المخفية وغير الظاهرة	لكافة الأصناف	أقل من 45 مم (45-60) مم (60-100) مم أكبر من 100 مم	ثلث عرض المقطع (30) مم نصف عرض المقطع (50) مم

الجدول 5-2/3: المقاسات القصوى للتصدعات والتشققات المسموح بها في الأخشاب[1].

صنف الخشب	أقصى طول للتشقق أو التصدع (مم)	أقصى عرض لتشقق أو التصدع (مم)	أقصى عمق للتشقق أو التصدع (مم)
ممتاز وأول وثانٍ	300	0.3	ربع سمك مقطع الخشب
ثالث	300	1.5	ربع سمك مقطع الخشب

الجدول 5-3/3: حدود الرطوبة المسموح بها في الأخشاب المستعملة في الأعمال الخشبية[1].

الأعمال الخشبية في المباني		محتوى الرطوبة (%)	
		أدنى	أقصى
الأعمال الخشبية الخارجية		15	19
الأعمال الخشبية الداخلية	الأبنية غير المجهزة بتدفئة مركزية	13	17
	الأبنية المجهزة بتدفئة مركزية	8	-

5-6 الخشب المستعمل في الصناعات الخشبية للأغراض البنائية (Wood Used for Building Purposes)

يشترط في مواصفات الخشب المستعمل في صناعة الأبواب والنوافذ والإطارات والنقوش والتغليف والقوالب بأكمله وطريقة تثبيته ومقاطعه أن تكون على وفق ما تبينه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[1].

5-7 مواد معالجة الأخشاب (Materials for Woods Treatment)

5-7/1 أنواع المذيبات (Types of Solvents)

تستعمل المذيبات التالية لمعالجة الاخشاب:

5-7/1/1 المذيبات العضوية (OS) (Organic-Solvent Types).

5-7/1/2 المواد المذابة في الماء (WB) (Water-Borne Types).

5-7/1/3 زيت القطران (TO) (Tar-Oil Types).

5-7/2 الاستعمالات (Uses)

5-7/2/1 تستعمل المواد الواقية للخشب لغرض حمايته من التعفن الفطري (fungal decay) الذي يحدث نتيجة تعرضه للرطوبة المستمرة التي تزيد على (20%)، أو حمايته من مهاجمة الحشرات المتلفة (attack by wood-destroying insects)، الأمر الذي يحدث نتيجة نقصان التهوية اللازمة للخشب.

5-7/2/2 يجب أن تطابق المواد الواقية وطرائق المعالجة المواصفات العراقية إن وجدت أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 1282)[8].

5-7/3 تجهيز الأخشاب للمعالجة (Preparation of Woods for Treatment)

5-7/3/1 يجب إزالة أي آثار للحاء الخشب (bark) الداخلي والخارجي قبل مباشرة عملية المعالجة.

5-7/3/2 يجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة في الأخشاب على (30%) عند إجراء عملية المعالجة.

5-7/3/3 يجب أن تكون سطوح الخشب نظيفة وخالية من الغبار والأوساخ وأي أثر للرطوبة الظاهرة على السطح (surface moisture).

5-7/3/4 يجب الانتهاء من عملية تصنيع الأخشاب من قص وحفر وتنعيم قبل مباشرة عملية المعالجة وإذا تطلب الأمر إجراء أي عمليات قص في أثناء التركيب وبعد المعالجة فإنه يجب إعادة معالجة أجزاء الخشب التي تعرضت لهذه العمليات بالمواد الواقية وإتباع الطريقة المناسبة.

5-7/3/5 بالنسبة للأخشاب التي تقاوم إمتصاص المواد الواقية كأخشاب دوجلاس (Douglass fir) فانه يجب تجريح الأخشاب لمساعدتها على إمتصاص المواد الواقية وذلك بحسبما تنص عليه المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 5589)[9] ويجب عدم استعمال هذه الطريقة للأخشاب التي يقل سمكها عن (75 مم).

5-7/4 طرائق معالجة الأخشاب (Woods Treatments Methods)

5-7/4/1 المعالجة بالغمر (Treatment by Submersion)

وتتضمن هذه الطريقة ما يلي:

5-7/4/1/1 المعالجة الساخنة (Hot Treatment)

تغمر الأخشاب المطلوب معالجتها في أحواض مملوءة بالمادة الواقية وتسخن الأحواض لدرجة تتراوح بين (80 و 90) درجة سليزية وتحفظ ساخنة لبضع ساعات ومن ثم تبرد مع مراعاة بقاء الأخشاب مغمورة تماماً خلال عملية المعالجة حتى إنتهاء عملية التبريد.

5-7/4/1/2 المعالجة الباردة (Cold Treatment)

تستعمل هذه الطريقة لأنواع المواد الواقية التي لا تتحمل التسخين كالمواد الواقية المذابة في الماء (WB) وبعض أنواع المذيبات العضوية (OS) حيث يسخن الخشب باستعمال الماء الساخن أو بالبخار ومن ثم يدخل إلى حمام من المادة الواقية الباردة. ويراعى حفظ الماء والبخار المستعملين في تسخين الخشب لدرجة حرارة تتراوح بين (80 و90) درجة سليزية طيلة فترة غمر الأخشاب فيهما.

5-7/4/1/3 المعالجة بالغمر البارد (Treatment by Cold Submersion)

يغمر الخشب في أحواض مملوءة بالمادة الواقية ويترك لفترة تحدد بحسب مقاسات مقاطع الخشب وقابلية الخشب للإمتصاص ودرجة الإمتصاص المطلوبة. وتعتبر هذه الطريقة أقل فاعلية من طريقة المعالجة بالغمر الساخن.

5-7/4/2 المعالجة بالتغطيس أو الطلاء أو الرش (Treatment by Dipping or Paints or Sprinkle)

5-7/4/2/1 تغطس القطع الخشبية في أحواض من المادة الواقية وتترك لفترة قصيرة لا تقل عن (10) ثوانٍ للأجزاء الصغيرة ولا تزيد على ثلاث دقائق للأجزاء الكبيرة.

5-7/4/2/2 يستعمل الطلاء أو الرش للأعمال الصغيرة التي لا تحتاج إلى وقاية عالية. لكن طريقة الطلاء غير مناسبة للمواد الواقية ذات اللزوجة العالية عالية.

5-7/4/2/3 يجب طلاء أو رش جميع المناطق أو الأجزاء الخشبية المطلوب وقايتها بدون ترك أية فجوات.

5-7/4/3 المعالجة بالضغط (Treatment by Compaction)

يجب أن لا تنفذ معالجة الأخشاب بالضغط إلا تحت إشراف هيئات ومصانع متخصصة، وتعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرائق المتبعة لمعالجة الأخشاب حيث يمكن بها حقن جميع الفراغات بالمواد الواقية المناسبة وبفعالية عالية.

5-8 المراجع

[1] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، "المواصفات الفنية للأعمال المدنية"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[2] ISO 2426-1, *"Plywood Classification by Surface Apperance-Part1: General"*, International Standard Organization, 2000.

[3] BS 6566, "*Specification for Plywood Manufactured From Tropical Hardwood"*, UK, 1985.

[4] Peurifoy R. L., *"Construction, Planning, Equipment and Methods*", Mc. Hill, New York, 1987.

[5] BS EN 322, *"Wood-Based Panels-Determination of Moisture Content*", UK, 1993.

[6] BS EN 438-2, "*Decorative High Pressure Laminates (HPL) Based on Thermo Setting Resin, Method of Determination of Properties*", UK, 1991.

[7] ASTM, D704-99, "*Standard Specification for Melamine Formaldehyde-Molding Compounds*", ASTM, USA, 2012.

[8] BS 1282, *"Guide to Choice, Use, and Applications of Wood Preservatives*", UK, 1999.

[9] BS 5589, "*Code of Practice for Preservation of Timber*", UK, 1989.

الباب 6

الركام (Aggregate)

6-1 عام (General)

الركام عبارة عن مواد طبيعية، ومن أنواعه الركام السيليكي كالحصى والرمل، أو المستحصل من تكسير الصخور والحصى كبيرة المقاسات أو من مواد الحمم البركانية المتصلبة. يحدد مقاس الركام بإمراره من خلال الفتحات المربعة لغرابيل أو مناخل قياسية. ويقسم الركام إلى ركام خشن وركام ناعم. ويعتبر المقاس (4.75 مم) تقريبا الحد الفاصل بين الركام الخشن والناعم. علماً أن تقسيم الركام إلى خشن وناعم جاء بسبب تواجد المادتين بصورة منفصلة في الغالب.

6-1/1 الركام الخشن (Coarse Aggregate)

هو الركام المتبقي على المنخل الذي مقاس فتحاته (4.75 مم) ويحتوي على النسب المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية (30 لسنة 1981)[1] المبينة في الجدول (6-1/1). ويمكن أن يكون احد أنواع الركام التالية:

6-1/1/1 حصى غير مكسر: ركام خشن ناتج من التعرية الطبيعية لأنواع من الصخر.

6-1/1/2 حصى مكسر أو حجر مكسر: ركام خشن ينتج من تكسير الحصى أو الحجر الصلب.

6-1/1/3 حصى مكسر جزئيا: ركام خشن يتكون من خليط حصى غير مكسر وآخر مكسر.

الجدول 6-1/1: حدود التدرج للركام الخشن[1].

	مقاس المنخل (مم)	مواصفات المقاس الأقصى (مم)		
		(5-40) مم	(5-20) مم	(5-14) مم
يتبع	75	100	-	-
	37.5	100-95	100	-
	20	70-35	100-95	100
	14	-	-	100-90
	10	40-10	60-30	85-50
	5	5-0	10-0	10-0

6-1/2 الركام الناعم (Fine Aggregate)

هو الركام الذي يمر من المنخل الذي مقاس فتحاته (4.75 مم) ويحتوي على النسب المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية (45 لسنة 1984)[1] المبينة في الجدول (6-1/2). ويمكن أن يكون احد أنواع الركام التالية:

6-1/2/1 رمل طبيعي: ركام ناعم ينتج من التعرية الطبيعية لأنواع من الصخر.

6-1/2/2 رمل الحجر المكسر أو رمل الحصى المكسر: ركام ناعم ينتج من تكسير الحجر او الحصى.

6-1/2/3 ركام ناعم يتكون من خليط رمل طبيعي مع رمل الحجر المكسر او رمل الحصى المكسر.

الجدول 6-1/2: حدود التدرج للركام الناعم[1].

	مقاس المنخل	مواصفات منطقة التدرج			
		1	2	3	4
ناعم	10 مم	100	100	100	100
	4.75 مم	100-90	100-90	100-90	100-95
	2.36 مم	95-60	100-75	100-85	100-95
	1.18 مم	70-30	90-55	100-75	100-90
	600 مايكرون	34-15	59-35	79-60	100-80
	300 مايكرون	20-5	30-8	40-12	50-15
	150 مايكرون	10-0	10-0	10-0	15-0

ملاحظة: وجود الخط تحت العدد يعني أنه لا يزيد مجموع الإختلاف (أي الحيود) المسموح به على (5%).

6-1/3 الركام الشامل (All-in-Aggregate)

مادة تتكون بطبيعتها من ركام خشن وركام ناعم.

6-1/4 طرائق أخذ نماذج الركام الخشن والناعم والمواد المالئة الصخرية المستعملة في الإنشاءات

6-1/4/1 طرائق أخذ نماذج الركام الخشن والناعم

يشترط أن يكون الحد الأدنى لكتلة النماذج الرئيسة المأخوذة من المقلع أو الموقع بحسب الجدول (6-1/3) الذي يبين حدود كتلة النماذج المختارة بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (29 لسنة 1980)[2]، كما يؤخذ نموذج واحد لكل (150 م^3) من الإرسالية. ويجب أن يكون النموذج ممثلا للإرسالية بأن يؤخذ من مواقع مختلفة منها.

الجدول 6-3/1: حدود كتلة النماذج المختارة للركام[2].

نوع المادة	المقاس	الحد الأدنى لكتلة النموذج الرئيس / كغم
الركام الخشن	25 مم او اكبر	50
	اصغر من 25 مم واكبر من 4.75 مم	25
الركام الناعم	4.75 مم فاصغر	13

حيث تستعمل مغرفة لا يقل عرضها عن أربعة أضعاف مقاس اكبر الحبيبات الموجودة في الركام لغرض أخذ النموذج من الإرسالية، مع ملاحظة أن تكون الأوعية المستعملة نظيفة وغير ماصة للماء وذلك لتجميع أجزاء النموذج. واعتمادا على الظروف التي تؤخذ فيها النماذج، ولكونها متباينة، على الشخص الذي يقوم بعملية اخذ النماذج أن يكون ذا خبرة وأن تؤخذ النماذج من مواضع متعددة من الإرسالية ومن مختلف الأعماق ويجب ان لا يقل عددها عن (10) بحيث يكون النموذج ممثلا لجميع كمية الركام التي يؤخذ منها قدر الإمكان. وهناك بعض الاعتبارات الهامة بشأن عملية اخذ نماذج الركام وهي:

(أ) في حالة وجود حبيبات منفصلة أو عدم تجانس واضح في المجموعة فيجب مزج الركام بصورة جيدة قبل اخذ النماذج.

(ب) عند اخذ نماذج من الركام المستعمل لأغراض إنتاج الخرسانة أو للأعمال الخرسانية الملامسة للتربة والحاوي على كتل طينية أو ملحية مميزة فيجب غربلة جميع الركام على غربال ذي مقاس فتحات مساوٍ للمقاس الأقصى المطلوب للركام، ثم يمزج جيدا قبل اخذ النموذج.

(ت) يجب استعمال المغرفة (scoop) بدلا من المجرفة (shovel) فذلك من الأمور المهمة التي يجب اخذها في الحسبان مع العناية المطلوبة وذلك لمنع تدحرج بعض الحبيبات بمقاسات معينة كما يحصل عند استعمال المجرفة.

(ث) إذا كان المصدر المأخوذة منه تلك العينات مختلفاً ومعرضاً للانفصال الحبيبي، فيجب هنا زيادة عدد النماذج المأخوذة للفحص ويجب أن تكون كتلة العينة المرسلة للفحص اكبر.

(ج) عند اخذ النماذج يجب مراعاة أن تؤخذ النماذج من كل أجزاء الكومة بما فيها مركز تلك الكومة وليس الأجزاء القريبة من سطحها فقط.

للإعتبارات المذكورة آنفاً فان النموذج الرئيس المأخوذ سيكون كبيراً نوعا ما لذلك يجب تقليل كتلته قبل إجراء الفحص. وتوجد طريقتان لتقليل كتلة النموذج وتعتمد كل من الطريقتين على تقسيم النموذج إلى جزأين متماثلين وكما يلي:

6-1/1/4/1 طريقة التقسيم الربعي (Quarter Division)

في هذه الطريقة يخلط النموذج الرئيس بشكل جيد، وفي حالة الركام الناعم يتطلب الأمر ترطيب ذلك الركام لغرض منع حصول الانفصال الحبيبي، ومن ثم يوضع النموذج في وعاء مخروطي وبعد ذلك يقلب للحصول على مخروط مقلوب من الركام. تعاد هذه العملية مرتين، بعد ذلك يسطح الشكل المخروطي على هيئة قرص مستدير ويقسم إلى أربعة أقسام متساوية، ثم يستبعد ربعان متقابلان بالأركان ليتبقى الربعان الآخران حيث يخلطان جيداً. وإذا ما ظهر ان كتلة النموذج المستحصل عليه مازالت كبيرة بحيث يتعذر إجراء الفحص، فينبغي تقليص هذا النموذج بإتباع الأسلوب نفسه (التقسيم الربعي) حتى بلوغ الكمية الملائمة للفحص[2].

6-1/4/1/2 طريقة التفريز باستعمال قاسمة النماذج (Sample Divider)

يقسم النموذج المأخوذ إلى نصفين بواسطة جهاز قاسمة النماذج، وهو عبارة عن صندوق مكون من عدد من التقسيمات العمودية المتوازية بحيث تفرغ تلك التقسيمات النموذج بأسلوب يقسمه إلى نصفين احدهما يتجه نحو اليمين والآخر نحو اليسار. بعد ذلك يستبعد احد النصفين، وتعاد العملية بوضع النصف الآخر في قاسمة النماذج وتكرر العملية لحين الحصول على الكمية المطلوبة للنموذج[2].

6-1/4/1/2 المطابقة (Acceptance)

يكون النموذج مقبولاً في حالة استيفائه كافة المتطلبات الخاصة بالمواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3]، ماعدا التدرج الذي يمكن معالجة الحيود الموجود فيه.

6-1/4/2 طرائق أخذ نماذج المواد المالئة الصخرية (Methods of Sampling for Rocks Fill Material)

6-1/4/1/2 اخذ نماذج كتل الصخر (Sampling of Rock Blocks)

يجب أن يكون النموذج مختاراً بعناية بحيث يمثل كمية الصخر المستعملة. تختار النماذج بالطريقة المبينة في الفقرة (6-1/4/1) و اعتمادا على المواصفة العراقية المرقمة (29 لسنة 1980)[2] المحدثة على أن لا تقل كتلة النموذج عن أربعة أضعاف الكتلة المبينة في الجدول (6-1/3) وذلك لتغطية الكمية الضائعة في أثناء عملية تكسير إلى مقاسات الفحص. ترزم وتعلّم النماذج قبل إرسالها إلى المختبر.

6-1/4/1/2 اخذ نماذج الصخر (Sampling of Rock)

يجب أن يكون النموذج المختار من المقلع ممثلاً للاختلافات الموجودة في الطبقة الظاهرة في المقلع، وعند عدم وجود اختلافات واضحة في اللون والملمس فيؤخذ ما لا يقل عن ستة مكعبات طول ضلع كل منهما (100 مم) تقريبا. وأما إذا وجدت اختلافات واضحة في اللون والملمس فتؤخذ نماذج منفصلة لا يقل كل منها عن (6)

مكعبات طول ضلع كل منها (100 مم) تقريبا متشابهة في اللون والملمس وخالية من الشقوق الواضحة بسبب العوامل الطبيعية. ترزم وتعلّم النماذج قبل إرسالها للمختبر[2].

6-1/4/3 طرائق أخذ نماذج المواد المالئة (Sampling of Filler Materials)

المواد المالئة هي مواد حبيبية ناعمة ذات تركيب معدني مثل غبار الصخور أو الخبث وكذلك السمنت الهيدروليكي والنورة المائية ورماد الوقود أو أية مادة معدنية أخرى ذات تركيب ونعومة ملائمتين لاستعمال معين. حيث تستعمل مغرفة صغيرة للحصول على أو لتجميع أجزاء النموذج بحيث تمثل النموذج الأصلي مع استعمال أوعية محكمة السد لحفظ وإرسال النماذج. وتنجز عملية النمذجة بالأسلوب الآتي:

6-1/4/3/1 يؤخذ النموذج خلال أسبوع من تاريخ تجهيز المادة ويفحص خلال شهر من ذلك التاريخ.

6-1/4/3/2 يكون النموذج المأخوذ من كمية محدودة لا يقل وزنه عن (5 كغم) ويؤخذ النموذج من قبل شخص ذي خبرة بحيث يكون النموذج ممثلا للكمية إلى أقصى حد ممكن. ويتكون النموذج من عشرة أجزاء على الأقل تجمع بواسطة المغرفة من مختلف أقسام الإرسالية مع مراعاة عدم اخذ النماذج من المجاميع التي حصل فيها انفصال حبيبي للمقاسات المتباينة بسبب النقل أو التكديس إلا إذا أعيد مزجها بصورة متجانسة[2].

6-1/4/3/3 يختزل النموذج إلى الكمية المطلوبة بطريقة التقسيم الربعي بحسب الاسلوب المبين في العبارة الفرعية (6-1/4/1/1) بدون الحاجة إلى ترطيب أو باستعمال قاسمة نماذج مناسبة على أن تجرى هذه العملية في مكان خالٍ من التيارات الهوائية.

6-1/5 طرائق حفظ وإرسال النماذج (Securing and Shipping Samples)

يشترط أن توضع النماذج بكاملها في الأوعية والأكياس الملائمة ثم تختم وترسل للفحص. وعند احتواء النموذج على كتل أو ركام كبير المقاس فيجب حماية الأكياس من التمزق في أثناء النقل بحفظها في حافظات مناسبة حيث يفضل عدم تعبئة أكثر من (30 كغم) لكل رزمة. ومن ثم يؤشر على كل حافظة بوضع بطاقة تحتوي على (وصف موجز للمادة، مصدر المادة، كتلة النموذج وطريقة وتاريخ اخذ النموذج).

6-2 ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء

(Natural Aggregate for Building and Concrete)

6-2/1 عام (General)

يكون الركام المستعمل في الخرسانة من أنواع الركام الناعم أو الخشن أو الشامل وتكون جسيماته صلبة وصلدة ونظيفة ومتينة وخالية من الأغشية اللاصقة والطين والجسيمات المستطالة وعند مزج مقاسات أو أنواع متعددة يجب أن يبقى متجانساً.

6-2/2 المواد الضارة في الركام (Deleterious Substances in Aggregate)

يجب أن يكون الركام صلبا و نظيفا ولا يحتوي على المواد الضارة التي تؤثر بصورة كلية على تحمل الخرسانة أو ديمومتها. ويجب أن لا يحتوي الركام عند فحصه بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] في المواد الضارة بأكثر من الحدود التالية:

6-2/2/1 المواد العضوية (Organic Materials)

يجب أن لا يحتوي الركام على مواد عضوية ضارة تؤثر في تحمل الخرسانة وديمومتها ويجب أن تفحص المواد العضوية بحسب المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة وفي حالة وجود المواد العضوية غير الضارة (المواد التي لاتؤثر على خصائص الخرسانة الطرية والمتصلبة) فيجب أن لا تقل مقاومة إنضغاط مكعبات الخرسانة المحضرة من هذا الركام عن (95%) من متوسط مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية القياسية.

6-2/2/2 الأملاح الكبريتية (ثلاثي اوكسيد الكبريت) (Sulphate Trioxide -SO_3)

يجب أن تكون نسبتها المسموح بها في الركام بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] عند إجراء الفحص بحسب (BS EN ISO 17892-1:2014) كالتالي:

6-2/2/2/1 لا تزيد نسبة ثلاثي اوكسيد الكبريت (SO_3) في الركام الخشن على (0.1%) وزنا.

6-2/2/2/2 لا تزيد نسبة ثلاثي اوكسيد الكبريت في الركام الناعم (SO_3) على (0.5%) وزنا في حالة إستعمال الركام في الخرسانة ذات التعرض الشديد للكبريتات والمياه الجوفية ولا على (0.75%) وزنا في حالة إستعمال الركام في الخرسانة ذات التعرض الاعتيادي. ويجب أن يكون الحد الأعلى لمحتوى أيون الكلوريد في الخلطة الخرسانية مطابقاً للمتطلبات المذكورة في المدونة العراقية للخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304)[4].

6-2/2/3 المقاومة ضد القلويات (Alkalis Resistance)

يعد الركام مقاوماً للقلويات الموجودة في السمنت إما عند توافر خبرة سابقة تؤكد إستعماله في إنتاج خرسانة جيدة الأداء أو بواسطة تجارب مختبرية معتمدة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (42 لسنة 1984)[5] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة. وعندما يكون الركام قليل المقاومة للقلويات فيمكن إستعماله مع السمنت واطئ القلوية أو إضافة مواد بوزولانية إلى الخلطة الخرسانية التي تحتويه مثل أبخرة السيليكا المكثفة أو الرماد المتطاير أو الميتاكاؤلين.

6-2/2/4 المواد الخفيفة (Soft Materials)

يجب أن لا تزيد المواد الخفيفة على الحدود المذكورة في المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3].

6-2/2/5 المواد القابلة للتفتت (Friable Materials)

يشترط أن لا تزيد نسبة المواد القابلة للتفتت على الحدود المذكورة في المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة

1984)[3] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

6/2/2-6 المواد المارة من المنخل الذي مقاس فتحاته (75) مايكرون(Materials Passing Sieve No. 75)

يشترط ان لا تزيد نسبة المواد المارة من المنخل الذي مقاس فتحاته (75) مايكرون على الحدود المذكورة في الجدول (6-1/2) المأخوذ من آخر إصدار للمواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

الجدول 6-1/2: المواد الضارة في الركام[3].

المواد الضارة	الحد الاعلى المسموح به (%) بالوزن			
	الركام الخشن		الركام الناعم	
	حصى طبيعي	حجر مكسر	رمل طبيعي	رمل الحجر المكسر
المواد المارة من المنخل الذي مقاس فتحاته 75 مايكرون	3	3	5	15
المواد الخفيفة	1	1	1	1
نسبة الطين (المواد القابلة للتفتت)	2	2	1	1

3/2-6 خصائص الركام الميكانيكية والمعدنية

(Mechanical and Mineralogical Properties of Aggregate)

1/3/2-6 مقاومة السحج (Abrasion Resistance)

ان هذه الخاصية تؤخذ كمؤشر لنوعية الركام وهي ضرورية عند إستعماله في إنتاج الخرسانة في المناطق المعرضة للسحج كما في تبليط الطرق. وينفذ فحص مقاومة السحج بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (41 لسنة 1984)[6] باستعمال جهاز لوس انجلوس.

2/3/2-6 الثبات (Soundness)

هو قابلية الركام لمقاومة التغيرات الحجمية الناتجة من المؤثرات الفيزيائية كتناوب الإنجماد والذوبان وتناوب حالات الرطوبة والجفاف والتغيرات الحرارية. وينفذ فحص الثبات للركام المستعمل في الخرسانة بموجب آخر إصدار للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (44 لسنة 1984)[7] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

6-2/3/3 الخصائص الحرارية للركام (Thermal Properties of Aggregate)

يجب أن يكون معامل التمدد الحراري والحرارة النوعية والموصلية الحرارية للركام المستعمل في إنتاج الخرسانة ضمن الحدود المسموحة في المواصفة القياسية العراقية أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة لضمان الأداء الوظيفي للخرسانة.

6-2/4 التحليل المنخلي (Sieve Analysis)

6-2/4/1 تدرج الركام (Grading of Aggregate)

من الأمور المهمة وجوب معرفة تدرج كل نوع من أنواع الركام إضافة إلى وجوب السيطرة على ذلك التدرج.

6-2/4/1/1 الركام الخشن ذو المقاس المنفرد (Single Size Coarse Aggregate)

يوصف الركام الخشن بحسب مقاسات اسمية محددة، ويجب أن يكون ضمن الحدود المذكورة في المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3].

6-2/4/1/2 الركام الخشن المدرج (Graded Coarse Aggregate)

يكون الركام الخشن ذا مقاسات مدرجة وضمن الحدود المذكورة بحسب المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3].

6-2/4/1/3 الركام الناعم (Fine Aggregate)

يكون الركام الناعم ذا مقاسات مدرجة بحسب مناطق التدرج التي تحددها المواصفة القياسية العراقية المرقمة (30 لسنة 1984)[1] المبينة في الجدول (6-2/1). ولا يزيد مجموع الاختلافات المسموح بها عن حدود هذه النسب على (5%) وتشمل هذه الاختلافات النسب المرسوم تحتها خطوط فقط كما هو مبين في المواصفة. ويعتبر أي ركام ناعم متدرج يقع بالكامل ضمن حدود اي من مناطق التدرج المذكورة بالمواصفة ملائما للاستعمال في الخرسانة. ويجوز زيادة نسبة المواد المارة من المنخل الذي مقاس فتحاته (150) مايكرون في حالة رمل الحجر المكسر إلى (20%) على أن لا يؤثر ذلك على مجموع الاختلافات المسموح بها في المواصفة.

6-2/4/1/4 الركام الشامل (All-in-Aggregate)

يشترط أن يكون الركام الشامل ذا مقاسات مدرجة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] وضمن الحدود المذكورة فيها عند إجراء التحليل المنخلي عليه بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (30 لسنة 1984)[1]. المبينة في الجدول (6-2/2).

6-2/4/2 المقاس الأعلى والأقل من المعدل (Oversize & Undersize)

ليس من الممكن الالتزام الشديد بحدود المقاس للركام على الدوام لذلك يسمح بتواجد حبيبات من الركام ذات المقاس الأقل من المعدل (undersize) او حبيبات ذات المقاس الأعلى من المعدل (oversize) بنسب محددة، وقد حددت المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] هذه النسب بالنسبة للركام الخشن والناعم، حيث

يلاحظ أن ما يسمح به للمقاس الأعلى للركام الخشن يتراوح بين (5−15%) أما بالنسبة للمواد ذات المقاس الأصغر فيسمح بها بما يتراوح بين (5−10%).

3/4/2−6 المقاس الأقصى للركام (Maximum aggregate size)

حددت المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3] ثلاثة مقاسات بالنسبة للركام الخشن (5−40 مم) و(5−20 مم) و (5−14 مم) لتوصيف تدرجه مع ملاحظة انه كلما كبرت حبيبات الركام قلت المساحة السطحية المطلوب تبليلها لوزن الوحدة من ذلك الركام ولذلك فان تمديد تدرج الركام إلى مقاس أقصى واكبر يقلل من متطلبات الماء لخلطة خرسانة ذلك الركام بحيث انه لقابلية تشغيل معينة ومحتوى سمنت محدد يمكن تقليل نسبة الماء إلى السمنت وسيتبع ذلك زيادة في المقاومة. يشترط عند استعمال الركام الخشن في الخرسانة المسلحة أن يكون المقاس الأقصى للركام الخشن يلبي المتطلبات التالية (ACI 211.1-12):

(أ) أن لا يزيد على (5/1) أصغر جوانب القالب.

(ب) أن لايزيد على (4/3) المسافة الصافية بين قضبان حديد التسليح.

(ت) أن لايزيد على (3/1) سمك البلاطة أو العتبة (beam).

ويجب مراعاة التحديدات الأخرى المذكورة في مدونة الخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304)[4] ومدونة الخرسانة مسبقة الإجهاد (م.ب.ع. 312)[8].

الجدول 6−2/2: مقاسات وتدرج الركام الشامل[3].

مقاسات فتحات المنخل م ق ع 23	النسبة المئوية للمواد المارة من المنخل	
(مم)	للركام الشامل ذي المقاس الاسمي 40 مم	للركام الشامل ذي المقاس الاسمي 20 مم
75	100	−
37.5	100−95	100
20	80−45	100−95
4.75	50−25	55−35
0.6	30−8	35−10
0.15	6−0	6−0

6-3 الرمل القياسي المستعمل لمكعبات مونة السمنت (Standard Sand for Cement Mortar)

6-3/1 مجال الإستعمال (Applications)

تشترط المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2080 لسنة 1998)[9] إستعمال هذا النوع من الرمل في عمل مكعبات مونة السمنت المحضرة لإجراء الفحوص القياسية للسمنت التي تحددها المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[10].

6-3/2 التعريف (Definition)

هو رمل سيليكي طبيعي حبيباته شبه كروية ومن الصنف الأبيض غير المكسر مغسول أو معامل معاملة خاصة.

6-3/3 متطلبات أو خصائص الرمل (Sand Requirements)

6-3/3/1 محتوى الرطوبة (Moisture Content)

لا يزيد محتوى الرطوبة للنموذج على (0.1%) من الكتلة الجافة عند فحصه على وفق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (31 لسنة 1984)[11] الخاصة بتعيين الكثافة والكثافة النسبية (الوزن النوعي) وامتصاص الماء والفجوات في الركام.

6-3/3/2 التدرج (Grading)

يشترط أن يمر النموذج جميعه خلال منخل سعة فتحاته (850) مايكرون ولا يزيد المار منه خلال منخل سعة فتحاته (600) مايكرون على (15%) عند فحصه على وفق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (30 لسنة 1984)[1] الخاصة بتعيين مقاسات وشكل حبيبات الركام.

6-3/3/3 محتوى المواد القابلة للذوبان في الحامض

يجب أن لا يزيد الفقدان بالكتلة للنموذج المفحوص على (0.25%) عند استخلاصه بحامض الهيدروكلوريك الساخن.

6-3/4 التأشير (Labeling)

تؤشر العبوات بتأشيرات واضحة وثابتة بالمعلومات التالية: اسم المنتج او علامته التجارية ان وجدت مع بلد المنشأ او المرقمة المواصفة المعتمدة.

6-4 الرمال عالية السيليكا المستعملة في المسابك (High Silica Sand Used in Forges)

6-4/1 عام (General)

الرمال عالية السيليكا صخور رملية بيضاء نقية تحتوي على نسبة عالية من السيليكا تتكون بشكل رئيس من حبيبات معدن الكوارتز وتحتوي على كمية قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة. وتنتج الرمال منها بفعل عمليات التعرية الطبيعية على تجمعاته التي قد تكون بشكل فل أو بشكل ترسبات متجمعة ثم تجرى عليها عمليات تصفية

صناعية من (غسل، وتجفيف، وتصنيف) تعتمد على المصدر وعلى متطلبات السباكة المطلوبة. ومن مصادر الرمال عالية السيليكا الأخرى الرمل الطبيعي أو الرمل المكسر الناتج من تكسير أحجار رمال الكوارتز.

6-4/2 تصنيف الرمال عالية السيليكا (Classification of High Silica Sand)

تصنف المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2100 لسنة 1999)[12] الرمال عالية السيليكا إلى ثلاثة أصناف اعتمادا على محتوى السيليكا هي الصنف (أ) والصنف (ب) والصنف (جـ). وكل صنف بدوره يصنف إلى ستة أصناف فرعية إعتماداً على تدرج المقاس الحبيبي للرمل وكالآتي:

صنف (850-425) مايكرون، صنف (600-300) مايكرون ، صنف (425-212) مايكرون ، صنف (300-150) مايكرون ، صنف (212-106) مايكرون ، صنف (150-75) مايكرون.

6-4/3 المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للرمال عالية السيليكا

(Physical and Chemical Requirements of High Silica Sand)

6-4/3/1 تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2100 لسنة 1999)[12] متطلبات الرمل عالي السيليكا من خلال تحديد نسبة المواد الطينية والرطوبة والحدود الدنيا للسيليكا والحد الأعلى للشوائب مثل (الألومينا، أوكسيد الحديديك، أوكسيد الكالسيوم والقلويات) بالإضافة إلى نسبة مقدار الفقدان بالحرق كما موضح بالجدول (6-4/1).

6-4/3/2 حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2100 لسنة 1999)[12] محتوى المواد الطينية بأن لا يزيد مستوى الأطيان بالرمل من الصنف (أ) على (0.5%) ولا يزيد على (2%) للصنفين (ب) و (جـ) وبخلاف ذلك يجب الاتفاق بين الأطراف المعنية حول نسبة محتوى الأطيان المقبولة.

الجدول 6-4/1: المتطلبات الكيميائية للرمل عالي السيليكا[12].

الصنف	محتوى السيليكا (%)	محتوى الالومينا (%) كحد أعلى	محتوى اوكسيد الحديديك (%) كحد أعلى	محتوى اوكسيدي الكالسيوم والمغنيسيوم (%) كحد أعلى	محتوى القلويات (%) كحد أعلى	الفقدان بالحرق (%) كحد أعلى
أ	أكثر من 98	0.7	0.5	0.2	0.2	0.2
ب	98 -96.5	0.85	0.7	0.2	0.2	0.25
ج	96.5-95	1.0	0.8	0.2	0.2	0.3

6-4/3/4 كما حددت المواصفة درجة تلبيد الرمل لتتراوح بين (1250-1450 °س).

5/3/4-6 أما فيما يخص متطلبات النعومة للرمل عالي السيليكا فان المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2100 لسنة 1999)[12] تحدد الحد الأدنى المتبقي من المادة على المناخل كما بالجدول (6-2/4).

4/4-6 الملحق الاسترشادي (Guide)

تؤخذ نماذج الرمل عالي السيليكا المستعمل في المسابك لتحديد متطلباته الفيزيائية والكيميائية بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (921 لسنة 2000)[13].

الجدول 6-2/4: متطلبات النعومة للرمل عالي السيليكا[12].

الصنف	الجزء الرئيس من الرمل		الجزء الخشن من الرمل		الجزء الناعم من الرمل	
	مقاس فتحات المنخل (مايكرون)	نسبة المتبقي على مجموعة المناخل كحد أدنى	مقاس فتحات المنخل	نسبة المتبقي على مجموعة المناخل كحد أعلى	مقاس فتحة المنخل	نسبة المتبقي على مجموعة المناخل كحد أعلى
425-850	850 600 425	%70	3.35 مم	%2	212 مايكرون وانعم	%10
300-600	600 425 300	%70	3.35 مم 1.75 مم	%4	150 مايكرون وانعم	%8
212-425	425 300 212	%70	1.7 مم 850 مايكرون	%4	106 مايكرون وانعم	%6
150-300	300 212 150	%70	850 مايكرون	%4	75 مايكرون وانعم	%4
106-212	212 150 106	%70	850 مايكرون 600 مايكرون 425 مايكرون	%10	53 مايكرون وانعم	%5
75-150	150 106 75	% 70	600 مايكرون 425 مايكرون 300 مايكرون	%12	53 مايكرون وانعم	%7

5-6 الركام الصناعي (Artificial Aggregate)

هي مجاميع الركام التي يستحصل عليها بعمليات تصنيعية فهي لا توجد في الطبيعة. وتعرف أنواع الركام

الصناعي عادة بأسمائها التجارية وبالتالي فإن أفضل تصنيف لها هو المستند على المواد الأولية المستعملة وطريقة تصنيعها. ولذلك فهي تقسم إلى ثلاث مجموعات:

6-5/1 المجموعة الأولى: الركام الصناعي خفيف الوزن (First Group)

هي أنواع الركام المنتج بأسلوب تسليط الحرارة على الطين التمددي (expanded clay) والطين الصفائحي (shale) والصخر الصفائحي والطين الصفائحي الدياتومي وصخر البيرلايت (perlite) والزجاج البركاني الأسود (black volcanic glass) والفرمكيولايت (vermiculite)[14،ص155]. يستحصل على هذا الركام من خلال تسخين هذه المواد في فرن دوار (rotary kiln) لغاية بداية انصهارها، بدرجة حرارة (1000-1200 °س)، حيث تتمدد هذه المواد بسبب تكون الغازات التي بدورها تتبخر من كتلتها عندما تكون في حالة لزجة ملدنة بالحرارة. وبعد التبريد تحتفظ المواد المتمددة ببنية مسامية ذات وزن نوعي ظاهري اقل مما كانت عليه قبل التسخين، وقد يستعمل لبيدة الشاطئ (sinter strand) في الحصول على التمدد. وبعد عملية التسخين تكسر الكتلة المتمددة إلى المقاسات والتدرج المطلوب. ويتراوح الوزن النوعي للركام الخشن بين (1.2-1.5) وللركام الناعم بين (1.3-1.7)، أما الكثافة فتتراوح بين (650-900 كغم/م^3). ومن خلال هذه الخصائص فان هذه المجموعة من الركام الصناعي تقع ضمن حدود ومتطلبات الركام خفيف الوزن وتخضع لمتطلبات المواصفة البريطانية (BS EN 13055-1:2002)[15] التي تحدد متطلبات الكثافة الظاهرية بمقدار لا يزيد على (1200 كغم/م^3) و (960 كغم/م^3) للركام الناعم والخشن على التوالي، ومحتوى الكبريتات معبر عنه بالجذر (SO_3) بشكل عام لايزيد على (1%) وهذا المتطلب يزيد على حدود نسبة الكبريتات التي تشترطها المواصفة العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3]. إن متطلبات التدرج الحبيبي للركام الناعم المنتج من هذا النوع من المواد مبينة بالجدول (6-5/1). أما متطلبات تدرج الركام الخشن فهي مبينة في الجدول (6-5/2).

الجدول 6-1/5: تدرج الركام الناعم خفيف الوزن[14].

مقاس فتحات المنخل (مم) BS410	النسبة العابرة وزناً (%)	
	منطقة التدرج (L1)	منطقة التدرج (L2)
10.0	100	100
5.0	100-90	100-90
2.36	95-55	100-60
1.18	70-35	80-40
0.6	50-20	60-30
0.3	30-10	40-25
0.15	19-5	35-20

الجدول 6-2/5: تدرج الركام الخشن خفيف الوزن[14].

مقاس فتحات المنخل (مم) BS410	النسبة العابرة وزنا (%)					
	المقاس الاسمي للركام المدرج			المقاس الاسمي للركام ذي المقاس المنفرد		
	20 مم (20-5) مم	14 مم (14-5) مم	10 مم (10-2.36) مم	20 مم	14 مم	10 مم
37.5	100	--	--	100	--	--
20.0	100-95	100	--	100-85	100	--
14.0	--	100-95	100	--	100-90	100
10.0	60-30	90-50	100-85	25-5	45-20	100-85
5.0	10-0	15-0	50-15	5-0	10-0	35-15
2.36	--	--	15-0	--	--	5-0

6-5/2 المجموعة الثانية: ركام خبث الأفران الصناعية (Second Group)

وينتج ركامها من معالجة منصهرات خبث المعادن وبالأخص معدن الحديد، حيث ارتبط إنتاج الخبث مع إنتاج الحديد. والخبث هو ناتج عرضي لصناعة حديد الصب (pig- iron) على اختلاف طرائق صناعته، وهو مادة لا فلزية (non metallic) تتكون بشكل رئيس من خليط من (السيليكا، والالومينا، والمغنيسيا، والجير وأوكسيد الحديد). وتقدر كمية إنتاج الخبث بحوالي (0.3 – 1) طن لكل طن من حديد الصب المنتج بواسطة الفرن النفاخ. تختلف طرائق معالجة الخبث بحسب ما يتطلب إستعماله بالإضافة إلى تطور الدول المنتجة له، وتختلف طرائق إنتاجه ومعالجته بحسب المواد الأولية المستعملة. حيث ينتج في أفران الصهر العالية التي تستعمل خامات الحديد (iron ore) والمنتج منه يدعى خبث أفران الصهر العالية (blast- furnace slag)، أو ينتج الخبث من صهر الحديد المستعمل (scrap) كمادة أولية في الأفران القوسية الكهربائية (electrical arc furnace) وغيرها من الأفران ويسمى خبث الفولاذ (steel slag) وهذه الطريقة مستعملة في العراق.

6-5/2/1 طرائق معالجة الخبث وإنتاج الركام منه

(Treatment Methods of Slag and Aggregate Production)

إن خصائص الخبث تختلف بحسب المواد الأولية المستعملة في صناعة الحديد وطرائق معالجته، وعليه فإن كل طريقة ينتج منها خبث ذو خصائص وصفات مختلفة تتحدد على أساسها مجالات إستعمالاته. إن طرائق المعالجة المعروفة هي:

6-5/2/1/1 التبريد البطيء للخبث (Slow Cooling of Slag)

يبرد منصهر الخبث بصورة بطيئة بعدة أساليب منها: سكب منصهر الخبث في حفر أو قنوات قليلة العمق، أو سكبه على حافة مائلة ووضعه في مغرفة كبيرة (ladles) إلى إن يكتمل تصلبه وبعدها يتخلص منه. وهذه الطرائق تعطي الوقت اللازم لتصلب المنصهر وتكوين الشكل البلوري (crystal form) لبلوراته التي قد يصل مقاسها إلى (3 مم)، وهذا ينعكس سلبياً على الخصائص السمنتية. ولذا يفضل إستعماله كركام في خرسانة إكساء الطرق.

ويمتاز خبث أفران الصهر العالية المعالج بهذه الطريقة بكثافته العالية وتركيب بلوري مستقر. ولكن قد يتكون فيه ثنائي سيليكات الكالسيوم (calcium ortho silicate) بهيئة (γ،β) والذي قد يجعله غير مستقر كيميائيا والذي يتحول إلى الطور (γ) وهذا التحول مصحوب بزيادة حجمية تؤدي إلى تفتت الخبث (dusting). إن هذا التحول لا يحدث إلا في حالة كون نسبة أوكسيد الكالسيوم (lime) في الخبث عالية تصل إلى (42 – 43 %). ولذلك تحدد متطلبات الثبات (soundness) لهذا الخبث من خلال تحقق إحدى المعادلتين التاليتين أو كلاهما اعتماداً على نسب الأكاسيد المكونة للخبث[16]:

$$CaO + 0.8MgO \leq 1.28SiO_2 + 0.4Al_2O_3 + 1.76SO_3 \quad \text{.....1/5-6}$$

$$CaO \leq 0.9SiO_2 + 0.6Al_2O_3 + 1.75SO_3 \quad \text{.....2/5-6}$$

كذلك تستوجب متطلبات الكثافة الظاهرية بأن لاتقل عن (1250 كغم/م^3) ونسبة الأملاح الكبريتية معبر عنها بـ (SO_3) بمقدار يجب أن لاتزيد على (0.7%) ومقدار الامتصاص الكلي لايزيد على (10%). وتحدد متطلبات التدرج الحبيبي للركام الخشن بحسب الجدول (6-3/5).

الجدول 6-3/5: تدرج الركام الناتج من تكسير خبث أفران الصهر العالية المبرد بالهواء.

مقاس فتحات المنخل (مم) BS410	النسبة العابرة وزناً (%)			ركام ذو مقاس منفرد single size aggregate (بدون مواد ناعمة) النسبة العابرة (%)
	المقاس الإسمي للركام المتدرج			
	5 مم -40 مم	5 مم-20 مم	5 مم-14 مم	20 مم
37.5	100-95	100	--	--
20.0	70-35	100-95	100	100
14.0	--	--	100-90	--
10.0	40-10	60-30	85-50	5-0
5.0	5-0	0.5	5-0	--

أما فيما يخص خبث الفولاذ فلا توجد مواصفات محلية أو عالمية تغطي متطلباته الفيزيائية والكيميائية.

6-5/2/1/2 التبريد السريع للخبث (Rapid Cooling of Slag)

إن طريقة التبريد السريع تتمثل بتسريب الحرارة العالية لمنصهر الخبث في اقل مدة ممكنة لمنع تكوين الطور البلوري للخبث وجعله ذا شكل وطور زجاجي (glass phase) من خلال خفض درجة حرارته من (1600°س) إلى مستوى اقل من (800 °س) لان الخبث يبدأ في إعادة التبلور بين درجتي الحرارة (800-900 °س)، وتختلف طرائق التبريد السريعة تبعاً لحاجة وخصائص الخبث المراد الحصول عليه. وهذه الطرائق مع أنواع الخبث الناتج منها هي:

(أ) الخبث التمددي أو الرغوي (Foam or Expanded Slag): تتم المعالجة من خلال ضخ كمية ماء محدده في منصهر الخبث، وبعدها يتبخر الماء نتيجة الحرارة العالية تاركاً فراغات مفتوحة وأخرى مغلقة داخل الكتلة المتصلبة من الخبث، التي ستصبح ذات بنية مسامية وفراغات خلوية (cellular). ويمتاز هذا النوع من الخبث بقابليته العالية لإمتصاص الماء وكثافته الواطئة ولذا يستعمل بشكل رئيس كركام خفيف الوزن فيكسر إلى الأحجام المطلوبة. إن الكثافة الظاهرية للركام الناتج من هذه المعالجة لخبث أفران الصهر العالية لن تزيد على

(800 كغم/ م^3) للركام الخشن و (1120 كغم/ م^3) للركام الناعم. ومحتوى الكبريتات فيه لا يزيد على (1 %) معبر عنه بشكل الجذر (SO_3) ومتطلبات التدرج للركام الناعم والخشن هي بحسب الجدول (6–4/5).

(ب) الخبث المحبب (Granulated Slag): ينتج الخبث المحبب فقط من خبث أفران الصهر العالية من خلال تعريض مجرى منصهر الخبث إلى بثق من الماء والهواء (air and water jet) بكمية كبيرة وتبلغ نسبة (الماء/الخبث) من (1/4) الى (1/10) من اجل خفض درجة حرارة المنصهر بشكل سريع وتصلبه ومنع تكوين الطور البلوري والحصول على الطور الزجاجي، لكن في هذه الطريقة يكون محتوى الرطوبة عالياً في الخبث، وبالتالي لا بد من إستهلاك طاقة عالية لتجفيفه والتقليل من محتوى رطوبته من (8%) إلى (0.3%) قبل الطحن. وهذه الطريقة تستعمل بشكل واسع لمعالجة الخبث المستعمل كمادة سمنتية بعد طحنه بسبب توفيرها خبث ذي محتوى زجاج عالٍ ولكن بسبب كلفتها العالية للمعالجة لا يستعمل ركام الخبث المحبب كركام في إنتاج الخرسانة.

(ت) الخبث المكور (Pelletized Slag): ينتج الخبث المكور فقط من خبث أفران الصهر العالية من خلال تعريض مجرى منصهر الخبث إلى بثق ماء (water jet) ومن ثم إمراره على طبلة دوارة وهزازة فيقذف لمسافة معينة في الهواء، ونتيجة لفقدان الحرارة العالية والشد السطحي تتكون حبيبات مكورة من الخبث. ويمتاز هذا النوع من الخبث بمحتوى زجاج عالٍ ونسبة رطوبة قليلة وبالتالي إمتلاكه خصائص سمنتية ممتازة. ويذكر أن مسامية الخبث المكور تكون أعلى فهو أخف وزنا من الخبث المحبب ولذا يحتاج إلى صرف طاقة أقل عند طحنه للحصول على خبث ذي نعومة عالية يمكن خلطه مع السمنت لصناعة سمنت – الخبث بأنواعه المختلفة. وهذه الطريقة تستعمل في الغالب لإنتاج خبث يستعمل كمادة سمنتية بسبب توفيرها محتوى زجاج عالٍ. وبسبب الكلفة العالية للمعالجة لا يستعمل ركام الخبث المكور كركام في إنتاج الخرسانة.

6–3/5 المجموعة الثالثة: ركام مخلفات الأفران الصناعية (Third Group)

يوجد أنواع أخرى من الركام الصناعي مثل ركام الكلنكر الذي يعرف بالسندر (cinder) وهي مخلفات الفحم المحروق، الذي ينتج من مخلفات الأفران الصناعية ذات درجة الحرارة العالية والمحروقة جيدا، حيث يصهر أو يلبد لتحويله إلى كتل. ومن الضروري أن يكون الكلنكر خاليا من الأنواع الضارة او غير المحترقة من الفحم، وإلا فإنه سيعاني من التمدد لاحقاً مما يجعل الخرسانة عديمة الثبات. وقد حددت المواصفة البريطانية (BS 3797-1990)[15] حدودا لقيمة الفقدان بالحرق مع نسبة الكبريتات القابلة للذوبان لهذه الأنواع من الركام بحسب نوعية الخرسانة.

الجدول 6-4/5: تدرج الركام الناعم والخشن الناتج من تكسير خبث أفران الصهر العالية الرغوي للخرسانة المرصوصة بالكامل[15].

مقاس فتحات المنخل (مم) BS410	النسبة العابرة بالوزن (%)	
	الركام الناعم المقاس الاسمي اقل من (3 مم)	الركام الخشن المقاس الاسمي (3 مم -14 مم)
20.0	100	100
14.0	100	100 - 90
10.0	100	100 - 60
5.0	100 - 90	45 - 10
2.36	100-70	10 - 0
1.18	90 - 45	-
0.6	60 - 20	-
0.3	30 - 10	-
0.15	20 - 5	-

كذلك يوجد نوع آخر من الركام الصناعي يعرف باللايتاج (lytage) الذي هو ذو كثافة كلية تقارب (1000 كغم/م^3) وأجزاؤه الناعمة قد تصل كثافتها لغاية (1200 كغم/م^3). ويصنع من رماد الوقود المسحوق (pulverized fuel ash) أو الرماد المتطاير وهو عبارة عن مخلفات ناعمة التجزئة ناتجة من احتراق الفحم المسحوق في المراجل الحديثة مثل محطات الطاقة، حيث يرطب الرماد فيصبح على هيئة كريات ومن ثم يلبد بفرن ملائم كما إن الكميات الصغيرة من الوقود غير المحروقة المتواجدة في الرماد تساعد بإحتراقها على استمرار عملية التلبيد، بدون الحاجة لإضافة وقود وستنتج من هذه العملية عقد ملبدة تمثل ركاماً مدوراً وهو مايعرف بـ (اللايتاج).

وتخضع المواد المنتجة من هذه الأنواع إلى المواصفات القياسية المحلية أو العالمية بموجب كثافات تلك المواد من مجموعة المتطلبات لكل نوع عند استعمالها في إنتاج الخرسانة.

إن المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للركام خفيف الوزن للخرسانة الإنشائية للمجموعات الثلاث السابقة كالتالي[15]:

6-5/3/1 الفقدان بالحرق لايزيد على (5%) بالفحص بأسلوب الفحص القياسي للسمنت.

6-5/3/2 مقدار التبقيع: لا يزيد مقدار البقعة إلى نسبة تزيد على (1.5 ملغم/200 غم) من وزن النموذج.

6-5/3/3 مقدار كتل الطين لا تزيد على (2%) من كتلة النموذج.

6-5/3/4 لاتزيد الكثافة للركام الناعم على (1120كغم/م^3) وللركام الخشن على (880 كغم/م^3) وللركام الشامل على (1040 كغم/م^3).

6-5/3/5 أما التدرج الحبيبي فهو كما موضح في الجدول (6-5/5).

الجدول 6-5/5: متطلبات الركام خفيف الوزن المستعمل في الخرسانة الإنشائية[15].

مقاس فتحات المنخل (مم)	النسبة العابرة بالوزن (%)						
	الركام الناعم المقاس (مم)	الركام الخشن المقاس الاسمي (مم)				الركام الشامل المقاس الاسمي (مم)	
	4.75-0	25-4.75	19-4.75	12.5-4.75	9.5-2.36	12.5-0	9.5-0
25.0	--	100-95	100	--	--	--	--
19.0	--	--	100-90	100	--	100	--
12.5	--	60-25	--	100-90	100	100-95	100
9.5	100	--	50-10	80-40	100-80	--	100-90
4.75	100-85	10-0	15-0	20-0	40-5	80-50	90-65
2.36	--	--	--	10-0	20-0	--	65-35
1.18	80-40	--	--	--	10-0	--	--
0.3	35-10	--	--	--	--	20-5	25-10
0.15	25-5	--	--	--	--	15-2	15-5
0.075	--	10-0	10-0	10-0	10-0	10-0	10-0

6-6 الركام الطبيعي خفيف الوزن (Natural Light Weight Aggregate)

يمتاز هذا الركام بخفة وزنه ومساميته العالية التي بدورها تؤدي إلى وزن نوعي ظاهري قليل. أنواعه الرئيسة هي الدياتومايت (diatomite) والبيومس (pumice) والسكوريا (scoria) إضافة إلى الجمر البركاني (volcanic lava) وفتات مقذوفات البراكين (volcanic ash dust). ان هذه الأنواع ذات تواجد محدود مقارنةً مع باقي انواع الركام الطبيعي وبالتالي فان استعمالها محدود. ان البيومس ذو لون فاتح وهو عبارة عن زجاج بركاني أشبه

بالرغوة وتتراوح كثافته الظاهرية بين (500–900 كغم/م^3) ويصنع منه خرسانة خفيفة الوزن بكثافة تتراوح بين (800–1400 كغم/م^3) وتمتاز بالامتصاص والانكماش العاليين.

أما السكوريا فهي عبارة عن صخور زجاجية إسفنجية أشبة بالجمر الصناعي، يؤدي استعمالها إلى إنتاج خرسانة ذات خصائص مشابهة للخرسانة المنتجة من أحجار البيومس.

وتخضع منتجات هذا الركام لمتطلبات المواصفة البريطانية (BS ISO 3797-1990)[16] وكذلك للمواصفة القياسية العراقية.

6–7 الرمل والحصى المستعملان في مرشحات تصفية المياه

(Filter sands and filter gravels for water purification filters)

تستعمل أنواع خاصة من الرمل والحصى المستعمل في المرشحات (filters) لازالة المواد العالقة في المياه في أثناء عملية معالجتها وتهيئتها للشرب. ومن المواصفات المطلوبة في رمل وحصى المرشحات أن تكون الحبيبات صلدة ومتينة ومكونة بشكل رئيس من السيليكا وذات شكل كروي تقريبا.

6–7/1 المتطلبات الفيزيائية والكيميائية لرمل وحصى المرشحات

يجب أن يلبي كل من رمل وحصى المرشحات متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1555 لسنة 2002)[17] التالية:

6–7/1/1 المقاسات (Sizes): حددت المواصفة حدود المقاسات الحبيبية والنسب المسموح بها في المقاسات المتبقية على المنخل الاعلى والمار من المنخل الادنى وكتلة النموذج المطلوب تحديده.

6–7/1/2 القطر الفعال (Effective Diameter): يشترط أن يطابق القطر الفعال للرمل المستعمل في المرشحات المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1555 لسنة 2002)[17].

6–7/1/3 الكثافة الحبيبية (Granular Density): تتراوح قيمتها بين (2500– 2670 كغم/م^3).

6–7/1/4 معامل الانتظام: لا يزيد معامل الانتظام للرمل على (1.5).

6–7/1/5 نسبة السيليكا (Silica Percentage): لاتقل نسبة السيليكا عن (90%) في كتلة الرمل ولاتقل عن (80%) في كتلة الحصى.

6–7/1/6 الشوائب (Impurities): عدم احتوائه على مواد عضوية يمكن ملاحظتها، هذا بالنسبة للرمل وحصى الترشيح ذي المقاس لغاية (8 مم). كذلك لاتزيد نسبة المواد القابلة للذوبان في الماء (الكبريتات) والتي يمكن أن تضر بصحة الانسان على (1%).

6–7/2 المواد الضارة (Deleterious Substances)

نسبة المواد المارة من منخل سعة فتحاته (75) مايكرون لاتزيد على (2%) من كتلة الرمل والحصى.

6-3/7 الذوبان في حامض الهيدروكلوريك (HCl) (Dissolution in Hydrochloric Acid)

يجب ان لاتزيد نسبة الذوبان على (2%) من كتلة الرمل ولاتزيد على (5%) من كتلة الحصى ذي المقاس الأصغر (10 مم) ولاتزيد على (1%) من كتلة الحصى ذي المقاس (10 مم) أو أكبر.

6-8 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1981/30، " *تعيين مقاسات وشكل حبيبات الركام*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1981.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1980/29، " *طرائق أخذ نماذج الركام الناعم والمواد المالئة الصخرية المستعملة في الانشاءات*"، جمهورية العراق، 1980.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/45، "*ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة وفي البناء*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[4] م.ب.ع. (مدونة بناء عراقية) 304، "*الخرسانة المسلحة والعادية*"، وزارة الإعمار والإسكان، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/42، "*قابلية الركام الناعم والخشن المستعمل في الخرسانة للتفاعلات القلوية*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/41، " *فحص السحج للركام باستعمال جهاز لوس انجلوس*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/44، " *تعيين الثبات للركام الناعم والخشن المستعمل في الخرسانة*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[8] م.ب.ع. (مدونة بناء عراقية) 312، "*الخرسانة سابقة الجهد*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/2080، " *الرمل القياسي المستعمل لمكعبات مونة السمنت*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/5، "*السمنت البورتلاند*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/31، "*تعيين الكثافة والكثافة النسبية (الوزن النوعي) وامتصاص الماء والفجوات في الركام*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[12] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1999/2100، "*الرمال العالية السيليكا المستعملة في المسابك*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1999.

[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/921، *أخذ نماذج الرمال العالية السيليكا المستعملة في المسابك*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[14] الخلف مؤيد نوري، يوسف هناء عبد، "*تكنلوجيا الخرسانة*"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجامعةالتكنولوجية، جمهورية العراق، 1984.

[15] BS EN 13055-1:2002, "*Specification for Lightweight Aggregate for Masonry Units and Structural Concrete*", UK, 2002.

[16] BS 3797, "*Specification for Clinker and Furnace Bottom Ash Aggregate*", UK, 1990.

[17] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2002/1555، "*الرمل والحصى المستعمل لمرشحات تصفية المياه*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

الباب 7

الزجـاج (Glass)

7–1 عام (General)

يشمل هذا الباب أنواع الزجاج المستعمل في الصناعة الإنشائية والطابوق الزجاجي.

7–2 أنواع الزجاج (Types of Glasses)

7–1/2 الزجاج العادي (Ordinary Glass)

ويشمل :

7–1/1/2 الزجاج المسطح العادي (Flat Glass – Flat Sheet)

وهو زجاج ذو وجه مسطح شفاف ناتج من عملية السحب الآني ويحتوي على بعض التموجات بالرغم من سطحه المستوي. ويصنف هذا النوع بحسب السمك ويشترط أن يكون التفاوت المسموح به بالسمك وفي بقية الأبعاد كما في الجدول (7–1/2). ويجب أن تتحقق في هذا الزجاج المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1318 لسنة2001)[1] والتي تشمل الشوائب والفقاعات والتعرجات والخدوش والبقع والتموج والتقوس.

الجدول 7–1/2: أسماك وتفاوتات الزجاج المسطح العادي[1].

السمك الشائع (مم)	التفاوت في السمك (مم)	التفاوت المسموح به في الأبعاد (الطول والعرض) (مم)	الوزن التقريبي لوحدة المساحة (كغم / م^2)
2	0.2±	1.5±	5
3	0.3±	1.5±	7.5
4	0.3±	1.5±	10
5	0.3±	2.0±	12.5
6	0.4±	2.5±	15
8	0.4±	2.5±	20
10	0.4±	2.5±	25
12	0.4±	2.5±	30
15	0.4±	2.5±	37.5
19	0.4±	2.5±	47.5
25	0.4±	2.5±	62.5

7-2/1/1/1 النمذجة (Sampling)

تؤخذ نماذج الزجاج المسطح العادي من كل إرسالية من نوع واحد وسمك واحد، ويتوقف عدد النماذج التي تؤخذ للفحص على عدد ألواح الإرسالية كما مبين في الجدول (7-2/2).

الجدول 7-2/2: النماذج المطلوبة لفحص الزجاج المسطح العادي بحسب عدد ألواح الإرسالية[1].

عدد ألواح الإرسالية	عدد نماذج الفحص	عدد النماذج غير المطابقة المسموح بها
1- 20	الكل	لا يسمح بشئ
21- 100	20	أقل من 4
101- 500	30	أقل من 5
501- 1500	40	أقل من 6
1501- 3000	50	أقل من 8
3001- 5000	70	أقل من 10
5001- 10000	80	أقل من 11
أكثر من 10000	100	أقل من 14

7-2/1/2 الزجاج المسطح الملون (Colored Flat Glass)

وهو زجاج مسطح وشفاف تضاف إلى مكوناته في أثناء التصنيع أكاسيد خاصة لغرض إعطائه اللون المطلوب أو التظليل اللازم لإمتصاص أشعة الشمس. ويستعمل هذا الزجاج لأغراض معمارية جمالية خاصة بالمظهر الخارجي للأبنية ويمكن استعماله في داخل الأبنية كما هو الحال في الأبواب والمرايا والديكورات.

7-2/2 الزجاج المعوم والمصقول

ينتج هذا النوع من الزجاج على وفق المواصفة البريطانية (BS EN 952:1999)[2]. ويكون ذا مظهر شفاف، وله سطحان متوازيان، ويجب أن يعطي رؤية واضحة وغير مشوهة. ويكون انتاجه بوضع الزجاج الساخن على سائل ساخن ذي كثافة أعلى من الزجاج.

تصنف أنواع هذا الزجاج بحسب السمك إلى الأسماك التالية (3، و4، و5، و6، و8، و10، و12، و15، و19 مم) ويشترط أن لا يزيد التفاوت بالسمك على ما مبين في الجدول (7-3/2).

يجب أن يلبي هذا الزجاج المتطلبات الخاصة بالفقاعات والشوائب وعدم إنتظام السطح والخطوط الشعرية والتشقق والتموج والتقوس، لايزيد التفاوت في الطول والعرض على ما مبين في الجدول (7-4/2) كما ذكر في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1318 لسنة 2001)[1].

الجدول 7-3/2: التفاوت المسموح به في سمك الزجاج المعوم والمصقول[1].

السمك (مم)	التفاوت المسموح به (مم)
3	±0.3
4	±0.3
5	±0.6
6	±0.6
8	±0.6
10	±0.8
12	±0.8
15	±0.8
19	±0.8

الجدول 7-4/2: التفاوت المسموح به في الطول والعرض للزجاج المعوم والمصقول[1].

الصنف بحسب السمك (مم)	التفاوت المسموح به (مم)	
	3 م وأقل	أكبر من 3 م لغاية 5 م
3	±1	±2
4	±2	±2
5	±2	±2
6	±2	±2
8	±2	±2
10	±2	±4
12	±3	±4
15	±3	±5
19	±5	±6

7–2/3 الزجاج المنقوش (Carved Glass)

يجب أن يكون الزجاج نصف شفاف وأحد سطحيه منقوشاً بطريقة الضغط على عجينة الزجاج المنصهر، وتتوقف درجة الشفافية على طبيعة النقشة.

يصنف الزجاج المنقوش بحسب السمك إلى الأسماك التالية (2، و4، و6 مم) ويكون التفاوت بالسمك كما في الجدول (7–2/5). أما التفاوت في الطول والعرض فيكون بحسب الجدول (7–2/6).

يشترط أن تتحقق في هذا الزجاج المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1318 لسنة 2001)[1] والتي تشمل الفقاعات والشوائب والعيوب الظاهرة والتقوس والتثلم والشقوق).

الجدول 7–2/5: التفاوت المسموح به في سمك الزجاج المنقوش[1].

الصنف (مم)	السمك (مم)	التفاوت المسموح به (مم)
2	2.0	±0.3
4	4.0	±0.4
6	6.0	±0.5

الجدول 7–2/6: التفاوت المسموح به في الطول والعرض للزجاج المنقوش[1].

الصنف (مم)	التفاوت المسموح به (مم)
2	±1
4	±2
6	±2

7–2/4 النمذجة (Sampling)

يجب أخذ نماذج الزجاج بصورة عشوائية ولكل أنواع الزجاج.

7–2/5 الفحص والمطابقة (Testing and Conformity)

تفحص النماذج على وفق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1318 لسنة 2001)[1] وتعتبر الوجبة مطابقة ومقبولة اذا اجتازت النماذج (بحسب كل نوع) جميع الفحوص.

7–3 الزجاج المسلح (Wired Glass)

ينتج الزجاج المسلح المقوى بأسلاك بوضع شبكة معدنية من أسلاك الفولاذ في داخله خلال صناعته ويجب

لحام جميع نقط تقاطعات شبكة السلك ذات الفتحات المربعة التي يكون طول ضلعها (12 مم). وذلك طبقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1608 لسنة 1991)[3].

يعد هذا النوع من الزجاج أميناً لتوفيره الحماية المناسبة ضد انتشار الحريق وكذلك التشظي. ويكون على نوعين بحسب المظهر. الأول المسلح العادي والثاني المسلح المنقوش.

7-3/1 المظهر العام (General Appearance)

(أ) تتكون الشبكة السلكية من الفولاذ الكاربوني بقطر لا يقل عن (0.4 مم) أو قد تكون من فولاذ خاص بقطر لا يقل عن (0.3 مم)، تغمر كليا في لوح الزجاج بعمق لا يقل عن (1 مم) عن السطح ويجب أن لا تكون مكشوفة في أي موضع.

(ب) يشترط أن لا تحتوي الشبكة السلكية على أسلاك مقطوعة تزيد على ثلاثة أسلاك لكل (1 م^2) من الزجاج المسلح.

7-3/2 الفحوص (Tests)

يشترط مطابقة الزجاج المسلح المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1608 لسنة 1991)[3] فيما يخص النقوش والشوائب والشقوق والتثلم والتفاوت بالأبعاد ومقاومة اللهب. تفحص النماذج لكل وجبة على حدة لبيان مقدار مطابقتها للمواصفة ويكون عدد النماذج المأخوذة عشوائياً للفحص كما في المواصفة العراقية المرقمة (1608).

7-3/3 الفحص والمطابقة (Testing and Conformity)

تفحص النماذج بحسب طرائق الفحص المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1608 لسنة 1991)[3] ويجب أن تجرى فحوص المتطلبات بمرحلتين ويعتبر الزجاج غير مطابق اذا كان لا يلبي المتطلبات المذكورة في المواصفة.

7-3/4 النمذجة (Sampling)

تكون النمذجة بحسب حجم الدفعة على أن تؤخذ النماذج بصورة عشوائية وكما مبين في الجدول(7-3/1).

الجدول 7-1/3: عدد النماذج المطلوبة لفحص الزجاج المسلح[3].

كمية الدفعة (عدد الألواح)	كمية النموذج (عدد الألواح)	عدد النماذج لفحص مقاومة اللهب	عدد النماذج للفحوص الأخرى				
			المرحلة	عدد النماذج لكل مرحلة	النموذج المتراكم	عدد القبول *	عدد الرفض **
لحد 100	12	2	الأولى	5	5	0	2
			الثانية	5	10	1	2
101- 200	19	3	الأولى	8	8	0	3
			الثانية	8	16	3	4
301- 500	30	4	الأولى	13	13	1	4
			الثانية	13	26	4	5
501-1000	45	5	الأولى	20	20	2	5
			الثانية	20	40	6	7
1001 فما فوق	70	6	الأولى	32	32	3	7
			الثانية	32	64	8	9

*** العدد الأكبر من النماذج الفاشلة التي تكفي لقبول الدفعة.**

**** العدد الأقل من النماذج الفاشلة التي تكفي لرفض الدفعة.**

7-4 ألواح الزجاج (Glass Plate)

هي تلك الألواح المستعملة في الأعمال الثانوية وفيها تشوش في الرؤية والانعكاس. تنتج طبقاً للمواصفة البريطانية (BS EN 952:1999)[2] ويكون سطحا اللوح مستويين ومتوازيين غالباً.

7-5 الزجاج الخلوي المستعمل للعزل الحراري (Cellular Glass for Thermal Insulation)

هي ألواح تتكون من طبقتين أو أكثر من الزجاج، معزولة بإحكام على كامل المحيط الخارجي، ويعبأ الفراغ بينهما بهواء جاف عادةً، ولكن يمكن استعمال غازات أخرى لتعبئة الفراغ لتحسين خاصية العزل الحراري.

يكون الزجاج الخلوي المستعمل لأغراض العزل الحراري في المباني مطابقا للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1475 لسنة 1990)[4].

7–6 الزجاج العاكس للحرارة (الزجاج المطلي) (Coated Glass)

يطلى هذا الزجاج لاجل إجراء تعديل لخاصية أو أكثر من خصائصه مثل:

7–6/1 الانعكاس ونفاذ الضوء.

7–6/2 انعكاس حرارة الشمس ونفاذها.

7–6/3 قدرة السطح النسبية على إطلاق الحرارة بالإشعاع.

توجد مواصفة أوربية وحيدة للزجاج المطلي (DIN EN 1096-1/1998)[5] ولذلك لا يمكن التوصيف إلا من خلال منتجات الشركات الصانعة للزجاج فقط.

يجب الرجوع إلى المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6] فيما يخص الأنواع الأخرى من الزجاج.

7–7 تركيب الزجاج

يجب القيام بعملية تركيب الزجاج بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7–7/1 معجون تثبيت زجاج النوافذ (Putty for Use on Window Glass)

إن المعجون هو المادة الرئيسة والشائعة التي تستعمل عادةً في تثبيت الأعمال الزجاجية. وهو عبارة عن معجون صلب مصنوع من مسحوق الطباشير النقي (whiting) مع زيت بذر الكتان ويجب أن يكون مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (544)[7].

وكذلك يمكن استعمال مواد سائلة خاتمة (sealers) تسد مسامات القاعدة الصلبة التي سيثبت الزجاج عليها لكي لا يُمتَص الزيت من معجون تثبيت الزجاج المستعمل. وتستعمل هذه المواد للسماح بتمدد الزجاج وعزله عن ملامسة السطوح الصلبة وتكون خاضعة لموافقة الجهة المشرفة.

يشترط أن يحقق معجون تثبيت الزجاج المستعمل على النوافذ الخشبية أو المعدنية وفي ملء الشقوق والثقوب متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (477 لسنة 1987)[8] ومتطلباتها المبينة في الجدول (7–7/1).

7–7/2 التركيب باستعمال الأشرطة الخاتمة (Seal Gaskets)

يجب القيام بعملية تركيب الزجاج بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7–7/2/1 الأشرطة الخاتمة المطاطية الخلوية (Cellular Elastomeric Gaskets)

تكون الأشرطة الخاتمة المطاطية الخلوية أو المنفذة المستعملة في أعمال الزجاج مطابقة للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C509-2011)[9].

7–7/2/2 الأشرطة الخاتمة المطاطية المصمتة (Dense Elastomeric Gaskets)

تكون الأشرطة الخاتمة المطاطية المصمتة المستعملة في أعمال تركيب الزجاج مطابقة للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C864-2011)[10].

7–7/2/2/1 تستعمل الأشرطة ذات المقاسات المناسبة للأخاديد بحسب إرشادات الشركة المصنعة بحيث يتحقق

الحصول على كتيمية تامة ضد تسرب الماء والهواء.

7-7/2/2/2 يحظر استعمال الأشرطة التي يلاحظ وجود ثقوب أو شقوق أو تمزقات فيها.

7-7/2/2/3 يجب ألا تقل نسبة انضغاط الأشرطة الكاتمة بعد تركيب الألواح الزجاجية عن (15%).

الجدول 7-7/1: متطلبات معجون تثبيت الزجاج على النوافذ الخشبية أو المعدنية[8].

ت	المتطلبات الأساسية	حدود المواصفة
1	المظهر العام	تكون المادة على شكل عجينة متجانسة خالية من المواد الخشنة ولا تحتوي على شوائب مرئية.
2	التركيب	يتكون المعجون من خليط متجانس من ممدات وزيوت أو راتنجات ملائمة وبنسبة كافية لتكوين عجينة تطابق متطلبات هذه المواصفة وتكون المواد الصلبة المستعملة خالية من الشوائب التي يزيد مقاسها الحبيبي على (300) مايكرون.
3	خصائص الاستعمال	يكون المعجون بعد دعكه ذا مرونة جيدة عند الاستعمال وله خاصية عدم الالتصاق باليد مما يسهل استعماله تحت السكين بدون أن يتكسر أو يتشقق أو يتجعد ويعطي أعلى درجة من الالتصاق على السطح المستعمل عليه.
4	درجة التصلب	ينبغي أن لا تقل النفاذية لفترة (5) ثوان عن (2 مم) ولا تزيد على (12 مم).
5	ثبات الشكل	ينبغي أن لا تترهل المادة أو تسيل عند درجة حرارة (60 °س) ولمدة (144 ± 4) ساعة.
6	خصائص الحفظ وثبات الخزن	ينبغي أن لا يتصلب المعجون أو يتكتل عند خزنه في أوعيته الأصلية غير المفتوحة لمدة لا تتجاوز ثلاثة شهور في ظروف حرارة المحيط الاعتيادية.
7	التعبئة	تعبأ المادة في عبوات مناسبة أو بحسب الاتفاق بين الأطراف المعنية.
المتطلبات الاختيارية		
8	اللون	تستعمل اقل كمية من الخضاب بما يلائم المادة ويعطيها اللون المناسب أو بحسب الاتفاق بين الأطراف المعنية.

7-3/7 تثبيت الألواح الزجاجية على الجدران

تثبت الألواح الزجاجية بشكل عام على الجدران أو المساند الخلفية أو ما شابهها باستعمال المسامير الملولبة (البراغي) (screws) أو المشابك (clips) أو الأشرطة الحاملة (cover strips). ويجب القيام بعملية تركيب الزجاج بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7-4/7 التثبيت باستعمال المسامير الملولبة (البراغي)

يجب القيام بعملية تركيب الزجاج بإستعمال المسامير الملولبة (البراغي) بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7-5/7 التثبيت باستعمال الأشرطة الحاملة

7-5/7/1 تكون الأشرطة الحاملة مصنوعة عادةً من الخشب أو المعدن أو اللدائن.

7-5/7/2 تثبت الأشرطة الحاملة على الجدران أو المساند الخلفية باستعمال أدوات ملائمة للتثبيت.

7-5/7/3 يجب أن لا يقل الفراغ (الخلوص) الطرفي عن (2 مم) ولا يزيد على (4 مم).

7-5/7/4 يراعى ما ذكر في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7-6/7 التثبيت باستعمال المشابك (Clips)

7-6/7/1 تستعمل المشابك لتثبيت الألواح الزجاجية التي لا تزيد مساحتها على (0.5 م^2)، أما بالنسبة للألواح ذات المساحات الأكبر فيحظر استعمال المشابك كوسيلة منفردة لتثبيتها.

7-6/7/2 يراعى ما ورد في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[6].

7-8 الطابوق الزجاجي (Glass Bricks)

هو قطع بنائية زجاجية بوجه واحد أو وجهين زجاجيين ومجوفة من الداخل، ينتج بأبعاد وأشكال متعددة وقد يكون الوجه مربعاً أو مستطيلاً. وسمكه يتراوح بين (8 – 12 سم). يستعمل للأغراض المعمارية التي يتطلب فيها إنارة طبيعية بدون أن يسمح بالرؤية خلاله من الداخل والخارج وكذلك لمنع دخول الغبار.

عند استعمال الطابوق الزجاجي في الجدران يجب أن يكون من النوع الجيد وذا سمك لا يقل عن (8 سم) خالياً من الشقوق والفطور وأركانه غير متثلمه وتكون جميع الوحدات من نوع واحد ولا يسمح بمرور أشعة الشمس من خلاله إلا إذا جاء في المخطط خلاف ذلك، وتكون حول محيط الطابوقة الزجاجية ساقيتان تملآن بالمونة ويراعى عند البناء الاستقامة الأفقية والشاقولية لهاتين الساقيتين. وتكون المونة المستعملة من السمنت الأبيض والرمل بنسبة خلط (3:1) ولا يقل سمك المفاصل عن (1 سم)، ويجب ملء المفاصل ملئاً كاملاً بالصوف الزجاجي وينبغي عدم بناء أكثر من ثلاثة صفوف حتى جفافها، ويجب سقيها لمدة لا تقل عن (3) أيام بالماء.

وفي الجدران الطويلة المشيدة بالطابوق الزجاجي يجب اخذ الاحتياطات اللازمة لتمدد السطح الزجاجي وذلك بترك مفاصل مخفية بينها وبين الجدران لضمان حرية التمدد.

كما يحظر البناء بالطابوق فوق الجدران المشيدة بالطابوق الزجاجي بتاتاً. وينبغي أن يكون الطابوق من النوع الجيد الصلب ليتحمل الصدمات ولا تزيد أبعاده على (20x20) سم، ذا مقطع له حافات بارزة بحيث تتماسك الطابوقة الزجاجية مع السقف الخرساني إذا وضع فيه بدون حدوث أي تسرب للماء.

7–9 شروط عامة (General Provisions)

7–9/1 تعالج الأخشاب والأعمال المعدنية قبل عملية تركيب الزجاج بالدهان الاساس الخاص بكل منها مع مراعاة مباشرة التركيب بعد جفاف الدهان تماما.

7–9/2 يستعمل معجون زيت بذر الكتان في تركيب الزجاج للأعمال الخشبية القابلة للامتصاص.

7–9/3 تستعمل معاجين الأعمال المعدنية في تركيب الزجاج للأعمال الخشبية غير القابلة للامتصاص.

7–9/4 تستعمل المعاجين الخاصة بالأعمال المعدنية لتركيب الزجاج فقط عند تنفيذ الأعمال المعدنية التي ستدهن بعد تركيب الزجاج.

7–9/5 ينبغي عدم دهان معاجين الأعمال المعدنية قبل مرور أسبوعين على انجاز هذه الاعمال.

7–9/6 يكون حجم الزجاج الفعلي اصغر من حجم الفتحة وذلك لغرض ترك فراغ حول لوح الزجاج مقداره حوالي (1.5 مم) في الشبابيك الخشبية و(2 مم) إلى (3 مم) في الشبابيك المعدنية، ويجب أن يكون المسند أسفل اللوح كافياً بحيث يوفر عرضاً مناسباً يغطي جميع جوانب الزجاج ويجب أن لا يقل هذا العرض عن (5 مم) بأية حال.

7–9/7 يجب تسوية وصقل حافات المرايا وألواح الزجاج في الأبواب الزجاجية على وفق الشروط المبينة في جدول الكميات وإرشادات المهندس المشرف.

7–9/8 يجب تعيين سمك الزجاج المطلوب استعماله كما مبين في الجدول (7–1/10) إذا لم ينص على خلاف ذلك في المخططات أو جدول الكميات.

7–9/9 بالنظر لكون الزجاج مادة قابلة للكسر فعلى الجهة المنفذة أن تأخذ على عاتقها اتخاذ كافة الاحتياطات خلال نقل الزجاج وخزنه، ولا يؤخذ بأي طلب تقدمه الجهة المنفذة بشأن تعويضها عن الخسائر والأضرار التي تصيبها بسبب الزجاج.

الجدول 7–1/10: حدود سمك الزجاج.

اصغر بعد للوح الزجاج متوفر	السمك المطلوب للزجاج
بين 0.5 – 1.0 م	4 مم
اكبر من 1.0 م	6 مم

7-10 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2001/1318، " *الزجاج المسطح العادي*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2001.

[2] BS EN 952, *"Specification for Glass Plate*", UK, 1999.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1991/1608، " *الزجاج المسلح*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1991.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/1475، " *الزجاج الخلوي المستعمل للعزل الحراري*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[5] DIN EN 1096-1, *"Glass in Building-Coated Glass-Part1: Definitions and Classification"*, Germany, 2012.

[6] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، " *المواصفات الفنية للأعمال المدنية*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[7] BS 544, *"Specification for Linseed Oil Putty for Use in Wooden Frames*", UK, 1969.

[8] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1987/477، " *معجون تثبيت زجاج النوافذ*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[9] ASTM, C509-06, "*Standard Specification for Elastomeric Cellular Preformed Gasket and Sealing Materia*l", ASTM, USA, 2011.

[10] ASTM, C864, *"Standard Specification for Elastomeric Compression Seal Gasket, Setting Blocks and Spacers"*, ASTM, USA, 2011.

الباب 8

السمنت (Cement)

8-1 السمنت البورتلاندي (Portland Cement)

هو السمنت البورتلاندى الهيدروليكي الذي ينتج من طحن مادة الكلنكر. ويتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية ويحتوي على كبريتات الكالسيوم كمضاف مطحون.

يصنف السمنت البورتلاندي بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الى الأنواع التالية:

(أ) السمنت البورتلاندي الاعتيادي **(Ordinary Portland Cement)**.

(ب) السمنت البورتلاندي المعدل **(Modified Portland Cement)**.

(ت) السمنت البورتلاندي سريع التصلب **(High Early Strength Portland Cement)**.

(ث) السمنت البورتلاندي واطئ الحرارة **(Low Heat Portland Cement)**.

(ج) السمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح الكبريتية **(Sulphate Resisting Portland Cement)**.

(ح) السمنت البورتلاندي الأبيض **(White Portland Cement)**.

يجب أن يكون السمنت البورتلاندي مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] وكما مبين في الجدولين (8-1/1) و (8-1/2)، او أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

8-1/1 المواصفات (Specifications)

يشترط أن يكون السمنت البورتلاندي الإعتيادي المستعمل مطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1]. كما يجب استعمال السمنت المقاوم للأملاح في أعمال الخرسانة للأماكن الملامسة للأرض أو المياه الجوفية أو أي ظرف مماثل فيه إحتمال لتعرض الخرسانة فيه للأملاح الكبريتية. ويمكن استعمال أنواع أخرى من السمنت بحسب طلب المهندس بشرط أن تكون خاضعة لاحدى المواصفات العالمية المعتمدة التي يوافق عليها رب العمل. وفي كل الأحوال يجب أن يراعى استعمال نوع السمنت الملائم للاستعمال المعين من ناحية الظروف المحيطة وحجم المنشأ والمقاومة المطلوبة....إلخ.

8-1/2 التجهيز

يجب أن يجهز السمنت إما بشكل مكيس بأكياس ورقية بحسب المواصفة القياسية العراقية الخاصة باكياس تعبئة السمنت، ويحتوي كل كيس منها على 50 كغم من السمنت أو أن يجهز سائباً (فَلّ) بواسطة ناقلة سمنت خاصة.

8-1/3 الخزن

يشترط خزن السمنت المكيس في مخازن ذات أرضية معزولة عن الرطوبة وتكون جيدة التهوية. كما يجب أن

يخزن السمنت الفل في صوامع خاصة، ويشترط عدم استعمال السمنت المخزون في الصومعة بعد مرور 3 أشهر على تاريخ إنتاجه، وكذلك المكيس المخزون الذي لا يجوز استعماله بعد مرور أكثر من 3 أشهر على تاريخ إنتاجه إلا بعد إعادة فحصه والتأكد من مطابقته للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1].

الجدول 8-1/1: المتطلبات الفيزيائية لأنواع سمنت بورتلاند[1].

نوع السمنت / الخصائص	اعتيادي	السمنت المعدل	سريع التصلب	واطئ الحرارة	مقاوم للأملاح الكبريتية	أبيض
1-النعومة بطريقة بلين: لاتقل عن (م^2/كغم)	230	250	320	320	250	230
2- زمن التصلب (التماسك) (مقاساً بجهاز فايكت)						
أ- الإبتدائي/ لايقل عن (دقيقة)	45	45	45	45	45	45
ب-النهائي/ لايزيد على (ساعة)	10	10	10	10	10	10
3- السلامة (الثبات بطريقة المحمم لاتزيد على (%))	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
4- تحمل الإنضغاط (لايقل عن ميكا نيوتن/م^2)*						
1- بعمر يوم واحد.	–	–	11	–	–	–
2- بعمر 3 أيام.	15	15	21	10	15	15
3- بعمر 7 أيام.	23	23	28	–	23	23
4- بعمر 28 يوماً.	–	–	–	28	–	–
5- تحمل الشد (فحص إختياري) بعمر يوم واحد لا يقل عن (ميكانيوتن/م^2)	–	–	2.1	–	–	–
6- درجة البياض (%)	–	–	–	–	–	78

* يجب أن يكون تحمل الانضغاط عند أي عمر لاحق أعلى من التحمل المستحصل عند الفحص بعمر أقل[1].

الجدول 8–2/1: المتطلبات الكيميائية لأنواع سمنت بورتلاند[1].

نوع السمنت / الخصائص	اعتيادي	السمنت المعدل	سريع التصلب	واطئ الحرارة	مقاوم للأملاح الكبريتية	أبيض
1– محتوى ثنائي أوكسيد السليكون لا يقل عن (%).	–	21	–	–	–	–
2– محتوى أوكسيد الألمنيوم لايزيد على (%).	–	6	–	–	–	–
3– محتوى أوكسيد الحديديك لايزيد على (%).	–	6	–	6.5	–	–
4– عامل الإشباع الجيري.	0.66– 1.02	0.66– 1.02	0.66– 1.02	0.66– 0.88	0.66– 1.02	0.66– 1.02
5– محتوى أوكسيد المغنيسيوم لايزيد على (%).	5	5	5	5	5	5
محتوى ثلاثي أوكسيد الكبريت لايزيد على (%). عندما تكون الومينات ثلاثي الكالسيوم أ– أقل من (5%). ب–أكثر من (5%).	 2.5 2.8	 2.5 2.8	 3 3.5	 2.5 3	 2.5 2.5	 2.5 3
6– الفقدان عند الحرق لايزيد على (%).	4	4	4	4	4	4
8–المواد غير القابلة للذوبان لا تزيد على (%).	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
9– محتوى سليكات ثلاثي الكالسيوم لايزيد على (%).	–	–	–	35	–	–
10– محتوى سليكات ثنائي الكالسيوم لا يقل عن (%).	–	–	–	40	–	–
11– محتوى الومينات ثلاثي الكالسيوم لا يزيد على (%).	–	8	15	7	3.5	–
12– نسبة أوكسيد الألمنيوم إلى أوكسيد الحديديك لاتقل عن (%).	–	–	–	–	–	8

8–1/4 النمذجة (Sampling)

(أ) يؤخذ نموذج لفحص السمنت بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] خلال الأسبوع الأول من تسلم الوجبة، ويجب حفظه في أوعية جافة ومحكمة الغلق.

(ب) يجب أن يفحص النموذج خلال 4 أسابيع من وقت التسليم.

(ت) يجب أن لا يقل وزن النموذج المأخوذ من الوجبة الواحدة عن 7 كغم، وفي حالة السمنت السائب (الفل) يجب أن يكون النموذج ناتجاً من خلط 12 نموذجاً ثانوياً مأخوذاً من أماكن وأعماق مختلفة وموزعة توزيعاً منتظماً خلال الوجبة.

(ث) يجب أن لا يؤخذ أكثر من نموذج ثانوي واحد من أي كيس من أكياس الوجبة الواحدة، أما في حالة السمنت السائب فيمكن أن يؤخذ من صومعة السمنت الفل أو في أثناء عملية الملء والتفريغ.

8-1/5 الفحص والمطابقة (Testing and Conformity)

يشترط أن يكون الفحص بحسب الدليل الإسترشادي المرجعي المرقم (198 لسنة 1990)[2] الخاص بالفحوص الفيزيائية والدليل الأسترشادي المرجعي المرقم (472 لسنة 1993)[3] الخاص بالفحوص الكيميائية. تعتبر الوجبة غير مطابقة للمواصفات في حالة عدم استيفائها لأي من المتطلبات الفيزيائية أو الكيميائية المذكورة في الدليلين، وفي هذه الحالة يجب عدم استعمالها ورفعها من موقع العمل.

8-2 السمنت الهيدروليكي القابل للتمدد (Expansive Hydraulic Cement)

8-2/1 التعريف

هو سمنت يصنع بتراكيب متعددة الهدف منها الحصول على سمنت يتمدد أو على الأقل لاينكمش نتيجة تفاعله مع الماء. تنتج الأنواع المختلفة منه بمزج نسب معينة من السمنت البورتلاندي كمادة سمنتية مع مادة متفاعلة مع السمنت تؤدي إلى التمدد (تتكون من حرق خليط من الجبس، والبوكسايت والحجر الجيري الطباشيري) وتكون كبريتية في الغالب ومادة مثبتة معادلة للسيطرة على التفاعل. يستعمل السمنت القابل للتمدد لغرض معالجة مناطق النضوح في جدران الأقبية والمنشآت الهيدروليكية الناقلة أو الحافظة للسوائل كالسدود والخزانات وغيرها أو يستعمل لإعادة تأهيل العناصر الإنشائية المتضررة.

8-2/2 الأصناف (Types)

يصنف السمنت التمددي إلى الأصناف الآتية:

8-2/2/1 النوع K من السمنت القابل للتمدد

هو سمنت قابل للتمدد يحتوي على كبريتات ألومينات الكالسيوم اللامائية ($4CaO.3Al_2O_3.SO_3$) وكبريتات الكالسيوم وأوكسيد الكالسيوم المتحد.

8-2/2/2 النوع C من السمنت القابل للتمدد

هو سمنت قابل للتمدد يحتوي على ثنائي أوكسيد الألومينا وكبريتات الكالسيوم.

8-2/2/3 النوع S من السمنت القابل للتمدد

هو سمنت قابل للتمدد يحتوي على ثلاثي ألومينات الكالسيوم (C_3A) وكبريتات الكالسيوم.

8-2/3 النمذجة

تؤخذ النماذج بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي العادي.

8-2/4 المتطلبات

يجب أن يحقق السمنت القابل للتمدد المتطلبات الكيميائية والفيزيائية المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1711 لسنة 1992)[4] أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة[5،ص32].

8-3 السمنت البورتلاندي البوزولاني (Pozzolanic Portland Cement)

هوسمنت بورتلاندي اعتيادي مضافة له مادة البوزولانا (pozzolana) (طبيعية أو صناعية) التي تحوي نسبة عالية من السليكا الفعالة التي لها قابلية الاتحاد مع هيدروكسيد الكالسيوم بوجود الرطوبة.

إن تفاعل مادة البوزولانا يكون أبطأ من بقية التفاعلات التي تحدث في أثناء تميؤ السمنت (cement hydration) ونتيجة لذلك تكون مقاومة خرسانة السمنت البورتلاندي البوزلاني القصيرة الأمد (short-term strength) أقل من مقاومة الخرسانة الاعتيادية. تضاف مادة البوزولانا إلى السمنت البورتلاندي لزيادة مقاومة الخرسانة على المدى البعيد (long –term strength) ولزيادة مقاومتها لمهاجمة أملاح الكبريتات عند وجود أملاح الكلوريدات. إن البوزولانا الطبيعية مشتقة من الأحجار البركانية ومن الامثلة على البوزولانا الصناعية المستعملة في الوقت الحاضر الرماد المتطاير (fly ash) وغبار السليكا (silica fume) ورماد قشور الرز (rice husk ash) ومادة الميتاكاؤلين عالية الفعالية (high reactivity metakaolin) وغيرها.

يجب أن يحقق السمنت البورتلاندي البوزولاني متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2716 لسنة 1987)[6] او أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة[7،ص86].

8-4 سمنت آبار النفط (Oil Well Cement)

ينتج هذا النوع من السمنت البورتلاندي الاعتيادي بعد إضافة مواد مبطئة للتصلب (retarders) إليه، ويشترط بمضافات التصنيع أو العوامل المعدلة لزمن التماسك أو المضافات الكيميائية المستعملة لتقليل أيون الكروم السداسي التكافئ أن لاتمنع سمنت الآبار من اداء وظائفه المطلوبة. يستعمل سمنت آبار النفط كمادة حقن (grout) ليضخ إلى أعماق كبيرة تتجاوز آلاف الأمتار مع إتصافه بميزة تأخير تصلبه الابتدائي قبل وصوله إلى العمق المطلوب. ويستعمل هذا السمنت في ملء الفسح بين الأنابيب الفولاذية وجدران البئر لمنع تسرب الماء أو الغاز في الطبقات التي تحتوي على نفط.[8،ص163].

يصنف سمنت آبار النفط بحسب المواصفات القياسية العراقية المرقمة (2310 لسنة 2013)[9] إلى الأصناف (A , B , C , D , G , H)، وكل صنف من هذه الأصناف ينتج بثلاثة أنواع (بحسب مقاومتها لأملاح الكبريتات) هي: العادي (O) ومعتدل المقاومة لأملاح الكبريتات (MSR) وعالي المقاومة لأملاح الكبريتات (HSR).

8-4/1 السمنت من الصنف (A): يحضر هذا المنتوج بطحن الكلنكر المتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية الحاوية عادة على شكل واحد أو أكثر من أشكال كبريتات الكالسيوم كمادة مضافة مبطئة في أثناء الطحن. وتبعا لاختيار المنتج يمكن إستعمال مضافات تصنيعية على شرط أن تكون هذه المواد المستعملة بكميات على وفق متطلبات المواصفة المختصة. يستعمل هذا المنتوج في حالة عدم الحاجة الى مواصفات خاصة ويوجد بنوع واحد هو السمنت العادي (O).

8-4/2 السمنت من الصنف (B): يحضر هذا المنتوج بطحن الكلنكر المتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية الحاوية عادة على شكل واحد أو أكثر من أشكال كبريتات الكالسيوم كمادة مضافة مبطئة في أثناء الطحن. وتبعا لاختيار المنتج يمكن إستعمال مضافات تصنيعية على شرط أن تكون هذه المواد المستعملة بكميات على وفق متطلبات المواصفة المختصة.

يستعمل هذا المنتوج في ظروف تحتاج مقاومة معتدلة أوعالية للكبريتات، ويوجد هذا الصنف بنوعين سمنت معتدل المقاومة للكبريتات (MSR) وسمنت عالي المقاومة للكبريتات (HSR).

8-4/3 السمنت من الصنف (C): يحضر هذا المنتوج بطحن الكلنكر المتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية الحاوية عادة على شكل واحد أو أكثر من أشكال كبريتات الكالسيوم كمادة مضافة مبطئة في أثناء الطحن. وتبعا لاختيار المنتج يمكن إستعمال مضافات تصنيعية على شرط أن تكون هذه المواد المستعملة بكميات على وفق متطلبات المواصفة المختصة.

يستعمل هذا المنتوج في حالة الحاجة الى سمنت ذي مقاومة مبكرة عالية، ويوجد بثلاث انواع هي سمنت عادي (O) وسمنت معتدل المقاومة للكبريتات (MSR) وسمنت عالي المقاومة للكبريتات (HSR).

8-4/4 السمنت من الصنف (D): يحضر هذا المنتوج بطحن الكلنكر المتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية الحاوية عادة على شكل واحد أو أكثر من أشكال كبريتات الكالسيوم كمادة مضافة مبطئة في أثناء الطحن. وتبعا لاختيار المنتج يمكن إستعمال مضافات تصنيعية على شرط أن تكون هذه المواد المستعملة بكميات على وفق متطلبات المواصفة المختصة.

بالاضافة الى ذلك، تبعاً لإختيار المنتج، يمكن طحن أو خلط عوامل معدلة لزمن التماسك في أثناء عملية الانتاج. يستعمل هذا المنتوج تحت ظروف درجات حرارية وضغط مرتفعين نسبياً، يوجد بنوعين سمنت معتدل المقاومة للكبريتات (MSR) وسمنت عالي المقاومة للكبريتات (HSR).

8-4/5 السمنت من الصنفين (H,G): يحضر هذان المنتوجان بطحن الكلنكر المتكون أساسا من سليكات الكالسيوم الهيدروليكية الحاوية عادة على شكل واحد أو أكثر من أشكال كبريتات الكالسيوم كمادة مضافة مبطئة في أثناء الطحن. لاتطحن أو تخلط مع الكلنكر في أثناء عملية إنتاج هذين الصنفين من السمنت أية مضافات ماعدا كبريتات الكالسيوم أو الماء أو كلاهما. ويسمح بالمضافات الكيميائية لاختزال الكروم السداسي على شرط أن لا تمنع سمنت الآبار من أداء الغرض المطلوب.

يستعمل هذان المنتوجان كسمنت أساس للآبار، ويوجدان بنوعين هما سمنت معتدل المقاومة للكبريتات (MSR) وسمنت عالي المقاومة للكبريتات (HSR).

يجب أن يحقق سمنت آبار النفط متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2310 لسنة 2013)[9] في الجدولين (8–1/4) و (8–2/4) أو أي مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

الجدول 8–1/4: المتطلبات الكيميائية لسمنت آبار النفط[9].

خصائص السمنت	متطلبات أصناف السمنت					
	A	B	C	D	G	H
سمنت عادي (O)						
أوكسيد المغنيسيوم (MgO)، حد أعلى (%).	6.0	غ*	6.0	غ	غ	غ
ثلاثي اوكسيد الكبريت (SO_3)، حد أعلى (%).**	3.5	غ	4.5	غ	غ	غ
الفقدان بالحرق، حد أعلى (%).	3.0	غ	3.0	غ	غ	غ
المتبقي غير الذائب، حد أعلى (%).	0.75	غ	0.75	غ	غ	غ
الومينات ثلاثي الكالسيوم (C_3A)، حد أعلى (%).****	ب***	غ	15	غ	غ	غ
سمنت معتدل المقاومة للكبريتات (MSR)						
أوكسيد المغنيسيوم (MgO)، حد أعلى (%).	غ	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
ثلاثي اوكسيد الكبريت (SO_3)، حد أعلى (%).**	غ	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
الفقدان بالحرق، حد أعلى (%).	غ	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
المتبقي غير الذائب، حد أعلى (%).	غ	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
سليكات ثلاثي الكالسيوم (C_3S)، حد أعلى (%).**** حد أدنى (%).****	غ غ	ب ب	ب ب	ب ب	58 48	58 48
الومينات ثلاثي الكالسيوم (C_3A)، حد أعلى (%).****	غ	8	8	8	8	8
المحتوى الكلي للقلويات معبراً عنها كمكافئ أوكسيد الصوديوم (Na_2O)، حد أعلى (%).*****	غ	ب	ب	ب	0.75	0.75
سمنت عالي المقاومة للكبريتات (HSR)						
أوكسيد المغنيسيوم (MgO)، حد أعلى (%).	غ	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
ثلاثي اوكسيد الكبريت (SO_3)، حد أعلى (%).**	غ	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
الفقدان بالحرق، حد أعلى (%).	غ	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
المتبقي غير الذائب، حد أعلى (%).	غ	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

تتمة الجدول 8-1/4.

خصائص السمنت	متطلبات أصناف السمنت					
	A	B	C	D	G	H
سليكات ثلاثي الكالسيوم (C_3S)، حد أعلى (%).**** حد أدنى (%).****	غ غ	ب ب	ب ب	ب ب	65 48	65 48
الومينات ثلاثي الكالسيوم (C_3A)، حد أعلى (%).****	غ	3	3	3	3	3
الومينات حديد رباعي الكالسيوم (C_4AF)+ ضعف الومينات ثلاثي الكالسيوم (C_3A)، حد أعلى (%).****	غ	24	24	24	24	24
المحتوى الكلي للقلويات معبراً عنها كمكافئ أوكسيد الصوديوم (Na_2O)، حد أعلى (%).*****	غ	ب	ب	ب	0.75	0.75

* الحرف (غ) يشير إلى (غير قابل للتطبيق).

** عندما تكون (C_3A) في السمنت (8%) أو أقل، فالحد الأعلى لنسبة (SO_3) هي (3%) أو (3.5%) للسمنت من الصنف (C).

*** الحرف (ب) يشير إلى (بدون متطلبات).

**** التعبير عن المحددات الكيميائية بطريقة إحتساب المركبات المفترضة لايعني بالضرورة تواجد هذه الأكاسيد بشكل حقيقي أو كلي كما مفترض. تحتسب المركبات بموجب النسبة المئوية الكتلية لـ(AL_2O_3 إلى Fe_2O_3) حيث أن (ك) هي النسبة المئوية الكتلية الجزئية للمركب الوارد فيما يلي:

عندما تكون (كAL_2O_3 /كFe_2O_3) أكبر من (0.64)، فتحسب المركبات كالتالي:

- C_3A = 2.65 كAL_2O_3 – 1.69 كFe_2O_3
- C_3S = 4.07 كCaO – 7.6 كSiO_2 – 6.72 كAL_2O_3 – 1.43 كFe_2O_3 – 2.85 كSiO_3
- C_4AF = 3.04 كFe_2O_3

عندما تكون (كAL_2O_3 /كFe_2O_3) تساوي (0.64) أو أقل فأن:

- C_3A = صفر
- C_3S = 4.07 كCaO – 7.6 كSiO_2 – 4.48 كAL_2O_3 – 2.86 كFe_2O_3 – 2.85 كSiO_3
- C_4AF = 3.04 كFe_2O_3

***** يحسب مكافئ أوكسيد الصوديوم (Na_2O) معبراً عنه كمكافئ بالصيغة التالية:

مكافئ Na_2O = 0.658 كk_2O + 2.86 كNa_2O

الجدول 8-2/4: المتطلبات الفيزيائية ومتطلبات الأداء لسمنت آبار النفط[9].

الفحوص		الأصناف والمتطلبات					
		A	B	C	D	G	H
ماء الخلط، (%) من كتلة السمنت		46	46	56	38	44	38
محتوى المائع الحر، حد أعلى (%)		ب*	ب	ب	ب	5.9	5.9
فحص مقاومة الإنضغاط** (زمن الإنضاج (8) ساعات)		مقاومة الإنضغاط، الحد الأدنى (ميكاباسكال)					
درجة حرارة الإنضاج النهائية (°س)	ضغط الإنضاج (ميكاباسكال)						
38	ضغط جوي	1.7	1.4	2.1	ب	2.1	2.1
60	ضغط جوي	ب	ب	ب	ب	10.3	10.3
110	20.7	ب	ب	ب	3.4	ب	ب
فحص مقاومة الإنضغاط** (زمن الإنضاج (24) ساعة)		مقاومة الإنضغاط، الحد الأدنى (ميكاباسكال)					
درجة حرارة الإنضاج النهائية (°س)	ضغط الإنضاج (ميكاباسكال)						
38	ضغط جوي	12.4	10.3	13.8	ب	ب	ب
77	20.7	ب	ب	ب	6.9	ب	ب
110	20.7	ب	ب	ب	13.8	ب	ب
فحص زمن التثخين**		زمن التثخين (حد أدنى / حد أقصى) (دقيقة)					
الحد الأعلى للقوام (فترة الخلط 15-30 دقيقة) Bc بردن***							
30		90****	90****	90****	90****	ب	ب
30		ب	ب	ب	100****	90****	90****
30		ب	ب	ب	ب	120*****	120*****
30		ب	ب	ب	100****	ب	ب

* الحرف (ب) يعني بدون متطلبات.

** يجرى الفحص على وفق الدليل الإسترشادي المرجعي الخاص بأخذ نماذج وطرائق فحص سمنت آبار النفط (مازال بدور المسودة المرقمة 967).

*** يتم الحصول على وحدات القوام (Bc (بردن)) على مقياس القوام المضغوط وتجري المعايرة أيضاً على وفق الدليل الإسترشادي المذكور آنفاً.

**** زمن التثخين الأدنى.

***** زمن التثخين الأقصى.

8-5 السمنت الهيدروليكي المخلوط (Blended Hydraulic Cement)

وهو السمنت الناتج من خلط السمنت البورتلاندي أو كلنكر السمنت البورتلاندي مع واحد أو أكثر من المواد المضافة مثل الخبث (slag) أو المواد البوزلانية (Pozzolan) أو الحجر الجيري (limestone) أو من مزيج من هذه المواد. يستعمل السمنت المخلوط لأغراض المنشآت الخرسانية بصورة عامة ويخضع للمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C595/C595M-14)[10]، ويعتبر هذا السمنت من المواد الصديقة للبيئة لأنه يوفر بيئة

مستدامة ويكون إقتصادياً من ناحية الكلفة.

8-5/1 التصنيف (Classification)

تصنف المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C595/C595M-14)[10] السمنت الهيدروليكي المخلوط المستعمل لأغراض المنشآت الخرسانية بصورة عامة إلى الأنواع التالية:

8-5/1/1 النوع IS (Type IS): سمنت بورتلاندي وخبث الفرن النفاخ (Portland blast-furnace slag cement).

8-5/1/2 النوع IP (Type IP): سمنت بورتلاندي وبوزولاني (Portland-Pozzolan cement).

8-5/1/3 النوع IL (Type IL): سمنت بورتلاندي وجيري (كلسي) (Portland-Limestone cement).

8-5/1/4 النوع IT (Type IT): سمنت ثلاثي مخلوط (Ternary blended cement).

8-5/2 السمنت البورتلاندي وخبث الفرن النفاخ (Type IS) (Portland blast-furnace slag cement)

يصنع هذا النوع من السمنت بالطحن المتداخل (Inter grinding) لكلنكر السمنت البورتلاندي مع خبث الافران العالية المحبب (granulated Blast–Furnace Slag)، الذي يجب أن لا تزيد نسبته على (65%) من وزن الخليط. إن الخبث عبارة عن فضلات صناعية ناتجة من صناعة الحديد الخام (pig iron). وهو يتكون من خليط من الجير والسيليكا والالومينا، وتلك هي نفس الاكاسيد التي يصنع منها السمنت البورتلاندي، ولكنها ليست بالنسب نفسها المستعملة فعليا والخبث المقبول يحتوي على (42%) من الجير و(30%) من السيليكا و(19%) من الالومينا و(5%) من المغنيسيا و (1%) من القواعد. ويختلف الخبث المقبول خلطه مع السمنت عن خبث الأفران العالية اختلافا واسعا من حيث التركيب والبنية الفيزيائية وذلك اعتمادا على الطرائق المستعملة في تبريد ذلك الخبث ضمن عمليات الإنتاج[5، ص79].

إن هذا السمنت يعرف في الولايات المتحدة بسمنت النوع (IS). يجب أن يلبي هذا السمنت المتطلبات المذكورة في مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C595/C595 M-14)[10].

8-5/3 السمنت البورتلاندي والبوزولاني (Type IP) (Portland-Pozzolan cement)

يصنع هذا السمنت من مزج كلنكر السمنت البورتلاندي مع البوزولانا الطبيعية أو الصناعية ويجب أن تحقق البوزولانا المستعملة في هذا النوع من السمنت متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C595/C595 M-14)[10] الفيزيائية والكيميائية.

8-5/4السمنت البورتلاندي والجيري (سمنت البناء الكلسي) (Type IS) (Portland-Limestone cement)

هو السمنت الذي يستعمل في الجدران كمونة، ويصنع من خلط السمنت البورتلاندي العادي مع الحجر الجيري ومواد مفقعة للهواء (air-entraining agent)، أو ينتج من طحن مادة الكلنكر مع النورة المطفأة (hydrated lime) والتي لها القابلية على توليد فقاعات هوائية. يمتاز هذا السمنت بانتاجه مونة ذات مطاوعة جيدة وقابلية تشغيل عالية وانكماش قليل ومقاومة اقل مقارنة مع السمنت البورتلاندي الاعتيادي.

يجب أن يحقق سمنت البناء الكلسي متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C595/C595M-14)[10]

أو المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3765 لسنة 2001)[11] أو أى مواصفة عربية أو عالمية معتمدة من قبل الجهة المستفيدة. ويورّد السمنت للموقع في أكياس محكمة أو حاويات مغلقة، ويجب أن تكون طريقة تخزينه كافية لمنع وصول الرطوبة إليه وعدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة. أما في حالة توريد السمنت من المعمل إلى الموقع مباشرةً سائبا (فل) في حاويات فيجب إنتظار إنقضاء فترة قبل إستعماله بحيث تصبح درجة حرارته لا تزيد على (75 ^{o}س). كما يجب فحص السمنت قبل الإستعمال، وفي حالة تخزين السمنت بالموقع لمدة تزيد على شهر فيلزم إعادة فحصه للتحقق من عدم تغير خصائصه عن الحدود المبينة في المواصفة القياسية العراقية[5،ص89].

8-5/5 السمنت الثلاثي المخلوط (Type IT) (Ternary blended cement)

يصنع هذا السمنت من خلط كلنكر السمنت البورتلاندي مع مزيج من مادتين بوزولانيتين مختلفتين هما أما الخبث والبوزولانا أو الحجر الجيري والبوزولانا أو الخبث والحجر الجيري. ويجب أن يكون السمنت الثلاثي المخلوط مطابقاً للمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C595/C595M-14)[10].

8-6 السمنت عالي الألومينا (الألوميني الكالسيومي) (السمنت الحراري) (High Alumina Cement)

يصنع السمنت عالي الألومينا من صهر الحجر الجيري أو الحجر الجيري الطباشيري والبوكسايت (أحجار متكونة من ألومينا متميه وأكاسيد الحديد وأكاسيد التيتانيوم وكميات قليلة من السليكا) إلى درجة السيولة ثم يطحن كلنكر السمنت الألوميني إلى نعومة بين (2250-3200) سم^2/غم. ويجب أن يلبي هذا السمنت المواصفات المذكورة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS 915)[12].

8-7 السمنت ذو المقاومة الفائقة للكبريتات (Supersulfated Cement)

8-7/1 التعريف

يصنع هذا السمنت من طحن خبث الأفران العالية بنسبة (80-85%) مع كبريتات الكالسيوم اللامائية (بشكل جبس محروق خالٍ من جزيئات الماء) بنسبة (10-15%) وكلنكر السمنت البورتلاندي العادي بنسبة(5%).

8-7/2 المميزات (Characteristics)

8-7/2/1 نعومته عالية والمساحة السطحية النوعية تتراوح بين (4000-5000) سم^2/غم.

8-7/2/2 زمن التصلب (التماسك) الإبتدائي يتراوح بين (2.5-4) ساعات.

8-7/2/3 زمن التصلب (التماسك) النهائي يتراوح بين (4.5-7) ساعات.

8-7/2/4 إن حرارة الإماهة لهذا النوع من السمنت هي أقل من حرارة إماهة السمنت البورتلاندي واطئ الحرارة. إذ تتراوح تقريباً بين (40-45) سعرة/غم خلال سبعة الأيام الأولى من إماهته وتصل إلى (45-50) سعرة/غم عند عمر 28 يوماً. ويجب الإنتباه في أثناء استعماله في الجو البارد بسبب انخفاض معدل سرعة اكتساب المقاومة في درجات الحرارة الواطئة.

8-7/2/5 يتحد هذا النوع من السمنت كيميائياً مع ماء أكثر من الماء اللازم لإماهة السمنت البورتلاندي العادي، ولذلك لا يفضل عمل خرسانة منه بنسبة ماء إلى سمنت أقل من (0.4).

8-7/2/6 إن النقصان في مقاومة خرسانة هذا السمنت بزيادة نسبة الماء/السمنت هو أقل من النقصان الذي يحصل لخرسانة الأنواع الأخرى من السمنت، ولكن تطور المقاومة مبكراً يعتمد على نوع الخبث المستعمل في صناعة السمنت والجدول (8-7/1) يبين القيم النموذجية لمقاومة نماذج مونة وخرسانة السمنت ذي المقاومة الفائقة للكبريتات.

8-7/3 الإستعمالات (Applications)

8-7/3/1 يستعمل في الكتل الخرسانية الضخمة.

8-7/3/2 يستعمل في إنشاء المجاري وفي الأراضي الملوثة بسبب مقاومته العالية للتراكيز العالية للكبريتات الموجودة في التربة والمياه الجوفية.

8-7/3/3 يستعمل في أحواض خزن الحوامض والنفط.

يشترط حفظ هذا النوع من السمنت في ظروف خزن جافة جداً وبخلافه يتعرض إلى التميؤ السريع ويفسد[11،ص137]. ويجب أن يلبي هذا السمنت المتطلبات المذكورة في المواصفتين البريطانية المرقمتين (BS 4248)[13] و (BS 4550)[14].

الجدول 8-7/1: القيم النموذجية لمقاومة الإنضغاط لنماذج مونة وخرسانة السمنت ذي المقاومة الفائقة للكبريتات.

العمر بالأيام	مقاومة الإنضغاط لفحص المونة القياسي (نيوتن/مم^2)	مقاومة الإنضغاط لفحص الخرسانة القياسي (نيوتن/مم^2)
1	7	5-10
3	28	17-28
7	35-48	28-35
28	38-66	38-45
6 أشهر	-	52

8-8 السمنت غير المتآلف مع الماء (الهيدروفوبي) (Hydrophobic Cement)

وهو نوع لا يحصل فيه من التلف إلا القليل في أثناء الخزن على المدى الطويل وتحت الظروف غير الملائمة. ويمكن الحصول على هذا النوع من السمنت بمزج السمنت البورتلاندي مع ما يتراوح بين (0.1) ولغاية (0.4%) من حامض الزيتيك (الاوليك)، كما يمكن استعمال حامض الستياريك أو (البنتاكلوروفينول) لذلك الغرض أيضا. هذه الإضافات تزيد من قابلية الكلنكر للطحن، وقد يكون ذلك بسبب

القوى الالكتروستاتيكية الناجمة عن التوجيه القطبي لجزيئات الحامض على سطح حبيبات السمنت.

إن سبب الخصائص الهيدروفوبية (الغروانية) يعود إلى تكوين أغشية الماء المتنافرة حول كل حبيبة من حبيبات السمنت، وفي أثناء عملية خلط الخرسانة تتحطم تلك الاغشية وتحدث عملية الاماهة بالأسلوب الاعتيادي، ولكن المقاومة المبكرة تكون منخفضة بعض الشيء. أما مظهر السمنت الهيدروفوبي فمشابه للسمنت البورتلاندي الاعتيادي ولكن رائحته عفنة (Musty Smell)، أما عند المناولة فيكون أكثر سيولة من أنواع السمنت البورتلاندي الأخرى[7،ص89].

8-9 السمنت الجيوبوليمري (Geopolymer Cement)

السمنت الجيوبوليمري هو أحد مواد البناء التي أصبحت أكثر شعبية في السنوات الأخيرة، ويرجع ذلك إلى أن هذا النوع من السمنت يعتبر صديقاً للبيئة مقارنة مع السمنت البورتلاندي العادي. وقد أطلق مصطلح (polymer) أول مرة من قبل البروفسور الفرنسي Davidovits في عام 1978.

السمنت الجيوبوليمري هو ناتج من تفاعل مواد تحتوي على السليكا والألومينا مع مواد قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم وسليكات الصوديوم أو البوتاسيوم. وهناك العديد من المواد التي تحتوي على السليكا والألومينا ويصلح أن تستعمل في صناعة الجيوبوليمر مثل رماد قشور الرز (rise husk ash) والخبث (slag) والميتاكاؤلين (metakaolin) والرماد المتطاير (husk ash) وغيرها. والسمنت الجيوبوليمري ذو ديمومة عالية مقارنة مع الأنواع الأخرى وبذلك تتطلب خرسانته أعمال تصليح وصيانة أقل من تلك التي تحتاجها خرسانة السمنت البورتلاندي العادي، وفي ذلك إقتصاد في الكلف.

إعتماداً على إختيار المواد الخام وظروف التصنيع تتصف خرسانة السمنت الجيوبوليمري بمجموعة واسعة من الخصائص والصفات المفضلة بما في ذلك مقاومة الإنضغاط العالية والإنكماش المتدني ومقاومة الحوامض الفائقة وإنخفاض الموصلية الحرارية[15].

8-10 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/5، *"السمنت البورتلاندي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[2] الدليل الإسترشادي المرجعي 1990/198، *"الفحوص الفيزيائية للسمنت البورتلاندي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[3] الدليل الإسترشادي المرجعي 1993/472، *"طرق التحاليل الكيميائية للسمنت البورتلاندي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1993.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1711، *"السمنت الهيدروليكي القابل للتمدد"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[5] Neville, A. M., & Brooks, J. J., "*Concrete Technology*", Longman Scientific and Technical, 1st

Edition, London. 1978.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1987/2716، *"السمنت البورتلاندي البوزلاني"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1987.

[6] Neville, A. M., "*Properties of Concrete*", Wiley, 4th& Final Edition, London. 1995.

[8] جلال بشير سرسم ,سعيد عبد العالي، *"المواد الإنشائية"*، هيئة التعليم التقني/بغداد، جمهورية العراق 1992.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2013/2310، *"سمنت آبار النفط"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2013.

[10] ASTM C595/C595 M-14, "*Standard Specification for Blended Hydraulic Cement*", USA, 2014.

[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2001/3765، *"سمنت البناء الكلسي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2001.

[12] BS 915, "*Specification for High Alumina Cement*", UK, 1983.

[13] BS 4248, *"Specification for Super Sulphated Cement*", UK, 1974.

[14] BS 4550: Part 3, *"Methods of testing Cement: Physical Tests"*, UK, 1978.

[15] Davidovits J., "*Geopolymer Chemistry and Applications*", 3rd edition, 2011.

الباب 9

ملاط (مونة) السمنت (Cement Mortar)

9-1 الانهاءات الداخلية بملاط (مونة) السمنت (Internal Finishing by Cement Mortar)

9-1/1 المواد (Material)

9-1/1/1 السمنت (Cement)

يكون السمنت المستعمل في الإنهاء احد الأنواع التالية، ويشترط أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1]:

9-1/1/1/1 السمنت البورتلاندي العادي **(Ordinary Portland Cement)**.

9-1/1/1/2 السمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات **(Sulphate Resisting Portland Cement)**.

9-1/1/1/3 السمنت البورتلاندي البوزلاني **(Pozzolanic Portland Cement)** .

9-1/1/1/4 السمنت البورتلاندي الأبيض **(White Portland Cement)**.

9-1/1/2 الجير (Lime)

يشترط أن يكون الجير المطفأ (النورة المطفأة) هو المستعمل ومطابقاً للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[2]، وكما مبين في الباب الثالث من هذا الدليل.

9-1/1/3 الركام الناعم (Fine Aggregate)

يكون الرمل الناعم المستعمل إما من الرمل الطبيعي أو ناتجاً من تكسير الحجر الطبيعي أو من خليط بينهما على أن يكون الناتج خالياً من المواد الضارة التي لها تأثير سلبي على تصلب الانهاءات وديمومتها ومظهرها كالمواد الطينية وأملاح الكبريت وأملاح الحديد والمواد العضوية والمايكا ويجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[3].

يكون التدرج الحبيبي للركام الناعم المستعمل بحسب الجدول (9-1/1) مع مراعاة ألا يتجاوز المجموع العددي للحيود عن النسب المذكورة ما قيمته (5%).

الجدول 9-1/1: النسب المئوية للركام الناعم (بالوزن)[4].

فتحة المنخل (مم)	الطبقة التحتانية	الطبقة النهائية
5	100	–
2.36	100 – 90	100
1.18	100 – 70	100 – 90
0.6	80 – 40	100 – 55
0.3	40 – 6	50 – 5
0.15	10 – 0	10 – 0

9-1/1/4 الماء (Water)

يكون الماء المستعمل في الخلط والإنضاج خالياً من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والأملاح والحوامض والقلويات والمواد العضوية والمواد الناعمة سواء أكانت ذائبة أم عالقة أم خلاف ذلك من المواد التي يكون لها تأثير سلبي على المونة من حيث قوة الكسر والديمومة.

يشترط أن يحقق الماء المتطلبات الخاصة بالمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[5] وكما مبين في الباب العاشر من هذا الدليل.

9-1/1/5 الملدنات (Plasticizers)

يجب أن تحقق الملدنات المستعملة متطلبات المواصفات القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[6] أو المواصفات الأمريكية (ASTM C494/C494M-99a)[7] او أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

9-1/1/6 المواد المانعة للرطوبة (Water Proofing Materials)

يجب أن تحقق المواد المانعة للرطوبة متطلبات مدونة العزل المائي العراقية (م.ب.ع. 502)[8] و أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

9-1/1/7 المشبك المعدني (Wire Mesh)

يكون المشبك المعدني المستعمل في المونة من الفولاذ المغلون وبسمك لا يقل عن (0.5 مم) على أن يكون مطابقاً للمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM A884/884M-2012)[9] ومن الأصناف التالية:

9-1/1/1/7/1 الشرائح الشبكية (Lattice Battens)

تستعمل هذه الشرائح لتقوية الإنهاء فوق التمديدات و خطوط اتصال الجدران بالخرسانة أو في أماكن اتصال أي مادتين مختلفتين وفي غيرها من الأماكن التي يتوقع وجود التشققات فيها و تكون الشرائح الشبكية بعرض لا يقل عن (100 مم) وفتحات معينية (diamond) لا يزيد مقاس قطريها على (12x25 مم) ولا يقل وزن المتر

المربع الواحد عن (1.4 كغم).

9-1/1/7/2 الشرائح الشبكية الزاوية (Angular Lattice Battens)

تستعمل الشرائح المذكورة في الفقرة السابقة لتقوية الزوايا الداخلية التي يحتمل ظهور التشققات فيها حيث يتم شق طرفي الشريحة لتشكل زاوية قائمة لا يقل طول كل جناح عن (50 مم).

9-1/1/7/3 الوسادة الجافة

تستعمل لتقوية الزوايا الخارجية وخاصة تلك المعرضة للتلف في أثناء عمليات الإنهاء وتتكون الوسادة من شق معدني مستدير وجناحين من الشق الممتد لا يقل طول كل منهما عن (40 مم).

9-1/1/7/4 وسادة توقف الإنهاء

تستعمل في المناطق الطرفية للإنهاء مثل فواصل التمدد والانكماش وغيرها، وتتكون من ضلع معدني على شكل الحرف (U) وجناح من المشبك المعدني الممدد بعرض لا يقل عن (50 مم) على أن يكون مقاس الضلع مساوياً لسمك الإنهاء.

9-1/1/7/5 الألواح الشبكية

تستعمل كحصيرة للإنهاء في السقوف المعلقة المصنوعة من هيكل معدني أو خشبي وتتألف من أضلاع معدنية متوازية لا تزيد المسافة بينها على (150 مم) يربط بينها مشبك معدني ممدد.

9-1/1/8 شبكة الأسلاك المغلفة

يحقق هذا النوع متطلبات المواصفة القياسية الأمريكية المرقمة (ASTM A884/884M-2012)[8] او أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة. وتصنع الشبكة من الأسلاك المغلفة التي لا يقل قطرها عن (0.7 مم) وبفتحات لا يزيد مقاسها على (20 مم) وتستعمل لتسليح الإنهاء على المساحة الكاملة ويحظر استعمالها بدل المشبك المعدني الممدد في الأماكن المنصوص عليها في الفقرة (9-1/1/7).

9-1/2 طبقات الإنهاء بملاط (مونة) السمنت

9-1/2/1 الانهاءات العادية

تتكون الانهاءات العادية للسمنت من ثلاث طبقات على النحو التالي:

9-1/2/1/1 الطبقة الاولية (Primary Layer)

وهي طبقة تحضيرية للسطوح الغرض منها الحصول على سطح خشن مدبب الرؤوس يوفر تماسكا للطبقة التحتانية.

9-1/2/1/2 الطبقة التحتانية (Sub Layer)

هي طبقة الإنهاء الأساسية التي تحدد استواء واستقامة وشاقولية الإنهاء وتلي الطبقة الاولية ويتراوح سمكها ما بين (10 و 15 مم).

9-1/2/1/3 الطبقة النهائية (Finishing Layer)

هي الطبقة النهائية للإنهاء وتكون مستوية وذات ملمس ناعم ويتراوح سمكها بين (3 و 5 مم).

9-1/2/2 الانهاءات على المشبك المعدني (Finishing on Wire Mesh)

تتكون الانهاءات على المشبك المعدني الممدد من طبقتين رئيستين هما الطبقة التحتانية والطبقة النهائية على النحو التالي:

9-1/2/3/1 تتألف الطبقة التحتانية من وجهين، ينطبق الوجه الأول منها على المشبك المعدني بشكل يحقق تماسكاً كاملاً معه ويحدد المشبك المعدني بطريقة تثبيته استواء واستقامة وشاقولية الإنهاءات وبسمك كلي لا يزيد على (10 مم) أما الوجه التالي فيكون بسمك لا يزيد على (1 مم).

9-1/2/3/2 تتألف الطبقة النهائية من وجه رقيق واحد ذي ملمس ناعم يلي الطبقة التحتانية وبسمك يتراوح بين (3 و 5 مم).

9-1/3 نسب الخلط (Mix Proportions)

9-1/3/1 الطبقة الاولية (Primary Layer)

تحضر مونة الطبقة الأولية من السمنت والركام الناعم وبنسبة حجمية (2:1) مضافاً إليها كمية الماء التي تساعد على قذف تلك المونة على السطح بدون أن تسقط.

9-1/3/2 الطبقة التحتانية (Sub Layer)

تحضر مونة الطبقة التحتانية للإنهاءات العادية والإنهاءات على المشبك المعدني من السمنت والجير المطفأ (النورة المطفأة) والركام الناعم بأحدى نسب الخلط الحجمية المبينة في الجدول (9-1/2) (م.ب.ع. 300)[10].

الجدول 9-1/2: نسب الخلط للطبقة التحتانية للانهاءات الداخلية[10].

سمنت	جير مطفأ	ركام ناعم
1	1	6
1	1.5	4.5

ويمكن أن تتألف مونة هذه الطبقة من السمنت والركام الناعم فقط بنسب حجمية مقدارها (4:1) مع إضافة ملدنات.

9-1/3/3 الطبقة النهائية (Finishing Layer)

تحضر مونة الطبقة النهائية من السمنت والجير المطفأ (النورة المطفأة) والركام الناعم باحدى نسب الخلط الحجمية المبينة في الجدول (9-1/3).

الجدول 9-3/1: نسب الخلط للطبقة النهائية للانهاءات الداخلية[10].

سمنت	جير مطفأ	ركام ناعم
1	1	5
1	2	8

أو من مونة مكونة من السمنت والركام الناعم فقط بنسب حجمية مقدارها (5:1) مع إضافة ملدنات أو مواد مانعة للتمدد (unity expansion) الإنهاءات الخارجية.

9-4/1 طريقة الخلط (Mixing Process)

9-1/4/1 يخلط الجير المطفأ (النورة المطفأة)، في حالة استعماله، مع الركام الناعم أولا بشكل جيد لغاية الحصول على خليط متجانس منهما ثم يضاف السمنت مع الاستمرار في عملية الخلط. ويضاف بعدها الماء بالتدريج مع الخلط إلى أن يكتمل الحصول على عجينة مونة مناسبة القوام.

9-2/4/1 لا يعتبر حجم الجير المطفأ ذا تأثير على الحجم الكلي للخليط من حيث نسب الخلط فعند تحضير المونة يخلط الجير المطفأ (النورة المطفأة) بالركام الناعم بالنسب المحددة ثم يضاف السمنت إلى الخليط المذكور بحسب نسبة السمنت إلى الركام الناعم[10].

9-3/4/1 يكون استعمال الملدنات مع خليط الجير (النورة) والركام الناعم بحسب تعليمات الشركة المصنعة لتلك الملدنات على أن تفحص صلاحية الملدن من قبل مختبر محلي.

9-4/4/1 ينفذ الخلط ميكانيكيا بعد تحديد نسب الخلط بواسطة صناديق ذات مقاسات محددة تناسب الغرض.

9-5/1 تنفيذ الإنهاءات الداخلية العادية

يجب مراعاة مانصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[10].

9-6/1 تنفيذ الإنهاءات على المشبك المعدني الممدد

يجب مراعاة مانصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[10].

9-2 الإنهاءات الخارجية

يجب مراعاة مانصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[10].

9-3 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/5، *"السمنت البورتلاندي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2004/807، *"الجير المستعمل في البناء وانتاج المواد الأنشائية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2004.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/45، "*ركام المصادر الطبيعية المستخدم في الخرسانة وفي البناء*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[4] الجمعية العلمية الملكية الأردنية/مركز بحوث البناء، "*كود مواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء*"، المجلد الحادي عشر، المملكة الأردنية الهاشمية، 2010.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1703، "*مواصفات الماء المستخدم في الخرسانة*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/1431، "*مضافات الخرسانة*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[7] ASTM, C494/C494M-99a, "*Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*", ASTM, USA, 1999.

[8] م.ق.ع. (مواصفة بناء عراقية) 502، "مدونة العزل المائي"، وزارة الإعمار والإسكان، جمهورية العراق، 2013.

[9] ASTM, A884/A884M-12, "*Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire Reinforcement*", ASTM, USA, 2012.

[10] م.ق.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، "*المواصفات الفنية للأعمال المدنية*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الاصدار حالياً.

الباب 10

الخرسانة ومنتجاتها (Concrete and Its Products)

10-1 عام (General)

الخرسانة مادة إنشائية ناتجة من مزج السمنت الهيدروليكي والماء والركام بنوعيه (الناعم والخشن)، وهي قابلة للتصلب بسبب التميؤ لمركبات السمنت. ويمكن إضافة مواد أخرى إليها للحصول على صفات مرغوبة بالخرسانة تدعى (المضافات).

10–2 المواد (Materials)

10–2/1 السمنت: يجب أن يحقق السمنت متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفات عالمية أخرى يتفق عليها مع رب العمل. وتنفذ الاشتراطات المذكورة في الباب الثامن من هذا الدليل فيما يخص النمذجة والفحص والقبول.

10–2/2 الركام: يجب أن يحقق الركام متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] أو أي مواصفة عالمية أخرى يتفق عليها مع رب العمل. وتنفذ الاشتراطات المذكورة في الباب السادس من هذا الدليل فيما يخص النمذجة والفحص والقبول.

10–2/3 الماء: يعد الماء الصالح للشرب مقبولاً لصنع الخرسانة ويجب أن يلبي الماء المواصفات التالية:

(أ) الديمومة: يجب أن تكون نسب الماء إلى السمنت بحسب ظروف التعرض المثبتة في الجدول (10–2/1).

(ب) الشوائب غير العضوية: تعتبر المياه الحاوية على ايونات الكالسيوم والمغينسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والبيكاربونات والكبريتات والنترات والكاربونات والكلوريدات وبمجموع كلي لها لا يزيد على (3000) مغم/ لتر مناسبة للاستعمال على أن لا تزيد نسبتا أيون الكلوريد (Cl^-) على (500) مغم/ لتر والكبريتات ($SO_3^=$) على 1000 مغم/ لتر[3]، إلا اذا كانت نسبة الكلوريدات في الخلطة الخرسانية لا تزيد على الحدود المذكورة في المواصفة القياسية الأمريكية المرقمة (ACI 318-2008)[4] ونسبة الكبريتات في الخلطة الخرسانية لا تزيد على الحدود الموجودة في الجدول (10–2/1)[5].

(ت) الشوائب العضوية: يشترط فحص الماء ذي اللون أو الرائحة المميزة بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[3] لبيان مقدار تحقيقه متطلباتها.

(ث) النمذجة: تنفذ النمذجة للماء غير الصالح للشرب بموجب المواصفة القياسية البريطانية BS 6068–67– (1994)[6].

(ج) الفحص والمطابقة: يعد النموذج غير صالح للاستعمال في صناعة الخرسانة في حالة عدم تحقيقه لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[3].

(ح) المضافات: راجع الباب الحادي عشر من هذا الدليل.

الجدول 10-1/2: متطلبات الديمومة لخرسانة معرضة لظروف محددة ومصنوعة من السمنت البورتلاندي بانواعه ومن الركام ذي الوزن العادي[4].

نوع التعرض	الخرسانة المسلحة			الخرسانة الاعتيادية		
	نسبة الماء الطليق/ السمنت لا تزيد على	محتوى السمنت لا يقل عن (كغم/ م^3)	أدنى صنف للخرسانة (نت/ مم^2)	نسبة الماء الطليق/ السمنت لا تزيد على	محتوى السمنت لا يقل عن (كغم/ م^3)	أدنى صنف للخرسانة (نت/ مم^2)
طفيف: السطح محافظ عليه من الجو أو من الظروف القاسية (الخرسانة الخارجية المحمية المعرضة للهواء والخرسانة الداخلية) عدا التعرض للظروف الجوية الاعتيادية لفترة قصيرة خلال التشييد، وخرسانة الأسس الشريطية والخرسانة المالئة للحفر للابنية الواطئة عندما تكون ظروف التربة غير قاسية (محتوى الكبريتات واطئ).	0.7	250	20د	0.8	200	15د
معتدل: السطوح المبللة المحمية من المطر الشديد ومن التجمد والخرسانة المطمورة والخرسانة المغمورة بالمياه بصورة مستمرة.	0.6	300	25د	0.7	250	25د
قاسٍ: السطوح المعرضة لرشقات من المطر أو دورات متعاقبة من البلل والجفاف والتجمد العرضي للسطوح المعرضة للتكييف الشديد والملامسة لماء المجاري أو للمحاليل المائية، والسطوح الداخلية للمنشآت المعرضة للظروف البحرية.	0.5	350	30د	0.6	300	30د
قاسٍ جداً: السطوح المعرضة لظروف بحرية أو لتأثير أبخرة أو للماء الجاري الضار ذي درجة حامضية(pH) تساوي أو أقل من 4.5. السطوح المبللة المعرضة لتأثيرات أملاح إزالة الجليد أو لظروف التجمد القاسي.	0.4 *	350	35د	0.45	300	30د

*لإدراك قابلية تشغيل مناسبة عند هذه النسبة من الماء/السمنت فقد يكون من الضروري إستعمال المضافات.

ملاحظة : إن محتوى السمنت المبين في الجدول متعلق بركام ذي مقاس اسمي اقصى مساو الى (20 مم)، لغرض المحافظة على قيم مشابهة لمحتوى السمنت في الخرسانة لركام بمقاسات اخرى فيجب زيادة الحد الادنى لمحتوى السمنت بمقدار (15%) عند استعمال ركام مقاسه الاسمي مساو إلى (10 مم) وتقليله بمقدار (15%)

لركام بمقاس اسمي أقصى مساو إلى (40 مم) وفي كل الأحوال يجب أن لا يقل محتوى السمنت في الخرسانة المسلحة عن (250 كغم/ م^3).

الجدول 10-2/2: متطلبات الخرسانة المعرضة لتأثير أملاح الكبريتات*[5].

نوع التعرض للاملاح الكبريتية	تركيز الكبريتات ممثلة بـ (SO_3)			نوع السمنت	الحد الأدنى لمحتوى السمنت (كغم/ م^3)	الحد الأعلى لنسبة الماء الطليق الى السمنت
	في التربة		في المياه الجوفية			
	SO_3 الكلية (النسبة المئوية الكلية بالوزن)	SO_3 في مستخلص 1:2 (ماء: تربة) (غم/ لتر)	(غم/ لتر)			
1	اقل من 0.2	1	اقل من 0.3	البورتلاندي العادي	280	0.55
2	0.5-0.2	1.9 -1	1.2 -0.3	البورتلاندي العادي	330	0.50
3	1-0.5	3.1 -1.9	2.5 -1.2	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	280	0.55
4	2-1	5.6 -3.1	5 -2.5	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	330	0.50
5	اكثر من 2	اكثر من 5.6	اكثر من 5	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	370	0.45

*خاص بالخرسانة المرصوصة كلياً والحاوية على ركام ذي مقاس اسمي أقصى مساو إلى (20 مم) ويحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2].

10-3 أنواع الخرسانة (Types of Concrete)

10-3/1 الخرسانة العادية: تتكون هذه الخرسانة من الماء والسمنت والركام، وقد تستعمل فيها المضافات. يجب أن تحقق مواصفات هذه الخرسانة متطلبات مدونة الخرسانة المسلحة والعادية المرقمة (م. ب.ع. 304)[5].

10-3/2 الخرسانة المسلحة: وهي خرسانة مشابهة للنوع الاول ولكنها تكون مجهزة بقضبان حديد تسليح ويشترط أن تحقق مواصفاتها متطلبات مدونة الخرسانة المسلحة والعادية المرقمة (م.ب.ع. 304)[5].

10-3/3 أنواع خاصة من الخرسانة: (Special Types of Concrete) وتكون على أنواع هي:

10-3/3/1 خرسانة عالية المقاومة (High strength concrete): وهي خرسانة ذات مقاومة انضغاط أعلى من (40 نيوتن/مم^2). ويجب أن تحقق مواصفات هذه الخرسانة متطلبات المدونة الأمريكية المرقمة (ACI 363R-97)[7].

10-3/3/2 خرسانة ذاتية الرص (Self compacting concrete): وهي خرسانة لها القابلية على الانسياب والجريان في القالب ورص نفسها تحت تأثير وزنها فقط. ويجب أن تحقق هذه الخرسانة متطلبات المواصفة الأوربية المرقمة (EFNARC 2002)[8].

10-3/3/3 خرسانة خفيفة الوزن (Light weight concrete): وهي خرسانة تتميز بخفة وزنها، حيث يتراوح وزنها بين (300 -2000) كغم /م^3. وتتحقق خفة وزنها إمّا باستعمال ركام خفيف الوزن أو استعمال مواد مفقعة أو حذف الرمل من الخرسانة [9،ص52]. وتحقق متطلبات المدونة الأمريكية المرقمة (ACI 213R-2006)[10].

10-4 معدل مقاومة الانضغاط المطلوبة للخرسانة

(Average Required Compressive Strength for Concrete)

لأجل إحتساب قيمة مقاومة الانضغاط المطلوبة التي تُعتمد عند تصميم المنشآت الخرسانية يجب أن تتحقق المتطلبات المذكورة في الباب الثالث من مدونة الخرسانة المسلحة والعادية المرقمة (م.ب.ع. 304)[5] فيما يخص نوع وعدد نماذج الفحص وعمر الفحص والاعتبارات التصميمية الأخرى المطلوبة لاحتساب مقاومة الانضغاط.

10-4/1 النمذجة (Sampling)

تنفذ النمذجة بحسب مدونة الخرسانة المسلحة والعادية المرقمة (م.ب.ع. 304)[5].

10-4/2 الفحص والقبول (Testing and Acceptance)

تقوم الخرسانة وتقبل بحسب الباب الثالث من مدونة الخرسانة المسلحة والعادية (م. ب.ع. 304)[5].

10-4/3 تكرار الفحوص (Test Repeatation)

تؤخذ نماذج الخرسانة (Sampels) بحسب متطلبات الباب الثالث من مدونة الخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304)[5].

10-5 تصميم الخلطات الخرسانية (Mix Design)

يمكن اعتماد المدونة الامريكية (ACI 211.1)[11] أو المواصفات البريطانية (BS 5328)[12] لغرض تحديد أوزان المواد الداخلة في الخلطة الخرسانية. ويشترط أن تحقق الخلطة الخرسانية المتطلبات التالية:

(أ) في الحالة الطرية: الحصول على قابلية تشغيل ملائمة وقوام مناسب لوضع الخرسانة في القالب مع قابلية الانسياب حول حديد التسليح بدون حدوث النضح المفرط (excessive bleeding) والانعزال (segregation). ويجب أن يكون الهطول بموجب ماحددته المدونة الامريكية (ACI 211.1R)[11] وبحسب نوع العضو الانشائي.

(ب) في الحالة الصلبة: يجب أن تحقق الخلطة الخرسانية الديمومة المطلوبة في أثناء العمر الخدمي للخرسانة ومقاومتها التأثيرات الخارجية مثل هجوم املاح الكبريتات أو أي ظروف قاسية أخرى. ويجب مراعاة عدم تجاوز الحد الاعلى لنسبة الماء/السمنت لأجل إنتاج خرسانة قليلة النفاذية وذات محتوى سمنت يعطي مقاومة الانضغاط المطلوبة ويضمن تحمل المؤثرات البيئية التي تتعرض لها الخرسانة بموجب الباب الثاني من مدونة

الخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304)[5].

(ت) يجب أن تنتج الخلطة خرسانة ذات مقاومة انضغاط مع عامل أمان كافٍ عن تكرار فحص المقاومة بثقة (Confidence) لا تقل عن (99%) أو (95%) من العدد الكلي للنتائج.

10-1/5 ملاحظات خاصة بتصميم الخلطات الخرسانية (Special Notes on Concrete Mixes Design)

يجب أن تحقق الخلطات الخرسانية متطلبات الديمومة المذكورة في الباب الثاني من مدونة الخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304)[5] وبحسب فئات التعرض المذكورة في ذلك الباب والجداول المثبتة فيه. كما يجب أن تحقق الخلطات الخرسانية المتطلبات الإضافية الخاصة بالتعرض إلى الإنجماد والذوبان المتطلبات المذكورة في المواصفة المدونة نفسها. وكذلك يجب أن تحقق المتطلبات الخاصة ببدائل المواد السمنتية للخرسانة المعرضة للكبريتات المبينة في المدونة نفسها.

10-6 منتجات الخرسانة (Concrete Products)

10-6/1 البلاط (الكاشي) (Tiles)

هي وحدات خرسانية مسبقة الصب تعمل لتطبيق الأرضيات ويجب أن تكون لها القدرة على مقاومة التآكل والدوام وإعطاء سطح مستوٍ صالح للاستعمال ومقبول فنيا [13،ص129].

يصنع البلاط (الكاشي) من كبس مواد خرسانية في قوالب حديدية. ويتكون من طبقتين الأولى قوية تدعى (الوجه) تتألف من سمنت ورمل ومواد ملونة (خضاب)، والثانية طبقة ضعيفة نسبياً في الظهر تتألف من السمنت والرمل وذات نسبة (ماء / سمنت) قليلة.

10-6/1/1 البلاط (الكاشي) العادي (Ordinary Tiles)

هو البلاط (الكاشي) المكون أساسا من الركام والسمنت ويصنع من طبقتين مختلفتين في التركيب، الأولى طبقة الوجه التي تتألف من الركام الناعم والسمنت العادي الأبيض وقد يضاف إليها الخضاب، والثانية طبقة القاعدة (الظهر) وتحتوي على نسب من الركام الخشن والناعم والسمنت العادي.

إن مواصفات هذا النوع من البلاط (الكاشي) يجب أن تحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1043 لسنة 1984)[14] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة [13،ص132].

10-6/1/1/1 المواد (Materials)

(أ) السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي العادي أو الأبيض ويجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984) الخاصة بالسمنت البورتلاندي.

(ب) الخضاب (Pigments)

يستعمل الخضاب الطبيعي والاصطناعي لتلوين البلاط (الكاشي) ويكون ذا ألوان ثابتة ولا يحتوي على مواد ضارة بالخرسانة، ويحظر استعمال الخضاب الذي يتأثر لونه عند التعرض لأشعة الشمس وعوامل الجو.قبل

اضافة الخضاب الى الخليط يجب أن يسحق مع السمنت للحصول على بلاط (كاشي) ذي شدة تلون جيدة ومتجانسة.

يجب أن يحقق الخضاب المستعمل متطلبات المواصفات القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة .

(ت) الركام (Aggregate)

(أولاً) طبقة الوجه

يستعمل فيها الركام الناعم (الرمل الطبيعي) الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة وفي البناء.

(ثانياً) طبقة القاعدة (الظهر)

يكون الركام المستعمل فيها من المواد الطبيعية التي تحقق متطلبات مواصفات ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة وفي البناء كالحصى المكسر أو غير المكسر أو الحجر، أو قد يكون الركام من الحصى الناعم وبالتدرج الذي يحقق متطلبات فحوص الأداء.

2/1/1/6-10 التصنيف والمقاسات (Classification and Dimensions)

يصنف البلاط (الكاشي) العادي بحسب الشكل إلى الأصناف التالية:

(أ) البلاط (الكاشي) السادة (العادي): وهو الكاشي ذو وجه ملون بلون واحد وبدون حجارة موزائيك وإنما يستعمل فيه السمنت مع الخضاب الملون والرمل الناعم ويصنع بالطريقة الإعتيادية وبألوان مختلفة منها الأسود والأبيض والبرتقالي والأحمر والأصفر، أما اللونان الأخضر والأزرق فنادراً ما يضافان، إذ إنهما لا يقاومان الهواء والشمس والحرارة العالية.

(ب) البلاط (الكاشي) المشجر: وهو كاشي ذو زخرفة بالوجه يصنع بسكب لونين من الشربت بشكل متداخل في القالب مع رجّه بالطريقة الاعتيادية فيظهر الوجه بعد إكتمال الصنع مشجراً. وله أكثر من شكل مشجر في الوجه وبطريقة غير منتظمة.

(ت) البلاط (الكاشي) المنقش: وهو بلاط (كاشي) ذو زخرفة في الوجه يعمل بوضع قالب الزخرفة من الحديد بسمك أكثر بقليل من سمك القشرة في داخل قالب للصب، وتنفذ العملية بصب شربت بالألوان المطلوبة في الأماكن المخصصة لها من هذه الزخرفة ثم يرفع قالب النقش، وتستمر العملية كما في البلاط (الكاشي) السادة، وتظهر ألوان مختلفة على وجه الكاشي متناسقة وغير متداخلة كما يحصل في البلاط (الكاشي) المشجر بسبب عدم سيولة الشربت بسهولة بعد رفع القالب.

(ث) بلاط (كاشي) الطرطوار: وهو بلاط (كاشي) سادة وجهه غير أملس، إذ يحتوي على أخاديد متنوعة طولية وعرضية لغرض زيادة الإحتكاك ومنع الإنزلاق. ويستعمل بصورة خاصة في المناطق المعرضة للبلل، مثل المداخل والمماشي الخارجية والحمامات.

أما من ناحية المقاسات فيكون بأبعاد مربعة هي (200±1 مم) و (250±1 مم).

10-6/1/1/3 النقل والخزن (Delivery and Storage)

يكون نقل وخزن البلاط (الكاشي) العادي بحسب ماذكر في الفقرة الخاصة بنقل وخزن الكاشي الموزائيك من هذا الباب.

10-6/1/1/4 الإنتاج (Production)

(أ) يصنع البلاط (الكاشي) العادي للأرضيات من مزيج من السمنت والركام الطبيعي والماء والخضاب بطريقة الكبس. يرج مزيج طبقة الوجه إلى المدى الذي يسمح فيه للهواء المحصور بالخروج من السطح. وتفصل طبقة الوجه عن طبقة القاعدة في البلاط (الكاشي) وذلك برشها بمونة من السمنت والرمل بنسبة (2:1). ثم يضاف خليط طبقة القاعدة (الظهر) وترج لغرض تجانس الخليط، ثم يكبس هيدروليكيا بضغط يعتمد مقداره على مساحة البلاطة (الكاشية) بحيث يكون كافيا لتلاحم طبقة القاعدة مع طبقة الوجه ولتمكين البلاطة (الكاشية) من الإيفاء بمتطلبات فحوص الأداء.

(ب) يجب أن لا تزيد النسبة الوزنية للخضاب المستعمل في طبقة الوجه على (5%) من وزن السمنت المستعمل في الخلطة.

(ت) بعد أن يبدأ البلاط (الكاشي) بالتصلب يعالج بتغطيته تماما في ماء صالح للشرب لمدة لاتقل عن (24) ساعة أو يعالج بأي طريقة أخرى مكافئة تفي بالغرض.

10-6/1/1/5 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

تكون أبعاد البلاط (الكاشي) الاعتيادي المربع والتفاوت المسموح به بحسب الجدول (10-6/1).

الجدول 10-6/1: مقاسات الكاشي العادي المربع[14].

طول الضلع (مم)	السمك (مم)
200±1	22±3
250±1	25±3

10-6/1/1/6 الفحص (Testing)

المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

(أ) الشكل والأبعاد.

(ب) المظهر.

(ت) إمتصاص الوجه.

(ث) مقاومة الكسر[16،ص24].

10-6/1/1/7 النمذجة (Sampling)

(أ) تؤخذ النماذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية بحيث تكون مؤشرة ومعرفة من قبل المجهز وبمعدل (12) بلاطة (كاشية) لكل (5000) بلاطة (كاشية) أو أقل .

(ب) يجب فحص الاعداد المذكورة لاحقا من النماذج المختارة بموجب العبارة الفرعية 10-6/1/1/7 (أ) لكل ارسالية من (5000) بلاطة (كاشية) أو جزءاً منها :-

(أولاً) للايفاء بمتطلبات الشكل والابعاد والمظهر (6) بلاطات (كاشيات).

(ثانياً) لفحص مقاومة الكسر (6) بلاطات (كاشيات).

(ثالثاً) لفحص الامتصاص الكلي (6) بلاطات (كاشيات).

(رابعاً) لفحص امتصاص وجه البلاطة (الكاشية) (6) بلاطات (كاشيات).

(خامساً) تفحص كل بلاطة (كاشية) تختار كنموذج من حيث متطلبات المظهر بصورة دقيقة قبل اجراء فحصي الإمتصاص ومقاومة الفحص.

10-6/1/1/8 المطابقة والقبول

ترفض كل بلاطة (كاشية) غير مطابقة لمتطلبات المظهر (البند7 من المواصفة 1043)[14]. وتؤخذ أخرى منتقاة بحسب العبارة الفرعية 10-6/1/1/7 (أ).

10-6/1/1/9 التركيب (Composition)

يشترط عند القيام بأعمال الإكساء بالبلاط (الكاشي) العادي أن تحقق المتطلبات المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[16].

10-6/1/2 البلاط (الكاشي) الموزائيك (Terrazzo Tiles)

هو البلاط (الكاشي) السمنتي المكبوس هيدروليكيا والمكون أساسا من الركام والسمنت ويصنع من طبقتين مختلفتين في التركيب. أولا طبقة الوجه التي تحتوي على نسبة معينة من الأحجار الصلبة كالرخام الذي يجب أن تتوزع قطعه من الأحجار المكسرة الصلبة توزيعا طبيعيا منتظما ومتجانسا على كل مساحة الوجه ومسحوق الرخام وقد يضاف إليها الخضاب، وثانيا طبقة القاعدة (الظهر) التي تحتوي على نسبة معينة من الركام الخشن والناعم (الناعم هو الرمل الطبيعي) والسمنت العادي. أما السمنت المستعمل في طبقة الوجه فيكون من النوع الأبيض أو العادي.

يجب أن تحقق مواصفات هذا البلاط (الكاشي) متطلبات المواصفات القياسية العراقية المرقمة (1042 لسنة 1984)[17] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة [13،ص133].

10-6/1/2/1 المواد (Materials)

(أ) السمنت (Cement)

يكون السمنت المستعمل من النوع البورتلاندي العادي أو الأبيض ويحقق متطلبات المواصفة القياسية

العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

(ب) الخضاب (Pigments)

يستعمل الخضاب الاصطناعي والطبيعي لتلوين البلاط (الكاشي) ويكون ذا ألوان ثابتة ولا يحتوي على مواد ضارة بالخرسانة ويحظر استعمال الخضاب الذي يتأثر لونه عند التعرض لأشعة الشمس وعوامل الجو. يجب أن يحقق الخضاب متطلبات المواصفات القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة. ويجب أن يخلط الخضاب أولاً مع السمنت الجاف قبل إضافته إلى الخليط ثم يسحقان سوية للحصول على كاشي ذي شدة لون جيدة ومتجانسة.

(أولاً) الركام (Aggregate)

(1) ركام طبقة الوجه: يكون الركام المستعمل حاوياعلى نوعية جيدة من الرخام أو أي من الأحجار الطبيعية الأخرى بخصائص تشابه الرخام وبصلابة ملائمة وشكل حبيبات مضلع ويرفض الركام ذو الحبيبات المستطالة أو المسطحة.

لا يحتوي الركام على الطين أو أوكسيد الحديد أو البايرايت أو أي مادة غريبة ضارة قد تؤدي إلى تقليل قوة الربط أو التحمل أو فشل وجه البلاطة (الكاشية). يفضل أن يكون الركام متدرجا وخاليا من المواد الناعمة أو التراب. إن المقاسات التقريبية للركام الرخامي المعادلة للدرجات التجارية هي كما مبين في الجدول (10–2/6).

(2) ركام طبقة القاعدة (الظهر): يستعمل الركام المتكون من المواد الطبيعية المطابقة لمتطلبات المواصفة العراقية الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة المرقمة (45 لسنة 1984)[2] أو في البناء كالحصى المكسر أوغير المكسر أو الحجر المكسر مع الرمل الطبيعي أو الرمل المستخلص من الحجر المكسر أو من الحصى المكسر.

الجدول10–2/6: مقاسات الركام الرخامي المعادلة للتدرج التجاري.

التدرج التجاري	المقاس (مم)
صفر	صفر – 1
1	2–1
2	5–2
3	9 –5
4	15 –9
5	25 –15

(ثانياً) مسحوق الرخام (الغبرة)

يضاف مسحوق الرخام لتقليل الشقوق التي قد تحصل في أثناء تماسك السمنت، ولتسهيل خروج الفقاعات الهوائية من طبقة الوجه، ولتصريف الماء الفائض من طبقة القاعدة (الظهر)، وكذلك لتقليل المسام في وجه البلاطة (الكاشية). يستحصل على مسحوق الرخام من تكسير وسحق الرخام الأبيض الصالح للأعمال الخرسانية.

10-6/1/2/2 التصنيف (Classification)

يصنف البلاط (الكاشي) الموزائيك بحسب الشكل إلى الأصناف التالية:

(أ) البلاط (الكاشي) الموزائيك الاعتيادي: ويصنع بنفس الطريقة المتبعة في صناعة البلاط (الكاشي) السادة، ما عدا شربت القشرة حيث تخلط حجارة رخامية أو كلسية معه.

(ب) البلاط (الكاشي) الموزائيك المطعم: يحتوي هذا النوع من البلاط (الكاشي) على قطع رخامية كبيرة ترصف في قاعدة القالب ثم يصب شربت القشرة كما في طريقة الموزائيك العادي.

(ت) البلاط (الكاشي) الموزائيك المشجر: هذا النوع من البلاط (الكاشي) تتعدد فيه ألوان شربت القشرة بدون تنظيم، بالإضافة إلى ذلك تستعمل حجارة مكسرة ذات ألوان وحجوم مصممة ومختلفة)[13،ص132].

10-6/1/2/3 النقل والخزن (Delivery and Storage)

(أ) بعد أن يثبت الفحص المختبري أن خصائصه التشغيلية تحقق متطلبات المواصفة ينقل البلاط (الكاشي) الى الموقع.

(ب) يجب ملاحظة النقاط التالية عند خزن البلاط (الكاشي) وذلك للمحافظة عليه في حالة الخزن الطويلة الأمد:

(أولاً) يجب أن تكون ساحة الخزن مستوية ومتينة ونظيفة.

(ثانياً) عندما لا يمكن خزن البلاط (الكاشي) تحت سقف يفضل أن يغطى بقماش لدائني (مشمع) للمحافظة عليه من التغيرات الجوية.

(ثالثاً) يجب أن يحافظ على البلاط (الكاشي) من تغلغل الرطوبة من الأرضية إليه والتي تكون عادة محملة بأملاح وخصوصاعندما تكون مدة الخزن طويلة.

(رابعاً) يجب أن يصف البلاط (الكاشي) عند الخزن بحيث يكون وجه البلاطة (الكاشية) مقابلاً لوجه البلاطة (الكاشية) المقابلة.

(خامساً) يصف البلاط (الكاشي) في المخزن بطريقة تضمن ثباته على أن يخزن بلاط كل إرسالية على حدة.

10-6/1/2/4 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

تكون أبعاد البلاط (الكاشي) الموزائيك المربع والتفاوت المسموح به بحسب الجدول (10-6/3).

10-6/1/2/5 الفحص (Testing)

المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

(أ) الشكل والأبعاد.

(ب) الإنهاء والمظهر.

(ت) إمتصاص الوجه.

(ث) الإمتصاص الكلي.

(ج) مقاومة الكسر.

(ح) مقاومة التآكل[16،ص23].

الجدول10-6/3: مقاسات البلاط (الكاشي) الموزائيك المربع[17].

طول الضلع (مم)	السمك (مم)
1±150	3±20
1±200	3±20
1±250	3±25
1±300	3±30
1±400	3±35
1±500	3±40

10-6/1/2/6 النمذجة (Sampling)

(أ) تؤخذ النماذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية بحث تكون مؤشرة ومعرفة من قبل المجهز وبمعدل (12) بلاطة (كاشية) لكل (5000) بلاطة (كاشية) أو أقل.

(ب) تفحص الاعداد المذكورة لاحقا من النماذج المختارة بموجب العبارة الفرعية 10-6/1/2/6 (أ) لكل إرسالية من (5000) بلاطة (كاشية) أو جزء منها :-

(أولاً) للايفاء بمتطلبات الشكل والأبعاد والإنهاء والمظهر تفحص (6) بلاطات (كاشيات).

(ثانياً) لفحص مقاومة الكسر (6) بلاطات (كاشيات).

(ثالثاً) لفحص الامتصاص الكلي (6) بلاطات (كاشيات).

(رابعاً) لفحص امتصاص وجه البلاطة (الكاشية) (6) بلاطات (كاشيات).

(خامساً) لفحص مقاومة التآكل (6) بلاطات (كاشيات).

10-6/1/2/7 المطابقة والقبول

يسمح بفشل بلاطة (كاشية) واحدة فقط في الفحص على أن يكون معدل الفحص محسوباً لكل البلاطات (الكاشيات) ضمن المواصفة. ترفض كل بلاطة (كاشية) غير مطابقة لمتطلبات المظهر (البند7 من المواصفة 1042)[17] وتؤخذ اخرى منتقاة بحسب العبارة الفرعية 10-6/1/2/6 (أ).

10-6/1/2/8 التركيب

يشترط عند القيام بأعمال الإكساء بأنواع البلاط (الكاشي) الموزائيك أن تتحقق المتطلبات المذكورة في المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[16].

10-6/2 قطع الموزائيك (مسبقة الصب) للسلالم والمدرجات

بالإضافة إلى ماذكر في الفقرة السابقة يجب مراعاة الأمور التالية:

(أ) تكون نسبة الخلط لطبقة الوجه جزءاً واحداً بالوزن من السمنت إلى (2.5) جزء بالوزن من الركام.

(ب) لايقل سمك طبقة الوجه بعد إجراء عملية التنعيم عن (8 مم).

(ت) لا يقل السمك الكلي لمواطئ السلالم والمدرجات عن (40 مم)، ولا يقل السمك الكلي لمرايا (الجزء القائم من الدرجة) السلالم عن (30 مم).

(ث) يجهز البلاط بشبكة تسليح لاتقل عن(6) قضبان ذات مقاس (8 مم) بالمتر الطولي الواحد وفي كلا الاتجاهين.

(ج) تمتد طبقة الوجه على جميع الحافات الظاهرة للبلاط بعد التركيب، على أن تقوس أركان تلك الحافات بشكل ربع دائرة.

(ح) يغطى البلاط بالماء لمدة لا تقل عن 10 ايام، يحفظ بعدها في مكان رطب لمدة لاتقل عن ثلاثة أسابيع. ويسمح بإجراء المعالجة بالبخار (steam curing) للحصول على الخصائص التشغيلية في وقت مبكر.

(خ) لا تجهز البلاطات إلى الموقع إلا بعد صقلها نهائيا إلى الدرجة المطلوبة بحيث تكون ملساء وخالية من العيوب كالشقوق والنقر وخلافهما. على أن يشمل الصقل جميع الحافات الظاهرة وبالدرجة نفسها.

10-6/3 أرضيات الموزائيك ذات الصب الموقعي (Cast in Situ Mosaic Floors)

10-6/3/1 المواد (Materials)

يجب أن تكون المواد المستعملة مطابقة لما ذكر في العبارة (10-6/2/1/1) من هذا الباب.

10-6/3/2 فواصل الصب

(أ) تكون المواد المستعملة في عمل فواصل الصب ذات مقاومة للتآكل مناظرة لمقاومة التآكل المطلوبة للأرضيات المثبتة فيها تلك المواد. ويمكن أن تكون تلك الفواصل من النحاس أو الزجاج أو الألمنيوم عديم الصدأ أو أية مادة أخرى يثبت الفحص المختبري أن مقاومتها للتآكل والصدأ مماثلة لمقاومة النحاس أو الألمنيوم.

(ب) لا يقل سمك المواد المستعملة في تجهيز فواصل الصب عن (1.5 مم). ولايقل ارتفاعها عن (25 مم).

(ت) تقص الأطراف السفلى للمواد المستعملة كفواصل للصب كل (300 مم) وبعمق لا يزيد على (12 مم). ثم تثنى القصات بالتبادل بزاوية قائمة، وذلك لإحداث التعشيق الكافي بين الفواصل والأرضية.

10-6/3/3 تجهيز الأرضيات

10-6/3/3/1 الأرضيات فوق التربة

(أ) تسوى التربة تحت الأرضيات لغاية المستويات المطلوبة ثم ترش بالماء، وتحدل بحسب الأصول باستعمال الحادلات أو الحادلات المدقية. ويجب أن تجري عملية الحدل حتى تصل طبقة التأسيس إلى كثافة جافة (Proctor) في الموقع لا تقل عن (90%) من الكثافة الجافة القصوى التي يحددها المختبر.

(ب) تجهز الرصفة (طبقة ماتحت الأساس) من الحجر بحيث لا يقل سمك الطبقة عن (150 مم). ويسمح باستعمال الركام الخشن كبديل في الرصفة مع مراعاة حدلها جيدا.

(ت) تصب فوق الرصفة المذكورة سابقاً طبقة خرسانية لا يقل سمكهاعن (100 مم) مجهزة بشبكة من حديد التسليح .

10-6/3/3/2 الأرضيات فوق المفاصل

(أ) يراعى أن تتوافر شروط منع تغلغل الرطوبة باستعمال المعالجة بالمواد القيرية والإسفلتية الخاصة بالمفاصل الخرسانية التي في الوحدات الصحية والمطابخ وماشابهها حيث يجب أن تتوافر فيها المناعة للرطوبة.

(ب) تفرش طبقة من الركام الناعم فوق المفاصل الخرسانية لتغطية شبكة أنابيب الكهرباء والمياه وذلك بعد عزل مايلزم عزله عن تلك الأنابيب بمواد العزل المناسبة.

(ت) تصب طبقة من الخرسانة لا يقل سمكها عن (75 مم) ومقاومة إنضغاطها لا تقل عن (25 نيوتن/مم^2) فوق المفصل الذي ستنفذ عليه أرضية الموزائيك لتعمل كوسادة تحتها.

10-6/3/3/3 صب الأرضيات

(أ) تخزن المواد في الموقع في مكان نظيف جاف بعيد عن الرطوبة والغبار ومصادر التلوث المختلفة.

(ب) تصب طبقة الظهر من خلطة خرسانية مكونة من جزء واحد من السمنت إلى ستة أجزاء بالوزن من الركام الذي يجب أن لا يزيد مقاسه الأقصى على (12 مم).

(ت) يستعمل السمنت الأبيض أو الملون في خلطة طبقة الوجه للحصول على اللون المطلوب، على أن يقوم المقاول بعمل عينة للتحقق من ذلك قبل البدء بتنفيذ الأعمال في الموقع.

(ث) تصب طبقة الوجه من خلطة مكونة من جزء واحد من مسحوق الرخام إلى ثلاثة أجزاء بالوزن من السمنت ، ثم تمزج في الحالة الجافة لتكون خليطا متجانسا يخلط بعدئذ مع ركام طبقة الوجه. تكون نسبة خلط المزيج المتكون من السمنت ومسحوق الرخام إلى الركام بحسب مقاس كسر الركام المستعمل وكما مبين في الجدول (10-6/4).

الجدول 10-4/6: نسبة خلط مواد طبقة الوجه لبلاط الموزائيك[18].

مقاس كسر الرخام (مم)	(نسبة الخلط بالوزن) (سمنت + مسحوق الرخام: الركام)
(1-2) أو (2-4) أو (2-5)	1.75 : 1
(4-6) أو (5-9)	1.50 : 1
(9-12) أو (12-20) أو (20-25)	1.25 : 1

(ج) لا يقل السمك الكلي لطبقتي الوجه والظهر معا عن (40 مم)، ويحدد السمك الادنى لطبقة الوجه بعد التنعيم بحسب مقاس كسر الرخام بحيث لا تقل عن ما هو موضح في الجدول (10-5/6).

الجدول 10-5/6: السمك الادنى لطبقة الوجه[18].

مقاس كسر الرخام (مم)	السمك (مم)
(1-2) أو (2-4) أو (2-5)	3
(4-6) أو (5-9)	8
(9-12) أو (12-20) أو (20-25)	10

(أ) تقسم الأرضية المراد صبها إلى شرائح طولية لا يزيد عرض كل منها على (4.5 م)، وتجهز بالفواصل المناسبة حيث تصب المساحات على طولها كاملا ولا يسمح بصب المساحة المجاورة للمساحة التي إكتمل صبها إلا بعد مرور (24) ساعة.

(ب) تثبت جميع فواصل الصب للمساحة الواحدة في أماكنها المحددة وعند المستويات المبينة على المخططات وذلك قبل مباشرة صب طبقة الظهر.

(ت) قبل مباشرة صب طبقة الظهر يجب تنظيف أرضية الصب من المواد الغريبة والغبار والمواد الشائبة، ومن ثم رشها بالماء جيدا (وشربتتها) بالسمنت مع أخذ الحيطة لمنع تجمع مياه الرش على هيئة برك. بعد ذلك توضع طبقة الظهر وتسوى حتى السمك المطلوب، ثم تحزز طولا وعرضا لضمان التماسك الجيد بينها وبين طبقة الوجه.

(ث) لإعداد خلطة الوجه ، يخلط السمنت مع خضاب التلوين أولا ثم يضاف مسحوق الرخام ،ومن ثم يخلط المزيج في الحالة الجافة مع كسر الرخام. وبعد الحصول على خليط متجانس من المواد المذكورة آنفاً يضاف ماء

الخلط بالتدريج للوصول إلى القوام المناسب لإنجاز العمل.

(ج) قبل وضع طبقة الوجه يجب تنظيف وشربتة طبقة الظهر بشربت من السمنت والخضاب بنفس اللون والنسب المستعملة في خلطة طبقة الوجه.

(ح) توضع طبقة الوجه بعد مرور مدة تتراوح بين (18– 24) ساعة من صب طبقة الظهر إعتماداً على درجة الحرارة ومعدل تماسك السمنت، ثم تسوى طبقة الوجه وتدك جيدا وتنعم بالمالج عدة مرات.

(خ) لا يجوز استعمال الخلطات المذكورة آنفاً بعد مرور نصف ساعة من إضافة الماء اليها.

(د) تترك طبقة الوجه لكي تجف لمدة تتراوح بين (12-18) ساعة وبعدها تغمر بالماء لمدة (4) ايام متتالية لإنضاجها.

(ذ) بعد انتهاء فترة الإنضاج يحك السطح بحجر الكاربوراندم (كاربيد السليكون) المرقم (60) مع استعمال الماء ،ثم يغسل ويفرش عليه معجون من ملاط السمنت بلون طبقة الوجه نفسه، ثم (يشربت) ويترك ليجف مدة (24) ساعة ثم يغمر بالماء لمدة (4) أيام متتالية. بعد ذلك يجلى السطح بحجر الكاربوراندم (كاربيد السليكون) المرقم (80) ويغسل (ويشربت). ثم يجفف ويغمر بالماء كما سبق ذكره.

(ر) بعد انتهاء العملية السابقة ينعم السطح بحجر الكاربوراندم (كاربيد السليكون) المرقم (120–150)، ثم يغسل ويشربت ويترك ليجف لمدة (12) ساعة ،ثم يغمر بالماء لمدة (4) أيام متتالية. بعد ذلك يصقل باستعمال حجر الكاربوراندم (كاربيد السليكون) المرقم (400)، ثم يغسل وينظف باستعمال محلول حامض الاوكساليك بمعدل (5غرام) من مسحوق الحامض لكل متر مربع من السطح الرطب، وينظف بالماء الساخن.

10–4/3/6 الإزارة

(أ) لا تقل نسبة الخلط لطبقة الظهر تحت إزارة الموزائيك المصبوبة في الموقع عن جزء واحد من السمنت إلى ثلاثة أجزاء بالوزن من الركام، على أن يترك سطح تلك الطبقة خشنا لضمان التماسك بينها وبين طبقة الوجه.

(ب) لايقل السمك الكلي لإزارة الموزائيك المصبوبة في الموقع عن (20 مم) على أن لا يقل سمك طبقة الوجه عن (6 مم).

(ت) يراعى ماورد في العبارات الفرعية 10–3/3/3/6 (أ حتى ب) بالنسبة للخلط والصب والإنضاج والحك والجلي والتنعيم والصقل والتنظيف وغيرها.

(ث) يتراوح بروز الإزارة مابين (5–10 مم) ويكون منتظما للمسافة الواحدة كاملة.

10–4/6 البلاطات الخرسانية مسبقة الصب (الشتايكر) (Precast Concrete Flags)

10–1/4/6 التعريف (Definition)

هي بلاطات خرسانية مسبقة الصب تستعمل لتبليط المماشي والسطوح. وتنتج هذه البلاطات من مزج الخرسانة ورصها بالرج أو الكبس أو بكليهما.

10–6/4/2 المواد (Materials)

10–6/4/2/1 السمنت (Cement)

يكون السمنت المستعمل من نوع السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1].

10–6/4/2/2 الخضاب (Pigments)

يستعمل الخضاب الصناعي والطبيعي لتلوين البلاطات، ويشترط أن يكون ذا الوان ثابتة ولا تزيد نسبته على الحد الذي يؤثر فيه على متانة البلاطة، ويحظر إستعمال الخضاب الذي يتأثر لونه عند تعرضه لاشعة الشمس وعوامل الجو. يخلط الخضاب مع السمنت الجاف قبل اضافته الى الخليط (أو بحسب تعليمات المنتج).

10–6/4/2/3 الركام (Aggregate)

يكون الركام من المواد الطبيعية ويجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة. كما يجب أن لا يزيد المقاس الإسمي الاقصى للركام على 12 مم ويكون بتدرج مناسب.

10–6/4/3 الأبعاد (Dimensions)

يجب أن تكون البلاطات المنتجة بموجب الابعاد المبينة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1107 لسنة 1988)[19] وكما مبين في الجدول (10–6/6).

10–6/4/4 متطلبات الفحص (Test Requirements)

تفحص البلاطات الخرسانية المسبقة الصب للتحقق من توافر متطلبات التحمل المستعرض (القوة المسلطة في فحص معاير الكسر) وامتصاص الماء وتعيين الأبعاد واستوائية الوجه والإلتواء.

10–6/4/4/1 التحمل المستعرض

يجب أن لا تقل نتيجة التحمل المستعرض عن القيم المدرجة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1107 لسنة 1988)[19] وكما مبين في الجدول (10–6/6).

10–6/4/4/2 إمتصاص الماء (WaterAbsorption)

يجب أن لا يتجاوز معدل الزيادة في كتلة القطع المفحوصة من كل عينة نسبة (4%) في حالة غمر النموذج في الماء لمدة نصف ساعة أو نسبة (10%) في حالة غمر النموذج في الماء لمدة 24 ساعة.

10–6/4/4/3 الأبعاد (Dimensions)

يشترط أن لا يزيد الإختلاف بين معدل القراءات لاثنتي عشرة قيمة مستحصلة من اربع قراءات لكل بلاطة من البلاطات الثلاثة وبين السمك الموصوف على (±3 مم) ولا على (±2 مم) لحالة الطول الموصوف ولا على (±2 مم) لحالة العرض الموصوف. وتكون زوايا الوجه قائمة لحد لايزيد الفرق بين طول قطري وجه ذلك النموذج على (3 سم). وتكون البلاطات المهيئة للاستعمال في السطوح ذات حافات مهيأة لوضع حشوات

المفاصل الخاصة[19].

الجدول 10-6/6: أبعاد البلاطات ومتطلبات التحمل المستعرض[19].

نوع البلاطة	الطول (مم)	العرض (مم)	السمك (مم)	قوة الكسر (كيلونيوتن)
أ	500 ± 2	500 ± 2	50 ± 3	8.3
ب	600 ± 2	400 ± 2	50 ± 3	5.3
ج	400 ± 2	200 ± 2	50 ± 3	4.4
د	800 ± 2	800 ± 2	42 ± 3	5.4
هـ	400 ± 2	400 ± 2	50 ± 3	8.9
و	600 ± 2	200 ± 2	50 ± 3	2.7

10-6/4/5 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية من قبل المشتري أو من يمثله قبل أو عند تسليم الارسالية بحيث تكون مؤشرة ومعرفة من قبل المجهز، حيث يجب أن تؤخذ (3) بلاطات كنماذج لكل ارسالية ذات (2000) بلاطة أو اقل، اما الارساليات التي تكون اكثر من (2000) بلاطة فتؤخذ (3) بلاطات من كل (2000) بلاطة إضافية من الارسالية أو جزء منها.

10-6/4/6 المطابقة (Acceptance)

في حالة عدم تحقيق النموذج لاي من متطلبات الفحوص التي تحددها المواصفة العراقية يجب أن يؤخذ نموذج جديد يحتوي على ضعف عدد البلاطات من الارسالية نفسها ويعاد ذلك الفحص على ضعف العدد المطلوب وعند فشل عينة واحدة أو اكثر من النموذج الجديد في مطابقة الفحص تعد الارسالية التي تمثلها النماذج فاشلة في تحقيق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1107 لسنة 1988)[19] وترفض.

10-6/5 كتل البناء الخرسانية المحملة (Load-Bearing Concrete Masonry Units)

الكتل البنائية هي وحدات للبناء تكون قياساتها كبيرة، فهي أكبر من قياسات الطابوق الطيني (الآجر)، وغالبا ماتكون غير ثابتة كما هو الحال في الطابوق.

10-6/5/1 التعريف (Definition)

هي وحدة بناء الجدران التي تزيد في الطول والعرض أو الارتفاع على الأبعاد المحددة في المواصفة القياسية

العراقية الخاصة بالطابوق الخرساني (240×115×75) مم، وتستعمل لتشييد الجدران الحاملة، وتصنع من السمنت البورتلاندي والركام ذي الوزن العادي والخفيف أو كليهما والماء معاً وبدون إضافة مواد أخرى وتكون إما مصمتة (solid) أومجوفة (hollow).

10-1/1/5/6 كتلة البناء الخرسانية المصمتة: إذا كان الحجم المجوف يقل عن (25%) من الحجم الكلي للكتلة، تعتبر الكتلة مصمتة.

10-2/1/5/6 كتلة البناء الخرسانية المجوفة: إذا احتوت كتلة البناء على تجويف أو ثقب واحد أو عدد أكثر من التجاويف أو الثقوب التي تخترقها وكان حجمها يتراوح بين (25-50%) من الحجم الكلي للكتلة، تعتبر الكتلة مجوفة.

10-2/5/6 التصنيف (Classification)

تصنف كتلة البناء الخرسانية بحسب استعمالاتها الى درجتين هما :

10-1/2/5/6 الدرجة (أ): للاستعمال العام، تحت أو فوق مستوي الأرض، في الجدران الخارجية أو الداخلية المعرضة أو غير المعرضة للرطوبة أو التأثيرات المناخية.

10-2/2/5/6 الدرجة (ب): للاستعمال، فوق مستوي الأرضية، في الجدران الداخلية أو الخارجية المحمية بطبقة واقية تمنع وصول الرطوبة أو التأثيرات المناخية.

10-3/5/6 المواد

10-1/3/5/6 السمنت: يستعمل السمنت البورتلاندي المناسب الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-2/3/5/6 المواد البوزولانية (إن وجدت): يجب أن تحقق مواصفاتها متطلبات المواصفة الخاصة بها.

10-3/3/5/6 الركام: يجب أن تحقق مواصفات الركام المستعمل في الكتل الخرسانية، بنوعيها المصمتة والمجوفة، متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة. على أن لا يزيد المقاس الأقصى للركام على (20 مم) في حالة كتل البناء الخرسانية المصمتة وأن لا يتجاوز المقاس الأقصى للركام (10 مم) في حالة كتل البناء الخرسانية المجوفة.

10-4/3/5/6 الماء: يعتبر الماء الصالح للشرب صالحا للاستعمال.

10-4/5/6 طريقة التصنيع

10-1/4/5/6 تخلط المواد المستعملة لانتاج كتل البناء الخرسانية بواسطة خلاطة آلية، ويضاف الماء خلال فترة الخلط، ثم تصنع الكتل بالاستعمال المشترك للكبس والرج الآليين.

10-2/4/5/6 بعد تشكيل الكتل يجب معالجتها باستعمال بخار الماء أو الماء أو كليهما أو باستعمال أساليب المعالجة الحرارية. ولا يجوز استعمال الكتل قبل مضي(7) أيام من إكمال إنتاجها في حالة معالجتها بالماء فقط.

يجب أن تحقق مواصفات كتل البناء الخرسانية المحملة جميع متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة

(1077 لسنة 1985)[20] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/5/5 الفحص (Testing)

المتطلبات الفيزيائية[20]

10-6/5/5/1 الأبعاد.

10-6/5/5/2 مقاومة الإنضغاط.

10-6/5/5/3 الإمتصاص.

10-6/5/6 النمذجة (Sampling)

يشترط أن تكون النمذجة بموجب الجدول (10-6/7).

الجدول 10-6/7: متطلبات النمذجة لكتل البناء الخرسانية المحملة[20].

كمية الإرسالية (كتلة)	لغاية 10000	أكثر من 10000 ولحد 100000	أكثر من 100000
عدد النماذج (كتلة)	6	12	6 لكل 50000 إضافية أو جزء منها

10-6/5/7 القبول والمطابقة

يجب أن تحقق نتائج فحوص كتل البناء الخرسانية جميع متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1077 لسنة 1985)[20] وكما مبين في الجدولين (10-6/8) و(10-6/9).

الجدول 10-6/8: الأبعاد القياسية لكتل البناء الخرسانية المجوفة والمصمتة[20].

الطول (مم)	**العرض (مم)**	**الإرتفاع (مم)**	**التفاوت المسموح**
400	200	200	لا يزيد التفاوت في أي بعد (الطول أو العرض أو الإرتفاع) على 3 مم
400	200	150	
300	200	150	
300	150	150	
300	200	100	
300	150	100	

الجدول 10-9/6: متطلبات مقاومة الإنضغاط والإمتصاص[20].

نوع الكتلة	الدرجة	الحد الأدنى لمقاومة الإنضغاط (نيوتن/مم^2) محسوبة على معدل المساحة الكلية		لا يزيد إمتصاص الماء على (%)
		معدل 3 كتل	كتلة واحدة	
مصمتة	أ	13	11	10
	ب	9	7	15
مجوفة	أ	7	6	15
	ب	5	4.5	20

10-6/6 كتل الخرسانة الخلوية (الثرمستون) (Cellular Concrete Blocks)

10-6/6/1 التعريف (Definition)

هي كتل بنائية موادها الأساسية (السمنت والرمل والنورة) تخلط بنسب مختلفة مع إضافة عامل رغوي كيميائي لغرض توليد غاز الهيدروجين الذي يكون مسؤولاً عند تحرره عن تكون الهيكل الخلوي (فجوات). بعد ذلك يعرض المنتوج إلى بخار مشبع وضغط عال لإكمال عملية الإنضاج.

10-6/6/2 المواد الأولية (Raw Materials)

إن المواد الأولية المستعملة لإنتاج كتل الخرسانة الخلوية الخفيفة (الثرمستون) هي:

10-6/6/2/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي المناسب الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/6/2/2 الجير (النورة) (Lime)

يجب أن يحقق الجير متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[21] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة تكون خاصة بالجير المستعمل في البناء وفي إنتاج المواد البنائية، على أن لا تقل نسبة الجير المار من المنخل الذي مقاس فتحاته (90) مايكرون عن (90%).

10-6/6/2/3 الرمل (Sand)

يستعمل رمل بتدرج مناسب أقل من (3 مم) ولا يقل محتوى السليكا فيه عن (80%) وزناً ولا تزيد نسبة الطين فيه على (10%) حجماً.

10-6/6/2/4 الماء (Water)

يستعمل ماء صالح لعمل الخرسانة يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703)[3] الخاصة بالماء المستعمل في صنع الخرسانة.

10-6/6/2/5 عامل رغوة كيميائي (Air Entraining Agent)

وهو مسحوق معدني ذو شد سطحي فعال يعمل على توليد فجوات غازية مغلقة متجانسة كمسحوق الألمنيوم.

10-6/6/3 التصنيف (Classification)

تصنف الكتل الخرسانية الخلوية إلى درجات بحسب كثافتها كما موضح بالجدول (10-6/10) الخاص بالخصائص الفيزيائية.

الجدول 10-6/10: الخصائص الفيزيائية للكتل والمكعبات الخرسانية الخلوية[22].

الصنف	الكثافة (في حالة الجفاف) (كغم/م^3)	مقاومة الإنضغاط (حد أدنى) (نيوتن/مم^2) لوحدة واحدة		الانكماش البعدي (عند التجفيف) (حد أقصى) (%) لكل بعد
		مكعب (100x100x100 مم)	كتلة بسمك (240 مم)	
0.4	450-351	1	0.7	0.1
0.5	550-451	2	1.4	0.1
0.6	650-551	3	2.1	0.1
0.7	750-651	4	2.8	0.1
0.8	850-751	6	4.2	0.1

10-6/6/4 الفحص (Testing)

المتطلبات الفيزيائية

(أ) الأبعاد والمظهر.

(ب) الكثافة الجافة.

(ت) مقاومة الإنضغاط.

(ث) الإنكماش الجاف.

(ج) الإمتصاص الكلي.

(ح) الإمتصاص الشعري.

10-6/6/5 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج بحسب الدليل الإسترشادي المرجعي المرقم (809 لسنة 2000)[23]، وكما يلي:

(أ) يجب تقسيم الإرسالية إلى عدد من الوجبات، وتجرى الفحوص اللازمة لكل وجبة لمعرفة مطابقتها للمتطلبات العامة.

(ب) يؤخذ نموذج مكون من (15) كتلة من كل وجبة بصورة عشوائية ومن اماكن واعماق متفرقة ومختلفة من الوجبة.

(ت) يجب أن لا يزيد عدد الكتل للوجبة الواحدة على (2000) كتلة.

(ث) يجب أن يكون حجم العينة المقطوعة من الكتلة بقياس (100x100x100) مم أو (200x100x100) مم وبحسب نوع الفحص المطلوب.

(ج) يجب أن تؤخذ العينة من مناطق مختلفة من الكتلة وذلك بتقطيعها بحسب الأطوال المطلوبة وبشكل مطابق من حيث الأبعاد واستواء الأوجه المتوازية وأن تكون الزوايا قائمة والحافات حادة.

(ح) يجب فحص الأبعاد والمظهر على (15) كتلة، وفحص الكثافة على (6) مكعبات مأخوذة من (6) كتل، وفحص مقاومة الإنضغاط على (6) مكعبات مأخوذة من (6) كتل، وفحص الإمتصاص على (8) عينات مأخوذة من (4) كتل وفحص الإنكماش على (4) عينات مأخوذة من كتلتين.

10-6/6/6 القبول والمطابقة

يشترط لقبول الوجبة أن تحقق نتائج الفحوص المجراة على النموذج المأخوذ منها المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1441 لسنة 2000)[22].

10-6/6/7 المتطلبات (Requirements)

تكون الأوجه المتقابلة متوازية خالية من العيوب وتكون الزوايا قائمة والحافات حادة.

10-6/6/7/1 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

تكون أبعاد الكتل الخرسانية الخلوية كما مبين في الجدول (10-6/11). وبتفاوت مسموح مقداره (±3 مم) لأي بعد منها.

الجدول 10-11/6: أبعاد الكتل الخرسانية الخلوية[22].

الطول (مم)	السمك (مم)	العرض (مم)
490	240	60 120 180 240
590	240	60 120 180 240

10-6/6/7/2 الخصائص الفيزيائية (Physical Properties)

تكون الخصائص الفيزيائية للكتل الخرسانية الخلوية والمكعبات المجهزة لأغراض الفحص كما موضحة في الجدول (10-10/6).

10-6/6/7/3 الإمتصاص (Absorption)

(أ) الامتصاص الكلي: لا يزيد الإمتصاص الكلي على (45%) وزناً للأصناف الخمسة لنماذج كتل الخرسانة الخلوية.

(ب) الامتصاص الشعري:لا يزيد الإمتصاص الشعري على (120 مم) للأصناف الخمسة لنماذج كتل الخرسانة الخلوية[22].

10-6/7 كتل الخرسانة غير المحملة (Non-Load Bearing Concrete Units)

10-6/7/1 التعريف (Definition)

يجب أن لا يقل واحد أو أكثر من الابعاد الأساسية لوحدات البناء الخرسانية عن (300 مم) في الطول و (200 مم) في العرض و (100 مم) في الارتفاع على أن لا يزيد إرتفاعها على طولها أو على ست أضعاف عرضها وذلك لغرض تمييزهاعن البلاطات والألواح. وتكون إما مصمتة أو مجوفة.

(أ) الكتل البنائية المصمتة: تعد كتلة البناء الخرسانية مصمتة عندما لا يقل الحجم المصمت فيهاعن (75%) من الحجم الكلي للكتلة محسوبا بموجب أبعادها الكلية.

(ب) الكتل البنائية المجوفة: تعد كتلة البناء الخرسانية مجوفة إذا احتوت على واحد أو أكثر من الثقوب أو التجاويف التي تخترق الوحدة ويكون الحجم المصمت للمادة فيها يتراوح بين (50-74%) من الحجم الكلي محسوبا بموجب أبعادها الكلية.

10-6/7/2 التصنيف (Classification)

تقسم الوحدات البنائية الخرسانية غير المحملة على وفق الأصناف الوزنية الثلاثة المبينة في الجدول (10-6/12) تبعا لكثافتها.

الجدول 10-6/12: تصنيف الوحدات البنائية الخرسانية غير المحملة[22].

التصنيف الوزني	كثافة الخرسانة المجففة في الفرن (كغم/م^3)
خفيفة الوزن	لا تزيد على 1680
متوسطة الوزن	1680-2000
ثقيلة الوزن	لا تقل عن 2000

تكون النمذجة بموجب الدليل الإسترشادي المرجعي المرقم (32 لسنة 1989).

10-6/7/3 المواد (Materials)

10-6/7/3/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/7/3/2 الجير المطفأ

يستعمل الجير الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[21] الخاصة بالجير المستعمل في البناء أو في إنتاج المواد البنائية أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/7/3/3 المواد البوزولانية

يجب أن تحقق مواصفات البوزولانا متطلبات المواصفة الخاصة بها .

10-6/7/3/4 الركام

يمكن استعمال ركام خفيف الوزن أو ركام عادي الوزن أو ركام مكون من كليهما.

(أ) **ركام عادي الوزن:** يجب أن يحقق هذا الركام متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية عدا متطلبات التدرج حيث يمكن استثناؤها أحيانا.

(ب) **ركام خفيف الوزن:** يجب أن يحقق هذا الركام المتطلبات المذكورة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS 3797)[24].

10-6/7/3/5 الماء

يعد الماء الصالح للشرب صالحاً للاستعمال.

10-6/7/3/6 مكونات أخرى

تستعمل عوامل تفقيع الهواء وخضاب التلوين ومنفرات الماء الممزوجة معا كمكونات أخرى مع السليكا المطحونة..الخ، على أن تحقق تلك المكونات متطلبات المواصفة الخاصة بكل منها إن وجدت أو تتأكد صلاحيتها من خلال الفحوص والتجارب أو الخبرة وليس لها أي تأثير ضار على ديمومة الخرسانة.

يجب أن تحقق مواصفات كتل البناء الخرسانية غير المحملة متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1441 لسنة 2000)[22] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/8 طابوق البناء الخرساني (Concrete Masonry Bricks)

تطلق كلمة الطابوق على الوحدات البنائية المنتظمة الشكل والأبعاد التي تستعمل في البناء، والتي لا تزيد أبعادها على حد معين، وتكون مصنوعة من مواد خرسانية أو من مزيج النورة والرمل والسمنت أو أية مواد أخرى تصلح للأغراض البنائية.

10-6/8/1 المواد (Materials)

10-6/8/1/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي.

10-6/8/1/2 الركام (Aggregate)

يجب أن يحقق الركام المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] والخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة ويجب أن لا يزيد مقاسه الأقصى على (10 مم).

10-6/8/1/3 الماء

يجب أن يحقق الماء المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية الخاصة بالماء المستعمل في صنع الخرسانة، ويعتبر الماء الصالح للشرب صالحاً للإستعمال.

10-6/8/1/4 الخضاب (Pigments)

يجب أن يحقق الخضاب المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] الخاصة بالخضاب المستعمل في السمنت البورتلاندي ومنتجاته أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/8/1/5 المضافات (Admixtures)

يجب أن تحقق المضافات، في حالة استعمالها، متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[25] الخاصة بمضافات الخرسانة أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/8/2 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

ينتج الطابوق الخرساني المصمت بالأبعاد (200 مم x 100 مم x 50 مم). والتفاوت المسموح به لكل بعد

هو (±2 مم).

10-6/8/3 المتطلبات (Requirements)

10-6/8/3/1 مقاومة الإنضغاط (Compressive Strength)

لا تقل مقاومة الإنضغاط لأي طابوقة منفردة عن (17 نيوتن/مم^2) ولا يقل معدل نتائج ثلاث طابوقات عن (20 نيوتن/مم^2).

10-6/8/3/2 إمتصاص الماء (Water Absorption)

لا يزيد معدل إمتصاص الماء لثلاث عينات على (6.5%) ولا يزيد إمتصاص الماء لأي عينة على (8%).

10-6/8/3/3 المظهر العام (General Appearance)

(أ) يجب أن يكون جميع الطابوق الخرساني سليماً وخالياً من الشقوق أو أية عيوب أخرى تتعارض وطبيعة الإستعمال ولا تعد الشقوق الثانوية المتسببة عن طريقة الإنتاج أو الثلم الصغيرة الناتجة من أساليب النقل والتجهيز كمبرر للرفض.

(ب) يجب أن يكون الوجه المعرض للجو في الطابوق الخرساني المستعمل في التغليف المعماري والواجهات خالياً من الثلم والشقوق أو العيوب الأخرى ويجب قبول الإرسالية إذا كانت نسبة العيوب فيها لا تزيد على (2%) من الإرسالية وعندما لا يزيد طول أي من الشقوق والثلم على (10 مم).

يجب أن تحقق مواصفات طابوق البناء الخرساني متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1675 لسنة 1992)[26].

10-6/9 طابوق الرصف الخرساني (Concrete Pavement Bricks)

وهي وحدات بنائية سابقة الصنع مكونة من المواد الاساسية التالية (السمنت والركام والنورة) التي تخلط بشكل متجانس. وقد تضاف إليها بعض المواد المضافة الأخرى، مع مراعاة أن لايكون لهذه المواد تأثير ضار على الخرسانة. ويصنع طابوق الرصف الخرساني من طبقة واحدة أو طبقتين وعندئذٍ يراعى عدم حدوث إنفصال بينهما[27].

10-6/9/1 المواد (Materials)

10-6/9/1/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/9/1/2 الجير (النورة) (Lime)

بستعمل الجير (النورة) الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (807 لسنة 2004)[21] الخاصة بالجير المستعمل في البناء في إنتاج المواد البنائية أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة

المستفيدة.

10-6/9/1/3 الركام (Aggregate)

يستعمل الركام (الناعم أو الخشن) المطابق للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] والخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة وفي البناء أو أية مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/9/1/4 الماء

يستعمل الماء الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[3] الخاصة بالماء المستعمل في صنع الخرسانة أو أية مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة .

10-6/9/1/5 المضافات (Admixture)

يجوز استعمال المضافات التي لا تؤثر سلبياً على قابلية الطابوق في مقاومة الظروف القياسية ويجب أن تحقق مواصفاتها متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[25] الخاصة بمضافات الخرسانة أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/9/1/6 الخضاب (Pigments)

يجب أن يحقق الخضاب المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] الخاصة بالخضاب المستعمل في السمنت البورتلاندي أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/9/2 التصنيف (Classification)

يصنف طابوق الرصف الخرساني بحسب درجة التحميل الى الانواع التالية :

(أ) نوع ذي درجة تحميل عالية: يستعمل في رصف ساحات الصناعات الثقيلة والموانئ وساحات الحاويات وطرق السيارات ذات الحمولات الثقيلة والساحات المعرض سطحها للتآكل الشديد.

(ب) نوع ذي درجة تحميل متوسطة: يستعمل في رصف طرق السيارات ذات الحمولات الخفيفة ومناطق الخدمات.

(ت) نوع ذي درجة تحميل خفيفة: يستعمل في رصف طرق المشاة والأماكن غير المعرضة لحمولة السيارات والمناطق غير المعرضة لعوامل التعرية.

يخضع طابوق الرصف الخرساني إلى المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1606 لسنة 2006)[27] أو أية مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة وتكون المتطلبات والمحددات على النحو الآتي:

10-6/9/3 الخصائص الفيزيائية (Physical Properties)

10-6/9/3/1 المظهر (Appearance)

يكون طابوق الرصف الخرساني ذا بنية كثيفة خالية من التصدعات، وتكون حافاته الجانبية متوازية ومستوية. كما تكون حافات طبقتيه بكافة أشكال قطعها خالية من العيوب التي قد تؤثر على وضع الطابوق وضعا سليما.

10-6/9/3/2 الأبعاد (Dimensions)

تكون أبعاد طابوق الرصف الخرساني كما مبينة في الجدول (10-6/13).

الجدول 10-6/13: أبعاد طابوق الرصف الخرساني[27].

الصنف بحسب نوع درجة التحميل	المساحة السطحية (مم^2)		الطول(مم) كحد أعلى	السمك (مم)	
	كحد أدنى	كحد أعلى		كحد أدنى	كحد أعلى
نوع ذو درجة تحميل عالية	5000	60000	290	80	140
نوع ذو درجة تحميل متوسطة	5000	60000	290	60	140
نوع ذو درجة تحميل خفيفة	-	-	290	60	140

10-6/9/3/3 إمتصاص الماء (Water Absorption)

يحسب امتصاص الماء لطابوق الرصف الخرساني كنسبة مئوية من الوزن الجاف ويكون كما مبين في الجدول (10-6/14).

الجدول 10-6/14: إمتصاص الماء[27].

الصنف بحسب نوع درجة التحميل	نسبة إمتصاص الماء (%) كحد أعلى	
	المعدل	لوحدة واحدة
نوع ذو درجة تحميل عالية	6	8
نوع ذو درجة تحميل متوسطة	7	9
نوع ذو درجة تحميل خفيفة	10	12

10-6/9/4 الخصائص الميكانيكية (Mechanical Properties)

10-6/9/4/1 مقاومة الإنضغاط (Compressive Strength)

تكون مقاومة الإنضغاط لطابوق الرصف الخرساني كما مبين في الجدول (10-6/15).

10-6/9/4/2 مقاومة البري (Abrasion Resistance)

لا يزيد معدل الفقدان في السمك على (3 مم).

الجدول10-15/6: مقاومة الإنضغاط[27].

الصنف بحسب درجة التحميل	مقاومة الإنضغاط (نيوتن/مم^2) كحد أدنى	
	المعدل	لوحدة واحدة
نوع ذو درجة تحميل عالية	55	50
نوع ذو درجة تحميل متوسطة	35	30
نوع ذو درجة تحميل خفيفة	30	25

10-6/9/5 التفاوت بالأبعاد (Tolerance in Dimensions)

(أ) التفاوت المسموح به في الطول أو العرض (±2 مم).

(ب) التفاوت المسموح به في السمك (±3 مم).

(ت) التفاوت المسموح به عند وجود نتوء أو بروز جانبي (±1.5 مم)[27].

10-6/9/6 النمذجة (Sampling)

تنفذ النمذجة بموجب الدليل الإسترشادي المرجعي المرقم (32 لسنة 1989)[28].

10-6/10 حافات الأرصفة والسواقي الخرسانية المسبقة الصب

(Pre-Cast Concrete Kerbs and Channels)

10-6/10/1 المواد (Materials)

10-6/10/1/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/10/1/2 الركام (Aggregate)

يجب أن يحقق الركام المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعملة في الخرسانة ويكون مقاسه ملائما للمقطع وطريقة الصنع.

10-6/10/1/3 الماء

يعتبر الماء الصالح للشرب صالحاً للإستعمال.

10-6/10/1/4 المضافات (Admixtures)

في حالة استعمال المضافات فيجب أن تحقق مواصفاتها متطلبات مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431)[25] الخاصة بمضافات الخرسانة أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/10/2 التصنيع

(أ) يجب أن لا تزيد نسبة الماء إلى السمنت في الخلطة الخرسانية على (0.5) وزناً[29].

(ب) قياس المواد: تكال كافة المواد الأولية وزناً.

(ت) الخلط والقولبة: تمزج المواد الأولية للخرسانة بواسطة خلاطة آلية وتسكب في قوالب معدنية حافظة متينة ومحكمة وترص بطريقة الرج أو الكبس أو كليهما.

(ث) تتبع متطلبات صب الخرسانة في الأجواء الحارة أو الباردة عند التصنيع.

10-6/10/3 الإنضاج (Curing)

ينضّج المنتوج للحصول على التحمل المطلوب، حيث يبقى المنتوج بحالة مبللة لمدة لاتقل عن (7) أيام بالماء ويمكن استعمال أية طريقة أخرى تفي بالغرض.

يجب أن تكون المواصفات القياسية للانضاج بحسب ما تشترطه المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1106 لسنة 1987)[29].

10-6/10/4 الفحص (Testing)

10-6/10/5 المتطلبات الفيزيائية (Physichal Requirements)

(أ) الأبعاد والمظهر.

(ب) معاير الكسر.

(ت) إمتصاص الماء.

10-6/10/5/1 الشكل والأبعاد (Shape and Dimensions)

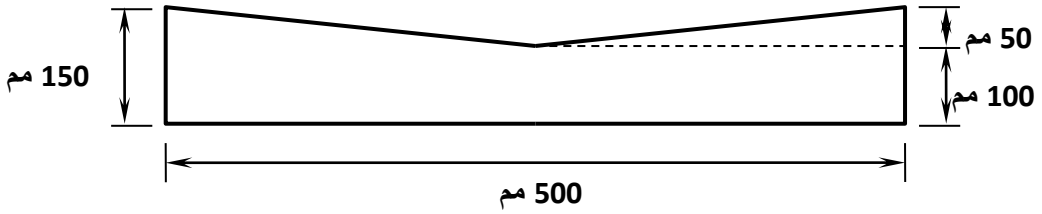
تنتج حافات الأرصفة والسواقي في الخرسانة مسبقة الصب بنوعين من القوالب هما:

(أ) قالب وسطي: بطول (500 مم) وبأبعاد مقطع كما مبين في الشكل (10-6/1).

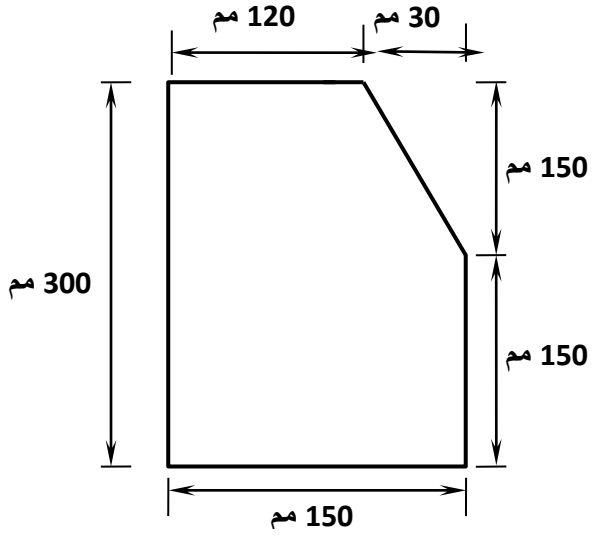
(ب) قالب جانبي: بطول(1000 مم) وبالأبعاد مقطع كما مبين في الشكل (10-6/2).

10-6/10/5/2 التفاوتات المسموحة: يجب أن تكون التفاوتات ضمن الحدود المبينة التالية[29]:

الطول	العرض	الإرتفاع
±0.6 %	±0.3 %	±0.3 %



الشكل 10-6/1: قالب وسطي.



الشكل 10-2/6: قالب جانبي.

10-3/5/10/6 معاير الكسر: لايقل معاير الكسر عن (3.5 نيوتن/مم^2).

10-4/5/10/6 إمتصاص الماء (Water Absorption)

(أ) لا يزيد معدل الإمتصاص لأجزاء العينات على (6%) في حال غمرها لمدة (24) ساعة.

(ب) لا تزيد نسبة الإمتصاص لجزء عينة واحدة على (7%).

10-6/10/6 المتطلبات الكيميائية (Chemical Requirements)

يشترط أن لا تتجاوز الأملاح الكبريتية في الخلطة الخرسانية المستعملة لتصنيع الكتل نسبة (5%) من وزن السمنت بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2].

10-7/10/6 النمذجة (Sampling)

يجب أن تكون النمذجة بأخذ نموذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية من الوجبات المجهزة ولكل نوع بمعدل (3) عينات لكل (3000) قطعة أو أقل وعينة إضافية لكل (1000) قطعة أخرى إضافية.

10-8/10/6 القبول والمطابقة

يشترط أن تحقق نتائج الفحوص متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1106 لسنة 1987)[29].

10-11/6 درجات السلم الخرساني (Concrete Stair Steps)

10-1/11/6 تعريف (Definition)

درجةالسلم: هي الرافدة المسبقة الصب الناتئة عن الجدار والمتكونة أساساً من الخرسانة المسلحة والمصممة لتحمل الأحمال المطلوبة والمغلفة سطوحها الظاهرة بخرسانة متكونة من الأحجار الطبيعية المكسرة الصلبة (موزعة بصورة منتظمة ومتجانسة) ومن مادة مالئة وسمنت أبيض وقد يضاف إليها الخضاب.

10-6/11/2 المواد (Materials)

10-6/11/2/1 السمنت (Cement)

يجب أن يحقق السمنت المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي أو أية مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/11/2/2 الركام (Aggregate)

(أ) ركام الخرسانة الظاهرة: يستعمل الركام الرخامي أو الأحجار الطبيعية الأخرى التي تحقق مواصفاتها متطلبات الركام المحددة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1042 لسنة 1984)[17] الخاصة بالبلاط (الكاشي) الموزائيك أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

(ب) ركام الخرسانة المسلحة: يكون الركام المستعمل من المواد الطبيعية وتحقق مواصفاته متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعملة في الخرسانة والبناء أو أية مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/11/2/3 المادة المالئة في الخرسانة الظاهرة

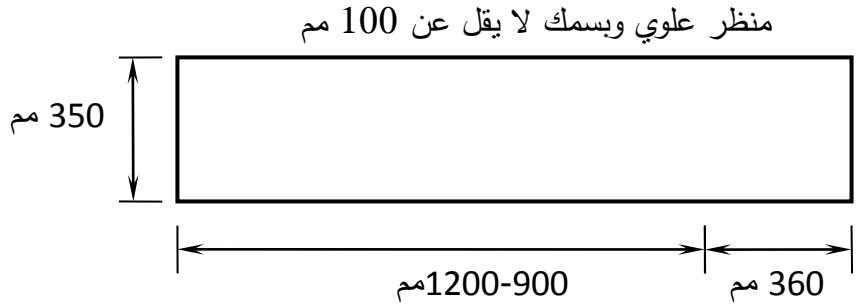
تستحصل المادة المالئة من كسر الحجر الطبيعي الصالح لأعمال الخرسانة الظاهرة وتستعمل للتقليل من الشقوق التي قد تحصل في أثناء تماسك السمنت، وكذلك لتسهيل خروج فقاعات الهواء من الخرسانة الخارجية، ولتصريف الماء من الخرسانة المسلحة.

10-6/11/2/4 الخضاب (Pigments)

يجب أن يحقق الخضاب المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] الخاصة بالخضاب المستعمل بالسمنت البورتلاندي أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-6/11/3 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

تكون أبعاد الدرجة الواحدة كما مبين في الشكل (10-6/3)، وبتفاوت مسموح مقداره (±5 مم) للطول و(±3 مم) للسمك بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1381 لسنة 1988)[32].



الشكل 10-6/3: أبعاد درجة السلم.

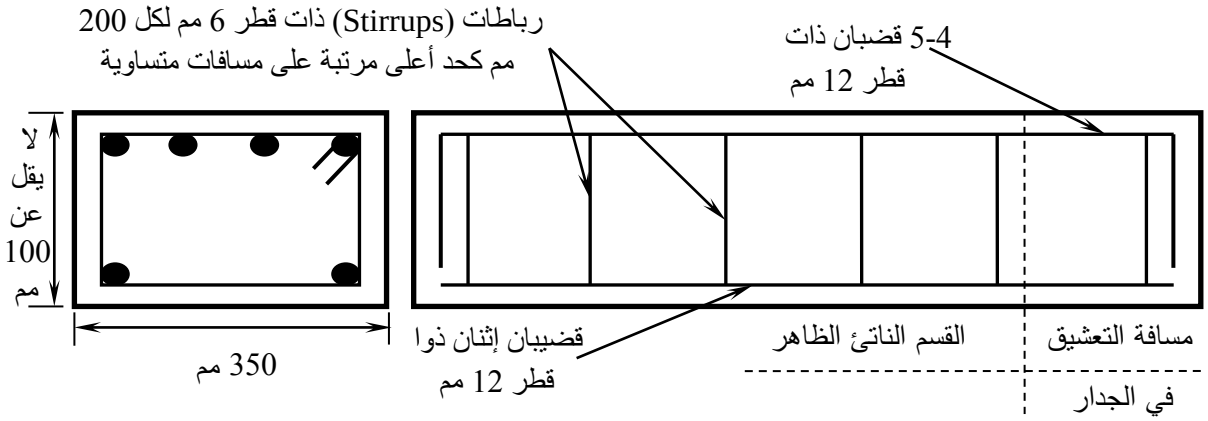
10-6/11/4 المتطلبات (Requirements)

(أ) سمك الطبقة الظاهرة: يجب أن لا يقل عن أكبر مقاس للركام المستعمل، ولا يقل المعدل عن (8 مم) بعد الجلي والتنعيم.

(ب) فحص التحميل: بجب أن لا يقل الهبوط المسترد عن (85%) من الهبوط الكلي ولا تظهر التشققات على سطح النموذج عند التحميل الأقصى.

(ت) تفاصيل تسليح الدرجة الواحدة: يكون تسليح الدرجة الواحدة بقضبان تسليح طولياً ذات قطر (12 مم) وتربط عرضياً بقضبان تسليح ذات قطر (6 مم) للحصول على متطلبات الأداء وكما مبين في الشكل (10-6/4).

يجب أن تحقق مواصفات درجات السلم الخرساني متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1381 لسنة 1988)[30] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.



الشكل 10-6/4: تفاصيل حديد التسليح لدرجات السلم الناتئة عن الجدار.

10-6/11/5 الفحص (Testing)

المتطلبات الفيزيائية

(أ) المظهر العام.

(ب) التحميل.

10-6/11/6 النمذجة (Sampling)

تنتخب النماذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية من الوجبات المجهزة بحيث تكون مؤشرة ومعرفة من قبل المجهز وبمعدل عينة واحدة لكل 50 درجة أو أقل. وتعد هذه العينة كنموذج ممثل لذلك الجزء من الإرسالية.

10-6/11/7 القبول والمطابقة

يشترط أن تحقق نتائج الفحوص متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1381 لسنة 1988)[30].

10-6/12 الأعمدة الخرسانية المسلحة المستعملة للأسيجة (Reinforced Concrete Fence Posts)

10-6/12/1 التصنيف (Classification)

تصنف الأعمدة الخرسانية المسلحة للاسيجة إلى الأصناف الأربعة الآتية :

(أ) الأعمدة الوسطية: التي تشكل أغلبية الأعمدة في الأسيجة ذات النسيج السلكي وتكون معدة لحمل هذا النسيج الممتد بين أعمدة الشد.

(ب) أعمدة الشد: هي أعمدة رئيسة تستعمل إلى جانب أعمدة الإسناد لمقاومة الاجهادات المتولدة نتيجة الشد في الأسلاك وتستعمل في الزوايا والأطراف والمواضع الوسطية على إمتداد مسافة السياج.

(ت) أعمدة الإسناد: هي أعمدة تثبت بوضع مائل لإسناد أعمدة الشد.

(ث) أعمدة وسائد البوابات: هي أعمدة خرسانية ومساند أبعادها تتناسب مع أطوال البوابات.

10-6/12/2 المواد (Materials)

10-6/12/2/1 السمنت (Cement)

يستعمل السمنت البورتلاندي الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] الخاصة بالسمنت البورتلاندي.

10-6/12/2/2 الركام (Aggregate)

يجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] الخاصة بركام المصادر الطبيعية المستعملة في الخرسانة على أن لا يزيد القياس الاسمي للركام على (10 مم).

10-6/12/2/3 الماء (water)

يستعمل الماء الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[3].

10-6/12/2/4 الخضاب (Pigments)

يجب أن يحقق الخضاب المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992)[15] الخاصة بالخضاب المستعمل للسمنت البورتلاندي.

10-6/12/2/5 التسليح

تسلح الأعمدة والمساند باستعمال حديد تسليح بحسب المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1687 لسنة 1992)[31] ويكون نظيفا وخالياً من الصدأ. يهيأ تسليح العمود مسبقا بشكل قفص مؤلف من أربعة قضبان فولاذية مثبتة بأطواق من الفولاذ المطاوع لا يقل قطر كل منها عن (2.65 مم) ولا تزيد المسافة بين مراكزها على (40 سم). الجدول (10-6/16) يبين كمية حديد التسليح لكل من الأعمدة الوسطية وأعمدة الشد وأعمدة الإسناد ومساند البوابات.

10-6/12/3 المتطلبات (Requirements)

10-6/12/3/1 الأبعاد (Dimensions)

كما مبين في الجدول (10-6/16).

الجدول 10-6/16: تسليح الأعمدة الخرسانية المستعملة في الأسيجة[31].

ارتفاع النسيج السلكي (م)	عدد الثقوب الخاصة بربط الأسلاك *	الإرتفاع الكلي للعمود (م)	نوع الأعمدة: الوسطية: أبعاد مقطع القاعدة (مم)	الوسطية: قطر حديد التسليح (مم)	الشد: أبعاد المقطع (مم)	الشد: قطر حديد التسليح (مم)	البوابات: بوابة بعرض 1 م: أبعاد المقطع (مم)	بوابة بعرض 1 م: قطر حديد التسليح (مم)	بوابة بعرض 2 م: أبعاد المقطع (مم)	بوابة بعرض 2 م: قطر حديد التسليح (مم)	أعمدة الإسناد (المسأند): إرتفاع عمود الإسناد (م) **	أعمدة الإسناد (المسأند): أبعاد المقطع (مم)	أعمدة الإسناد (المسأند): قطر حديد التسليح (مم)
0.9	3	1.55	100×100	6	100×100	6	125×125	8	150×150	12	1.5	75×75	6
1.2	3	1.85	125×125	6	125×125	8					1.8	100×75	
1.4	3	2.00									2.0		
1.8	3	2.6									2.6	100×85	
1.8 مع ذراع تطويل	6	3.05									2.6		

* في حالة إستعمال أسلاك شائكة تنفذ (3) ثلاثة ثقوب أخرى في الجزء العلوي المائل للعمود.

** إن أطوال أعمدة الإسناد المذكورة في الجدول مناسبة عند استعمالها بزاوية (45°) وعندما تكون هذه الأطوال غير مناسبة لظروف الموقع عند ذلك تخضع للاتفاق بين المشتري والمجهز.

10-6/12/3/2 التفاوتات المسموح بها (Tolerances)

(أ) المقطع العرضي: (-4) مم إلى (+6) مم.

(ب) الطول : (-25) مم إلى (+50) مم.

(ت) الاستقامة : (0.5%).

10-6/12/3/3 المظهر العام

(أ) تكون الحافتان الطوليتان لظهر العمود مدورتين أو غير حادتين ويكون شكل رؤوس الأعمدة خاليا من أي سطح أفقي لمنع تجمع المياه حيث يكون مدورا أو هرمياً أو مائلاً.

(ب) تكون الأعمدة الوسطية مستدقة بإبعاد (75×75) مم وذلك عند قمتها أو عند نقطة التقائها بذراع التطويل.

(ت) يكون المقطع العرضي لأعمدة الشد والإسناد منتظما على طول العمود. وتحتوي أعمدة الشد على انخفاض

أو تجويف غير نافذ في الثلث العلوي من طول العمود البارز فوق سطح الأرض ليحقق مرتكزا ثابتا لأعمدة الإسناد.

(ث) عند عدم تثبيت المسند بالخرسانة موقعيا يستعاض عن ذلك بقاعدة خرسانية مسبقة الصب لا تقل إبعادها عن (260×250×500) مم.

(ج) يجب أن تجهز أعمدة الشد والأعمدة الوسطية بثقوب مناسبة لربط ملحقات الشد أو الأسلاك الطولية وتكون جميع هذه الثقوب نافذة في مواضعها الصحيحة، كما تجهز أعمدة الإسناد (المساند) بحزوز ضيقة وصغيرة أو بثقوب في حالة مرور الأسلاك الطولية خلالها.

(ح) تكون أوجه الأعمدة صقيلة خالية من التنخر.

10-6/12/3/4 الصمود

يجب أن تجتاز العينات فحص الصمود المبين في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1687 لسنة 1992)[31].

10-6/12/4 النمذجة (Sampling)

يجب أن تكون أية إرسالية مؤلفة من عدد من الأعمدة الخرسانية ذات الصنف والحجم والأبعاد نفسها، ويجري تقسيم الإرسالية إلى وجبات منتظمة. وفي حالة كون عدد الأعمدة في الارسالية يزيد على (500) عمود تقسم الإرسالية إلى وجبات ثانوية تتناسب مع عدد الأعمدة في الارسالية بحيث لا يزيد عدد الأعمدة في كل وجبة ثانوية على 500 عمود.

تختار أعمدة الفحص على وفق كمية الارسالية أو الوجبات الثانوية وبحسب العمودين الثالث والرابع في الجدول (10-6/17) .

الجدول 10-6/17: عدد أعمدة الفحص[31].

كمية الإرسالية والوجبة الثانوية	عدد عينات النموذج	عدد عينات فحص المظهر العام والأبعاد	عدد عينات فحص الصمود
100 أو أقل	10	10	1
200-101	15	15	2
300-201	20	20	2
500-301	30	30	2

يجب أن تحقق مواصفات الأعمدة الخرسانية المسلحة المستعملة للأسيجة متطلبات المواصفة القياسية العراقية

المرقمة (1687 لسنة 1992)[31].

10-6/13 الأنابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة (Reinforced and Plain Concrete Pipes)

10-6/13/1 التصنيف (Classification)

(أ) الأنابيب المسلحة.

(ب) الأنابيب غير المسلحة.

10-6/13/2 المتطلبات (Requirements)

10-6/13/2/1 يكون الغطاء الخرساني كما مبين في الجدول (10-6/18).

الجدول 10-6/18: سمك الغطاء الخرساني في الأنابيب[32].

سمك جدار الأنبوب (مم)	الحد الأدنى للغطاء الصافي (مم)
25 فما دون	6
أكبر من 25	10
عند تدرجات السدادة (فوهة الأنبوب)	6

10-6/13/2/2الأبعاد والتفاوتات (Dimensions and tolerances)

(أ) الأقطار: يوضح الجدول (10-6/19) التفاوت المسموح في الأقطار.

الجدول 10-6/19: التفاوت المسموح في أقطار الأنابيب[32].

القطر الداخلي التصميمي (مم)	التفاوت المسموح (مم) حد أقصى
300 فما دون	±3
301 - 600	±5
601 - 1200	±7
1201 فما فوق	±10

(ب) سمك الجدار: يوضح الجدول (10-6/20) التفاوت المسموح في سمك جدار الأنابيب.

الجدول 10-20/6: التفاوت المسموح في سمك جدار الأنابيب[32].

سمك الجدار التصميمي (مم)	التفاوت المسموح (مم) حد أقصى
30 فما دون	± 2
31 - 50	± 3
51 - 65	± 4
66 - 75	± 5
76 - 95	± 6
96 فما فوق	± 7

10-6/13/3 الفحص (Testing)

- فحص الاستقامة.
- فحص تعامد النهايات.
- فحص التحميل.
- فحص ضغط الماء الساكن.

يجب أن تحقق مواصفات الأنابيب الخرسانية متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1432 لسنة 1989)[32].

10-7 البلاطات الخرسانية المسلحة (Reinforced Concrete Slabs)

البلاطات الخرسانية المسلحة هي عناصر إنشائية مستوية محملة في إتجاه عمودي على سطحها، وتستند على مساند خطية مستمرة.

10-7/1 المواد المستعملة (Materials)

10-7/1/1 السمنت (Cement)

يجب أن يحقق السمنت متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-7/1/2 الركام (Aggregate)

(أ) يجب أن يكون الركام الناعم متدرجا بحسب ما تشترطه المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة ويكون موزعا توزيعا منتظما في الخلطة.

(ب) يجب أن لا يزيد المقاس الأقصى للركام الخشن (الحصى) على الحدود المسموح بها، على أن لا يتعدى

ذلك المقاس ما يلي:

- ❖ (5/1) البعد الأصغر لمقطع البلاطة.
- ❖ (3/1) سمك البلاطة الخرسانية.
- ❖ (4/3) المسافة الصافية بين حديد التسليح.

(ت) لا يزيد المقاس الأقصى للركام الخشن على (40 مم).

(ث) يجب أن تكون حبيبات الركام الطبيعي صلبة وقوية وخالية من المواد الضارة ولا يكون لها تأثير سلبي في تصلب ومقاومة الخرسانة ومقدار تحملها مع مرور الزمن أو على حديد التسليح.

(ج) يجب التأكد من صلاحية الركام من الناحية الكيميائية ونسبة الأملاح فيه وعدم تجاوزها الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2].

(ح) يجب أن لا تحتوي حبيبات الركام على مواد ضارة بالخرسانة أو بحديد التسليح.

10-7/1/3 ماء الخلط والمعالجة

(أ) يكون الماء المستعمل في خلط الخرسانة نظيفا وخاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والحوامض والمواد العضوية والأملاح، وكذلك الطين والطمى وأية مواد تؤثر تأثيرا متلفا في مكونات الخرسانة أو حديد التسليح.

(ب) لا يسمح على الإطلاق باستعمال ماء البحر في خلط الخرسانة المسلحة بجميع أنواعها.

(ت) يعتبر الماء الصالح في خلط الخرسانة المسلحة صالحا للإستعمال في معالجتها.

(ث) يجب أن لا يحدث الماء المستعمل في المعالجة بقعا أو أية علامات غير مقبولة على سطح الخرسانة، أي يجب أن يحقق الماء المستعمل في معالجة الخرسانة متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1703 لسنة 1992)[3] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-7/1/4 حديد التسليح (Steel Reinforcement)

يستعمل حديد التسليح في تسليح البلاطات الخرسانية المسلحة الذي تحقق مواصفاته متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2091 لسنة 1999)[33] أو مواصفات الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM A615-2014)[34]، وكما سيذكر في الباب الثاني عشر من هذا الدليل.

10-7/1/5 المضافات (Admixtures)

تكون المضافات مطابقة لما ورد في الباب الحادي عشر من هذا الدليل

10-7/2 أنواع السقوف الخرسانية (Types of Concrete Roofs)

(أ) السقوف الخرسانية المصمتة العاملة بإتجاه واحد (One way slab): وهي السقوف المحمولة في إتجاه واحد على مسندين ممتدين على طول طرفين متقابلين، أو هي السقوف المستطيلة المسندة على حافاتها الأربع والتي يزيد طولها على ضعف عرضها.

(ب) السقوف الخرسانية المصمتة العاملة بإتجاهين (Two way slab): وهي السقوف المستطيلة المسندة على

أضلاعها الأربعة والتي يقل طولها عن ضعف عرضها[35].

(ت) السقوف الخرسانية المسلحة المجوفة العاملة بإتجاه واحد (One way holow slab): وهي السقوف الحاوية على فجوات مستطيلة أو دائرية وتكون محمولة في إتجاه واحد على مسندين ممتدين على طول طرفين متقابلين، أو هي السقوف المستطيلة المسندة على حافاتها الأربع والتي يزيد طولها على ضعفي عرضها.

10-7/3 تنفيذ الأعمال

10-7/3/1 أنواع القوالب المستعملة

(أ) قد تستعمل قوالب عادية ذات تفاوت في أبعادها لا يزيد على (10 مم) أو (10%) من البعد الأصغر، أيهما أقل.

(ب) أو يمكن إستعمال قوالب جيدة، ذات تفاوت في أبعادها لا يزيد على (2 مم) أو (5%) من البعد الأصغر، أيهما أقل.

(ث) أو قد تستعمل قوالب ذات طابع خاص تنفذ بحسب رسوم ومواصفات خاصة تعد لها. ويمكن أن ينص على صقل سطوحها إن كانت من الخشب، أو دهانها بالزيت أو غيره.

10-7/3/2 تركيب القوالب

(أ) يجب أن تركب قوالب السقوف الخرسانية المسلحة بالطريقة التي تضمن بقاءها ثابتة تماما طوال فترة صب الخرسانة المسلحة وفي أثناء تصلبها، كما يجب أن تكون أوجه القالب محكمة بحيث تمنع تسرب المونة السمنتية إلى الخارج.

(ب) يجب أن تنفذ أعمال القوالب بحيث تكون محكمة ومتينة بدرجة تكفي لتحمل ضغط الخرسانة الطرية ووزنها والأحمال الحية المتولدة في أثناء صب الخرسانة بدون إلتواء أو زحزحة، ويجب أن تؤخذ في الحسبان الطريقة التي ستتبع لوضع الخرسانة ورصها، وكذلك تأثير الضغوط والاهتزازات الواقعة على القوالب.

10-7/3/3 تجهيز القوالب قبل الصب

10-7/3/3/1 التنظيف

يجب أن تنظف القوالب بعناية قبل صب الخرسانة مباشرة وذلك بإزالة الأتربة والفضلات وتجهيز فتحات لتسهيل ذلك عند اللازم. ويمكن أن يكون التنظيف باستعمال الماء أو الهواء المضغوط.

10-7/3/3/2 الترطيب

ترش القوالب الخشبية بالماء مرات متتالية قبل الصب لمنع امتصاص الأخشاب لماء الخلط، ويجب ترك مسافة قليلة بين الألواح لتسمح بتمددها بسبب الترطيب بدون تقوسها، ولا تسمح بمرور مونة السمنت.

10-7/3/3/3 تزييت القوالب

إذا طلب تزييت القوالب، يجب استعمال الزيت الخاص بذلك، وينفذ التزييت قبل وضع حديد التسليح على أن يزال الزيت الزائد والمتبقي في قاع القوالب.

10-7/3/4 التحضير العام للأعمال

10-7/3/4/1 الخرسانة المصبوبة في الموقع

يجب أن لا تبدأ مباشرة صب الخرسانة الا بعد اكتمال القوالب الخشبية وبعد إكمال وضع الرباطات (tie bars) وحديد التسليح ومواد المفاصل في أماكنها الصحيحة.

(أ) عملية صب الخرسانة

(أولاً) لا يجوز استعمال خرسانة مضى وقت على انتاجها أكثر من زمن التصلب (التماسك) الإبتدائي للسمنت المصنوعة منه.

(ثانياً) ترفض كل خرسانة أعيد تطبيعها (بإضافة الماء إليها) أو خلطها بعد حصول التماسك الابتدائي لها.

(ب) توزيع ووضع الخرسانة في أماكنها

(أولاً) يجب أن توضع الخرسانة باستمرار بحيث تكون أقرب ما يمكن من أماكنها النهائية، وعند صب السقوف الخرسانية يكون ابتداء الصب على طول المحيط ابتداء من أحد الجوانب على أن تفرغ كل خلطة بمحاذاة الخرسانة التي اكتمل صبها مسبقا.

(ثانياً) تصب الخرسانة بمعدل بحيث يجعل الخرسانة في حالة لدونة فتنساب بسهولة في الفراغات بين حديد التسليح.

(ثالثاً) يجب عدم إسقاط الخرسانة على شبكة حديد التسليح بالشكل الذي يسبب انفصال الركام الخشن عن الخلطة.

(ت) رص الخرسانة

يجب أن ترص الخرسانة بواسطة الهزازات بحيث تتغلغل الخرسانة حول قضبان حديد التسليح وفي زوايا القوالب وتغلفها وتخرج جميع الفراغات الهوائية. ويجب أن تدخل الهزازات وتبقى لمدة كافية ومن ثم تسحب عند نقاط تبعد عن بعضها البعض (450 مم) تقريبا. عند كل دخول يجب أن تكون فترة الرص كافية بحيث تسمح بزيادة كثافة الخرسانة وطرد فراغاتها الهوائية المحصورة فيها ولكن يجب أن لا يتسبب طول فترة الرص في إنفصال مكونات الخرسانة، وتقدر الفترة بين (5–15) ثانية.

(ث) المعالجة

(أولاً) تبدأ المعالجة بعد إكتمال التماسك النهائي للخرسانة مباشرة، والغاية منها الحد من فقدان رطوبة الخرسانة قدر المستطاع وخاصة خلال فترة الإماهة وتصلب الخرسانة الأولي، التي يجب حماية الخرسانة خلالها من الجفاف المبكر والحرارة الزائدة والبرودة والأضرار الميكانيكية.

(ثانياً) ماء المعالجة: يجب أن تتحقق في الماء المستعمل في أعمال المعالجة متطلبات ماء الخلطة نفسها.

(ثالثاً) فترة المعالجة: يجب أن تستمر المعالجة لمدة لا تقل عن (14) يوماً.

10-8 الاكساء بالخرسانة

10-8/1 المواد (Materials)

10-8/1/1 السمنت (Cement)

يكون السمنت المستعمل في خرسانة الإكساء للمناطق التي تكون فيها الخرسانة في حالة تماس مع التربة أو المياه الجوفية مقاوماً للأملاح الكبريتية ويحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984)[1] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-8/1/2 الركام (Aggregate)

يجب أن يحقق الركام (الناعم والخشن) المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984)[2] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-8/1/3 خضاب التلوين

يجب أن يحقق خضاب التلوين المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة 1992).

10-8/1/4 المضافات (Admixture)

يجب أن تحقق المضافات المتطلبات التي ستذكر في الباب الحادي عشر من هذا الدليل.

10-8/1/5 الجنفاص (Hessian Sheets)

يكون الجنفاص المستعمل لتغطية الأرضيات الخرسانية لأغراض الإنضاج بشكل لفائف، ولا يسمح باستعمال أكياس الجنفاص لهذا الغرض مطلقا.

10-8/1/6 البولي أثيلين

تستعمل لفائف النايلون (Polyethyline) لتغطية الأرضيات الخرسانية لأغراض الإنضاج بحيث لا يقل سمكها عن (0.1 مم).

10-8/1/7 مركبات الإنضاج (Curing Compounds)

يجب أن تحقق مركبات الإنضاج السائلة التي ترش على الأرضيات الخرسانية لأغراض الإنضاج متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C309-2011)[36] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

10-8/2 المفاصل (Joints)

يجب أن تكون المفاصل الخاصة بالخرسانة بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[16].

10-9 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/5، *"السمنت البورتلاندي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/45، *"ركام المصادر الطبيعية المستخدم في الخرسانة وفي البناء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1703، "*الماء المستخدم في الخرسانة*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[4] ACI 318-2008, "*Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*", USA, 2008.

[5] م.ب.ع. (مدونة بناء عراقية) 304، "*الخرسانة المسلحة والعادية*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[6] BS 6068-67, "*Method of Sampling Water Used in Industry*", UK, 1994.

[7] ACI 363R, "*State of the Art Report on High Strength Concrete*", Reapproved, USA, 1997.

[8] "*The Europian Guidelines for Self-Compacting Concrete*", 2002.

[9] د. محمود امام، "*الخرسانة (الخصائص، الجودة، الاختبارات)*"، جمهورية مصر العربية، 2002.

[10] ACI 213R, "*Light Weight Concrete*", USA, 2006.

[11] ACI 211.1R-08, "*Guide for Selecting Proportions for Normal Strength Concrete*", USA, 2008.

[12] BS 5328: Part 2, "*Methods for Specifying Concrete Mixes*", UK, 1997.

[13] جلال بشير سرسم وسعيد عبد العالي، "*المواد الإنشائية*"، هيئة التعليم التقني/بغداد، جمهورية العراق، 1992.

[14] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/1043، "*الكاشي العادي*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[15] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1712، "*الخضاب للسمنت البورتلاندي ومنتجاته*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[16] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، "*المواصفات الفنية للأعمال المدنية*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[17] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/1042، "*الكاشي الموزائيك*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[18] الكود الأردني، "*كود مواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء*"، الجمعية العلمية الملكية–مركز بحوث البناء، المملكة الأردنية الهاشمية، 2010.

[19] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1107، "*البلاطات الخرسانية المسبقة الصب*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[20] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1985/1077، "*كتل البناء الخرسانية المحملة*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1985.

[21] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2004/807، "*الجير المستعمل في البناء وانتاج المواد الأنشائية*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2004.

[22] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/1441، *"كتل الخرسانة الخلوية الثرمستون"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[23] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/809، *"اخذ نماذج من الكتل الخرسانية الخلوية (الثرمستون)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[24] BS 3797, *"Specification for Light Weight Aggregate for Masonry Units and Structural Concrete"*, UK, 1990.

[25] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/1431، *"مضافات الخرسانة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[26] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1675، *" طابوق البناء الخرساني"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[27] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2006/1606، *"طابوق الرصف الخرساني"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2006.

[28] الدليل الاسترشادي المرجعي 1989/32، *" طرق أخذ نماذج وفحص وحدات البناء الخرسانية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[29] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1987/1106، *"حافات الأرصفة والسواقي الخرسانية المسبقة الصب"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1987.

[30] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1381، *"درجات السلم الخرسانية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[31] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1993/1687، *"الأعمدة الخرسانية المسلحة للأسيجة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1993.

[32] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/1432، *"الطرق القياسية لفحص الأنابيب الخرسانية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[33] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1999/2091، *"قضبان (أسياخ) الفولاذ الكربوني لتسليح الخرسانة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1999.

[34] ASTM A615, *"Standard Specification for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement"*, USA, 2004.

[35]" *المواصفات العامة لتنفيذ المباني السعودية"* ، وزارة الشؤون البلدية والقروية السعودية، 2006.

[36] ASTM C309، *"Standard Specification for Liquid Membrane – Forming Compounds for Curing Concrete*", USA, 2011.

الباب 11

المضافات الخرسانية (Concrete Admixtures)

11-1 عام (General)

يمكن تعريف المضافات بانها المواد التي تضاف الى الخرسانة أو عجينة السمنت خلال عملية الخلط لتحسين خصائص الخرسانة أو مونة (عجينة السمنت) عندما تكون بحالة طرية، أو خلال مرحلة تصلبها (تماسكها)، أو معالجتها. [1،ص13].

11-1/1 تصنيف المضافات (Classification of Admixtures)

تصنف مضافات الخرسانة اعتمادا على المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431 في 1989)[2] إلى نوعين من المضافات:

11-1/1/1 النوع الأول (Type I)

ويشمل خمسة انواع من المضافات والتي تستعمل لتحسين واحدة أو اكثر من خصائص خرسانة السمنت كقابلية التشغيل وسرعة التماسك والتصلب والتحمل.

11-1/1/2 النوع الثاني (Type II)

هي مضافات تستعمل في تفقيع كمية من الهواء المسيطر عليها داخل الخرسانة لغرض تحسين قابلية تشغيلها ومقاومتها لتأثير الانجماد والذوبان.

وبصورة أعم وأشمل واعتمادا على المواصفة البريطانية الجزء الأول (BS 5075-1982)[3] والمواصفة الأمريكية (ASTM C494-05)[4] تصنف المضافات الخرسانية كما هو مبين في الجدول (11-1/1) مع ملاحظة أن المضافات بشكل عام تصنف عادة تبعا للغرض الرئيس من استعمالها وأن العديد من هذه المضافات تؤثر في خاصية أو أكثر من خصائص الخرسانة وأحيانا تؤثر سلبيا على خاصية من خصائص الخرسانة. وفيما يلي تصنيف المضافات الخرسانية:

11-1/2 المضافات المعجلة (Accelerating Admixtures)

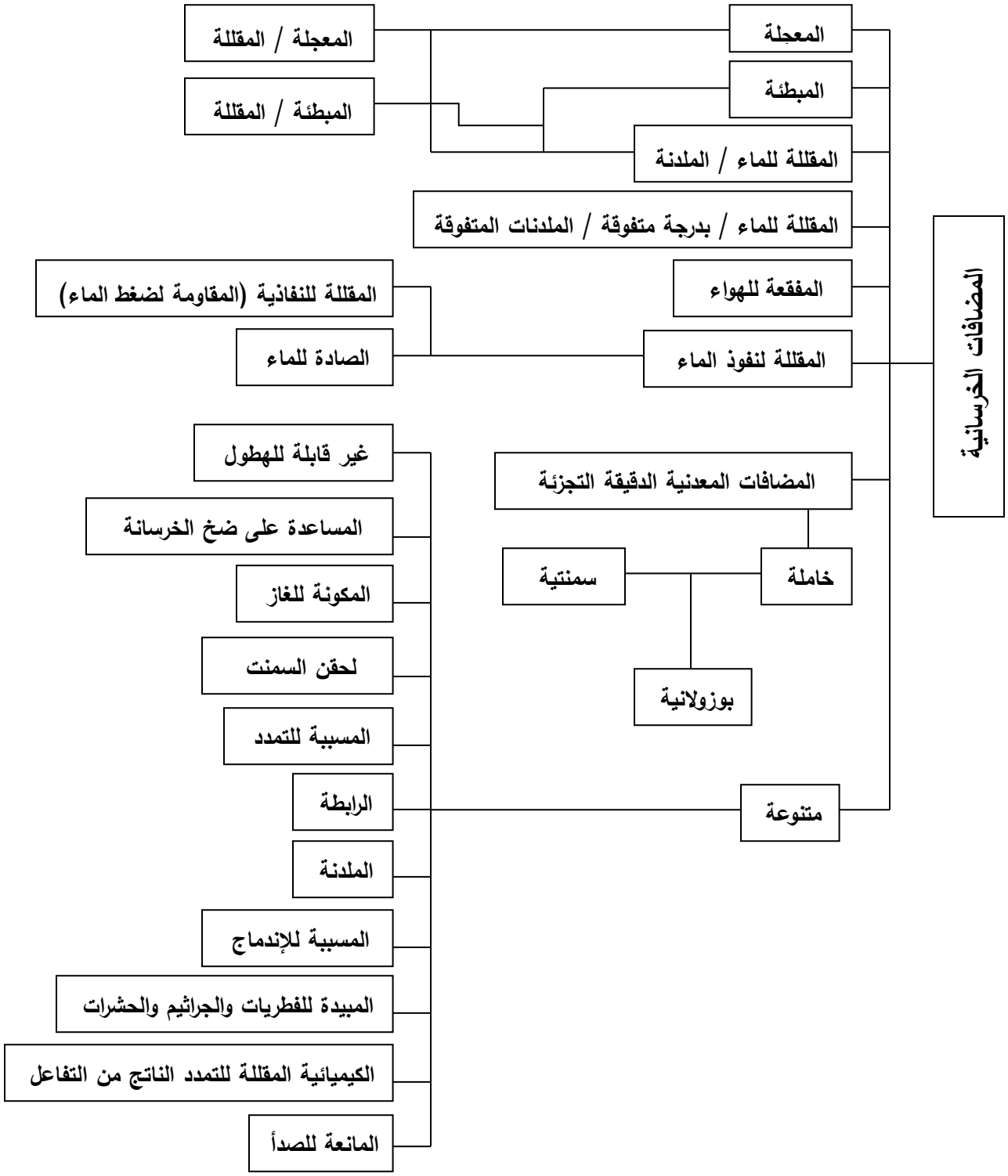
المضافات المعجلة هي المواد التي تزيد من معدل سرعة التفاعل الابتدائي بين السمنت والماء وبذلك تعجل من تماسك وتصلب الخرسانة وتحقق قوة مبكرة لها.

11-1/2/1 تركيبها الكيميائي (Chemical Composition)

هي المواد الكيميائية التي تعجل عملية التماسك والتصلب وتشمل مجالاً واسعا من الأملاح السريعة الذوبان: كالكلوريدات التي يجب أن تستعمل بحذر (الكالسيوم، والصوديوم، والألمنيوم) وفورمات الكالسيوم والكاربونات (الصوديوم والبوتاسيوم) وبعض المركبات العضوية [1،ص51].

من المضافات المعجلة الشائعة والأكثر استعمالا هو كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) وفورمات الكالسيوم ($Ca(HCOO)_2$) مع ملاحظة أن مركبات الكلوريدات لها تأثير سلبي بسبب علاقتها المباشرة مع صدأ حديد التسليح، لذلك فقد حظر استعمال كلوريد الكالسيوم في الخرسانة المسلحة.

الجدول 11 -1/1: تصنيف المضافات[1].



11-1/2/2 مجالات الاستعمال (Applications)

تستعمل المضافات المعجلة بصورة رئيسة للاغراض الآتية[5،ص105]:

11-1/2/2/1 صناعة الخرسانة في الاجواء الباردة عندما تكون درجة الحرارة المحيطة بالخرسانة اقل من (15-18) درجة سليزية لكنها يجب أن تكون أعلى من (2) درجة سليزية، حيث تستعمل لزيادة سرعة تصلب الخرسانة أي لتقليل الوقت اللازم لحصولها على إجهادات كافية لمقاومة تأثيرات الانجماد.

11-1/2/2/2 تستعمل المعجلات ايضا لتنفيذ أعمال التصليح السريع للمنشآت الخرسانية ولغلق فتحات التسريب (leaks) الموجودة تحت تأثير الضغط.

11-1/2/2/3 زيادة معدل سرعة تطور المقاومة المبكرة وتقليل الفترة اللازمة لرفع القوالب المحيطة بالخرسانة في درجات الحرارة المعتدلة وبذلك يمكن اعادة استعمالها في اماكن اخرى من المنشأ إضافة إلى إمكانية استعمال المنشأ مبكرا.

11-1/2/2/4 تقليل الفترة اللازمة لمعالجة الخرسانة ووقايتها.

11-1/2/2/5 تستعمل مع المضافات الاخرى للاستفادة منها في تحقيق خصائص سوف تذكر لاحقاً.

11-1/2/3 تحديد كميتها وكيفية إستعمالها

تضاف المعجلات أو المضافات المعجلة بحدود (1-2 %) من وزن السمنت مع الاخذ بنظر الاعتبار أن تضاف بشكل محلول عند خلط مكونات الخرسانة، مع التأكد من تركيز المحلول بتدقيق درجة الحرارة والكثافة التي يجب أن تكون بمقدار (1.28 ± 0.05 غم/سم^3) بدرجة (23) سليزية[1،ص89].

11-1/2/4 متطلبات المضافات المعجلة (Accelerating Admixtures Requirements)

يجب أن تحقق المضافات المعجلة متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[2] كمتطلبات الاداء ومتطلبات التجانس لأجل قبول إستعمالها في الخلطة. وتشمل متطلبات التجانس لهذه المضافات محتوى المواد الجافة والصلبة ومحتوى الرماد والكثافة النسبية ومحتوى أيون الكلوريد، أما متطلبات الأداء لهذه المضافات فهي المحتوى المائي أو النقصان بالمحتوى المائي وزمن تصلب الخرسانة ومقاومة الانضغاط ومقاومة الإنحناء والتغير الحجمي.

11-1/2/5 تأثير المضافات المعجلة في خصائص الخرسانة الطرية

(Effect of Accelerating Admixtures on Properties of Fresh Concrete)

11-1/2/5/1 زمن التصلب (التماسك) (Setting Time)

يقل زمن التصلب الابتدائي باستعمال المضافات المعجلة ويعتمد الزمن على كمية المضاف المستعمل ودرجة حرارة الخرسانة ودرجة حرارة المحيط[1،ص56].

11-1/2/5/2 تفقيع الهواء (Air Entrainment)

المضافات المعجلة تزيد من محتوى الهواء للخرسانة الطرية.

11-1/2/5/3 حرارة الاماهة (Heat of Hydration)

يزداد معدل سرعة انبعاث حرارة الإماهة مبكرا باستعمال المضافات المعجلة[1،ص60].

11-1/2/5/4 النضح (Bleeding)

يقل النضح للخرسانة بصورة عامة باستعمال المضافات المعجلة وبذلك يمكن انجاز أعمال الانهاء مبكرا.

11-1/2/5/5 قابلية التشغيل (Workability)

بصورة عامة تزداد قابلية التشغيل عند إضافة المضافات المعجلة إلى الخرسانة.

11-1/2/6 تأثير المضافات المعجلة في خصائص الخرسانة المتصلبة

11-1/2/6/1 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength)

تزداد مقاومة الانضغاط لعجينة السمنت والخرسانة الحاوية على المضافات المعجلة في الأعمار المبكرة مقارنة بالخلطات الخرسانية الخالية من المضافات المعجلة نتيجة لزيادة معدل سرعة التفاعلات الكيميائية بين الماء والسمنت[1،ص65].

11-1/2/6/2 مقاومة الإنحناء (Flexural Strength)

تزداد مقاومة الإنحناء للخرسانة ولكنها ليست بمقدار نسبة الزيادة في مقاومة الإنضغاط حيث تكون بنسبة أقل عادة.

11-1/2/6/3 مقاومة الشد (Tensile Strength)

تزداد مقاومة الشد للنماذج الحاوية على المضافات المعجلة خلال الايام القليلة الأولى بعد الصب.

11-1/2/6/4 معامل المرونة (Modulus of Elasticity)

يزداد معامل المرونة للخرسانة الحاوية على المضافات المعجلة بالاعمار المبكرة ولكن عند عمر (90) يوماً تشير قيم معامل المرونة إلى إقترابها من معامل المرونة للخلطات الخرسانية الخالية من المضافات المعجلة.

11-1/2/6/5 التغير الحجمي (Volume Change) [1،ص77].

يزداد التغير الحجمي للنماذج الحاوية على المضافات المعجلة وتعتمد الزيادة على طريقة وظروف المعالجة (الرطبة أو الجافة).

11-1/2/6/6 الزحف (Creep)

يزداد الزحف في الخرسانة الحاوية على المضافات المعجلة إعتماداً على طريقة المعالجة وظرفها (الرطبة أو الجافة) وخاصة في طريقة المعالجة الجافة.

11-1/2/6/7 مقاومة الخرسانة للانجماد والذوبان (Freezing and Thawing Resistance)

تزداد مقاومة الخرسانة الحاوية على المضافات المعجلة للانجماد والذوبان والتشظي (spalling) خلال الأيام الأولى بعد وضع الخرسانة وتقل في الأعمار المتأخرة[1،ص80].

11-1/2/6/8 مقاومة الكبريتات (Sulfate Resistance)

تقلل المضافات المعجلة من مقاومة الخرسانة لتأثير الكبريتات وخاصة عندما تضعف ديمومة الخرسانة تحت تأثير الظروف الخارجية المحيطة[1،ص82].

11-1/2/6/9 التفاعل القلوي للركام (Alkali Aggregate Reaction)

هناك تفاعل ضار بين مكونات السيليكا الفعالة في الركام والقلويات الموجودة في السمنت يدعى التفاعل القلوي، حيث يتسارع التفاعل القلوي باستعمال المضافات المعجلة.

11-1/2/7 تآكل حديد التسليح في الخرسانة وعلاقته بالمضافات المعجلة

تكون الظروف القاعدية (pH=12) للخرسانة مانعة لتآكل حديد التسليح المغمور فيها ولكن في الخرسانة الحاوية على المضافات المعجلة (الحاوية على الكلوريد) ينخفض مستوى الرقم الهيدروجيني نتيجة لوجود ايون الكلوريد (Cl^-) الذي يؤثر في فاعلية الطبقة الواقية لحديد التسليح فتزداد احتمالية حصول الصدأ والتآكل وبالتالي ستحصل زيادة في حجم حديد التسليح يتبعها تشقق وتشظي الغطاء الخرساني، حيث تعتمد سرعة حصول الصدأ على معدل سرعة انتقال الاوكسجين الذائب إلى حديد التسليح ومقدار تعرض الخرسانة للماء ونفاذيتها[1،ص84].

11-1/3 المضافات المبطئة (Retarding Admixtures)

هي مواد تقلل من سرعة التفاعل الابتدائي بين الماء والسمنت وتبطئ وقت التصلب للخرسانة، وفي الوقت نفسه تؤخر تطور المقاومة.

11-1/3/1 التركيب الكيميائي (Chemical Composition)

ويشمل المواد الحاوية على الاصناف الآتية: حوامض اللكنوسلفونات (lignosulfonic acids) وأملاحها، والحوامض الكاربوكسيلية الهيدروكسيلية (hydroxylated carboxylic acids) وأملاحها، ومواد أخرى غير معدلة (وتتضمن مواد غير عضوية (مثل أملاح الزنك والبورون borates والفوسفات) والسكريات والحوامض السكرية والكاربوهيدرات والهيبتونات (heptonates) (وهي سكريات بسيطة تحوي جزيئاتها على سبع ذرات من الكاربون))[1،ص105].

11-1/3/2 مجالات الاستعمال (Applications)

تستعمل المضافات المبطئة بصورة رئيسة للاغراض الآتية: [5،ص105].

11-1/3/2/1 لاطالة فترة المحافظة على قابلية تشغيل الخرسانة في الاجواء الحارة عندما يقل زمن التصلب بارتفاع درجات الحرارة الى فوق (25) درجة وعندما يتطلب العمل نقل الخرسانة الى مسافات بعيدة وبدون استعمال ماء إضافي في موقع العمل، وعند ضخ الخرسانة لمسافات طويلة، وكذلك في حالات الملء والرص البطئ للمنشآت المسلحة المعقدة.

11-1/3/2/2 ابقاء الخرسانة قابلة للتشغيل خلال الفترة الكلية للصب وذلك لمنع التشققات الناتجة من إنحناء

القالب عند وضع الخرسانة في الأجزاء الانشائية.

11-1/3/2/3 ابقاء الخرسانة لدنة لفترة كافية لمنع تكون المفاصل الباردة (cold joints) ولضمان الحصول على استمرارية إنشائية بين الوجبات المتتالية للخرسانة الموضوعة في القالب.

11-1/3/2/4 تقليل معدل سرعة انبعاث الحرارة في المنشآت الضخمة ذات الخرسانة الكتلية كما في الخزانات والسدود.

11-1/3/2/5 عند استعمال الخرسانة للاغراض المعمارية للحصول على انهاء مرضٍ من الركام المكشوف وذلك باضافة المبطئات على السطح الداخلي للقالب المؤقت لتأخير تصلب السمنت الذي يكون متجانساً مع القالب.

11-1/3/3 تحديد كميتها وكيفية استعمالها

تضاف المضافات المبطئة التي تكون بهيئة سائلة أو صلبة الى الخلطات الخرسانية للحصول على التأخير المطلوب لزمن التصلب ويعتمد مقدار الاضافة على الظروف المحيطة وعلى نسب ونوع المكونات الداخلة في تكوين الخرسانة، لذلك من الضروري عمل خلطات تجريبية تحت الظروف الحقيقية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية باستعمال المكونات الفعلية لتحديد النسب الملائمة لظروف العمل[1،ص125].

11-1/3/4 متطلبات المضافات المبطئة (Requirements for Retarding Admixtures)

يجب أن تحقق المضافات المبطئة متطلبات المواصفة العراقية القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[2] الخاصة بالمضافات أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة كمتطلبات الأداء ومتطلبات التجانس لأجل قبول إستعمالها في الخلطة. وتشمل متطلبات الاداء لهذه المضافات المحتوى المائي ومحتوى الهواء والنضج وزمن التماسك ومقاومة الانضغاط ومقاومة الشد والانكماش. كما يجب أن يحقق محتوى المواد الجافة والصلبة ومحتوى الرماد والكثافة النسبية المتطلبات المذكورة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS 5075-1985)[3] أو أي مواصفة مماثلة معتمدة من قبل الجهة المستفيدة.

11-1/3/5 تأثير المضافات المبطئة في خصائص الخرسانة الطرية.

11-1/3/5/1 زمن التصلب (Setting Time)

يعتمد مقدار التأخير الناتج من استعمال المضافات المبطئة على نوعية المضاف ونسبة الاضافة ونوع السمنت ودرجة الحرارة المحيطة وظروف العمل الاخرى[1،ص106].

11-1/3/5/2 تفقيع الهواء (Air Entrainment)

إن بعض المضافات المبطئة تكون فجوات الهواء المقصود في الخرسانة إضافة الى تأثيرها في المحتوى المائي.

11-1/3/5/3 النضح (Bleeding)

غالبا ما تؤدي المضافات المبطئة الى تقليل نضح الخرسانة المخلوطة حديثا وإنفصال مكوناتها ويرجع ذلك

الى تكوينها الهواء المقصود، ولكن هناك بعض المضافات المبطئة مثل الحوامض الكاربوكسيلية الهيدروكسيلية وأملاحها التي تميل إلى زيادة قدرة الخلطة على النضح (bleeding capacity) (النضح المبكر)[1،ص115].

11-1/3/5/4 حرارة الاماهة (Heat of Hydration)

المضافات المبطئة لا تقلل من حرارة الاماهة عند استعمال نفس محتوى السمنت، ولكن تأخير زمن التصلب قد يؤثر في معدل سرعة توليد الحرارة الذي قد يغير الارتفاع المبكر لدرجة الحرارة تحت ظروف العمل.

11-1/3/5/5 النقصان بالمحتوى المائي (Decrease of Water Content)

غالبا ما تؤدي المضافات المبطئة الى تقليل المحتوى المائي للخرسانة بقابلية تشغيل ثابتة. والنقصان الفعلي في المحتوى المائي يعتمد على محتوى السمنت ونوع الركام ونسبة المواد المفقعة، لذلك من الضروري عمل خلطات تجريبية للتعرف على مقدار التقليل الحاصل في المحتوى المائي الحقيقي الذي يقلل نسبة الماء/السمنت لمحتوى سمنت معين ويسمح بتقليل محتوى السمنت مع المحافظة على نسبة الماء/السمنت نفسها.

11-1/3/6 تأثير المضافات المبطئة في خصائص الخرسانة المتصلبة

11-1/3/6/1 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength)

تعمل المضافات المبطئة للتصلب والمقللة للماء على خفض مقاومة الانضغاط المبكرة بخلاف المضافات المعجلة للتصلب، ولكن مقاومة الانضغاط تتزايد في الاعمار المتقدمة بمقدار (25%) أو أكثر لأي محتوى من السمنت.

11-1/3/6/2 مقاومة الانحناء (Flexural Strength)

يمكن الحصول على زيادة فى مقاومة الانحناء للخرسانة الحاوية على المضافات المبطئة للتصلب والمقللة للماء ولكن بمقدار أقل نسبيا من الزيادة الحاصلة بمقاومة الانضغاط في الأعمار المتقدمة.

11-1/3/6/3 معامل المرونة (Modules of Elasticity)

إن استعمال المضافات المبطئة للتصلب يساعد في تحسين خصائص المرونة التي تعتمد بصورة خاصة على كمية ونوع عجينة السمنت إضافة إلى النسب الحجمية لعجينة السمنت / الركام ولكن هذا التحسين في معامل المرونة يتأثر إلى حد كبير بنوع المضاف، علما أن معامل المرونة يتغير عكسيا مع محتوى الهواء المقصود.

11-1/4 المضافات المقللة للماء (الملدنة) (Water Reducing and Set Controlling Admixtures)

وهي مضافات تضاف إلى الخرسانة الطرية في أثناء الخلط لزيادة قابلية التشغيل وتحسين الديمومة وتسهيل عملية وضع الخرسانة والسيطرة على زمن التصلب للخرسانة وإنتاج خرسانة سهلة الإنهاء بأقل إنفصال بمكوناتها. ويكون ذلك مصحوباً بنقصان في المحتوى المائي والسيطرة على زمن التصلب لكي تلبي المتطلبات الموقعية أو ظروف المناخ. إن التحسن في مقاومة الإنضغاط هو ناتج من تقليل نسبة الماء إلى المواد السمنتية وكذلك من نشر حبيبات السمنت في الخلطة بشكل متجانس ليسهل وصول الماء للتفاعل.

11-1/4/1 التصنيف (Classification)

تصنف الملدنات بحسب المواصفة الأمريكية (ASTM C494-05)[4] الخاصة بالمضافات الكيميائية المستعملة في الخرسانة إلى سبعة أصناف وهي:

11-1/1/4/1 المضافات المقللة للماء من النوع A: Type A: Water Reducing Admixtures

11-2/1/4/1 المضافات المؤخرة للتصلب من النوع B: Type B: Retarding Admixtures

11-3/1/4/1 المضافات المعجلة للتصلب من النوع C: Type C: Accelerating Admixtures

11-4/1/4/1 المضافات المقللة للماء والمؤخرة للتصلب من النوع D:
Type D: Water Reducing and Retarding Admixtures

11-5/1/4/1 المضافات المقللة للماء والمعجلة للتصلب من النوع E:
Type E: Water Reducing and Accelerating Admixtures

11-6/1/4/1 المضافات المقللة للماء عالية الأداء من النوع F:
Type F: High Range Water Reducing Admixtures

11-7/1/4/1 المضافات المقللة للماء وعالية الأداء والمؤخرة للتصلب من النوع G:
Type G: Water Reducing, High Range and Retarding Admixtures

11-2/4/1 الأنواع والتركيب (Types and Composition)

تتوافر في الأسواق أنواع عديدة من الملدنات المقللة للماء وبأسماء تجارية شتى ولكن هناك خمسة أنواع أساسية منها مقسمة على أساس المركبات الأساسية أو الثانوية، وهي:

11-1/2/4/1 مضافات حوامض اللكنوسلفونيك وأملاحها (Lignosulfonic Acids and their Salts)

11-2/2/4/1 مضافات الحوامض الكاربوكسيلية وأملاحها (Hydroxylated Carboxylic Acids and their Salts)

11-3/2/4/1 مضافات البوليمرات الهايدروكسيلية (Hydroxylated Polymers)

11-4/2/4/1 مضافات سيلفوميلامين ونفثالين فورمالديهايد المرصوصة
(Sulfonated Melamine or Naphthalene Formaldehyde Condensates)

11-5/2/4/1 مضافات بولي أثير – بولي كاربوكسيلايت (Polyether-Polycarboxylates)

11-3/4/1 القبول والمطابقة (Acceptance and Conformity)

يجب أن تحقق كل الأنواع المذكورة آنفاً من الملدنات المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C494-05)[4].

11-2 الخضاب المستعمل للسمنت البورتلاندي (Pigments)

11-1/2 عام (General)

تكون مواد الخضاب طبيعية أو صناعية وقد تصنع لإنتاج لون معين بدون أن يؤثر ذلك في الخصائص الفيزيائية للخليط السمنتي. وتستعمل هذه المواد بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1712 لسنة

.[6](1992

11-2/2 تصنيف مواد الخضاب

تصنف مواد الخضاب المستعمل مع السمنت البورتلاندي بحسب اللون الناتج وبحسب الجدول (11-1/2).

11-3/2 إستعمالات وأسلوب أداء وتحديد كميات مواد الخضاب

تستعمل مواد الخضاب لإضفاء لون معين للخرسانة أو المونة السمنتية، حيث أن معدل الإضافة لأية صبغة ينبغي أن لايزيد على (10%) من وزن السمنت. وعادة لا تطحن الأصباغ الطبيعية كدقيق ولا تكون غالبا نقية كالمواد الإصطناعية، كما قد لا تعطي هذه المواد لونا شديدا إلى درجة مساوية لمقدار الإضافة. وبصورة عامة عندما تقل معدلات الإضافة عن (6%) تؤثر هذه الأصباغ بدرجة ضئيلة أو قد تكون معدومة التأثير في خصائص الخرسانة الطرية والمتصلبة. ولكن الكميات الأكبر قد تزيد من متطلبات الماء للخليط لدرجة تؤثر في المقاومة والخصائص الأخرى كمقاومة التآكل بصورة عكسية.

11-4/2 متطلبات استعمال مواد الخضاب

ينبغي أن تحقق المضافات الملونة المناسبة متطلبات المواصفة العراقية للخضاب المرقمة(1712 لسنة1992)[6] الآتية:

11-1/4/2 ثبات اللون تحت أشعة الشمس.

11-2/4/2 استقرارها كيميائيا بوجود القلويات الناتجة من تفاعل السمنت.

11-3/4/2 استقرار اللون عند تعرض الخرسانة للمحمم البخاري (Autoclave).

11-4/4/2 أن لا يكون لها تأثير عكسي في زمن التصلب أو تطور مقاومة الخرسانة.

11-3 المضافات البوزولانية المستعملة كمضافات معدنية في الخرسانة

11-1/3 عام (General)

المضافات المعدنية هي مواد غير الركام والسمنت البورتلاندي تضاف الى خليط الخرسانة أو المونة السمنتية قبل عملية الخلط أو خلالها كمكونات منفصلة، وقد تكون هذه المواد ذات خصائص سمنتية أو بوزولانية أو قد تكون ذات خصائص اخرى، ومعظم المواد المستعملة تكون بهيئة مسحوق يفوق السمنت البورتلاندي نعومة وبذلك تؤثر في الخصائص الفيزيائية لعجينة السمنت الطرية.

11-2/3 تصنيف المضافات المعدنية (Classification of Mineral Admixtures)

تصنف المضافات المعدنية إلى الأنواع التالية:

11-1/2/3 مواد ذات خصائص سمنتية (Cementitious Materials)

وتشمل المواد السمنتية أنواع السمنت الطبيعي والجير الهيدروليكي (hydraulic limes) وسمنت الخبث (slag cement) (خليط من الخبث الفرن العالي والسمنت) وحبيبات الفرن العالي (grain blast furnace slag). (ASTM C989-2012)[7].

الجدول 11-1/2: مواد الخضاب المستعملة للحصول على ألوان مختلفة[6].

اللون	الصبغة
رمادي إلى أسود	اوكسيد الحديد الأسود أسود المعدن Mineral black أسود الكاربون Carbon black
أزرق	أزرق لازوردي Ultramarine blue سيانين الأفثاليك الأزرق Phthalocyanine blue
أحمر ساطع إلى أحمر داكن	أوكسيد الحديد الأحمر
بني	أوكسيد الحديد البني
عاجي (اللون الأصفر الشاحب) أو البرتقالي	تراب بني(غني بأوكسيد الحديد والمنغنيز)
أخضر	أوكسيد الحديد الأصفر أوكسيد الكروم سيانين الأفثاليك الأخضر
أبيض	ثنائي أوكسيد التيتانيوم

11-2/2/3 المواد البوزولانية والرماد المتطاير (Fly Ash and Pozzolanic Materials)

البوزولانا هي مواد سيليكية أو سيليكية ألومينية لا تملك لوحدها خصائص سمنتية أو قد تكون ذات خصائص سمنتية قليلة ولكن عندما تكون بدرجة عالية من النعومة وبوجود الرطوبة تتفاعل كيميائيا مع هيدروكسيد الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية لتكوين مركبات ذات خصائص سمنتية. من أهم استعمالات البوزولانا كمضاف هو لزيادة مقاومة الخرسانة لأملاح الكبريتات وخصوصاً عند تواجد أملاح الكلوريدات التي لا ينفع أن يستعمل معها سمنت مقاوم للأملاح الكبريتية.

أما الرماد المتطاير (fly ash) فهو فضلات دقيقة التجزئة ناتجة من إحراق الفحم المطحون أو المسحوق ويمكن تصنيفه بحسب مواصفات الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM C618-2008)[8] الى الأصناف التالية:

11-1/2/2/3 الصنف (N): بوزولانا طبيعية بهيئة خام أو معالجة بالحرارة تخضع لمتطلبات الصنف المحدد في هذه المواصفة مثل بعض الأتربة الدياتومية (diatoeceous earth) والصوان الأوبالي (opaline cherts) والطين الصفيحي (shale) والصخور البركانية المتماسكة من مقذوفات بركانية (tuff) والرماد البركاني (volcanic ash) والزجاج البركاني المنخرب (pumice).

11-3/2/2/2 الصنف (F): الرماد المتطاير الناتج من حرق الفحم الصلب (anthracite) ويخضع لمتطلبات الصنف المحدد في المواصفة المذكورة آنفاً ويكون ذا مواصفات بوزولانية.

11-3/2/2/3 الصنف (C): الرماد المتطاير الناتج من الفحم البني الداكن (lignite) أو الفحم شبه القاري وله خصائص سمنتية بالإضافة الى الخصائص البوزولانية وقد يتضمن بعض أنواع الرماد المتطاير من هذا الصنف محتويات جير تزيد على (10%).

11-3/2/2/4 الصنف (S): أية مادة بوزولانية تخضع لمتطلبات هذا الصنف مثل أنواع معينة من الرماد البركاني المعالج بسلسلة من العمليات الصناعية المتعاقبة وأنواع معينة من الأطيان الصفيحية والأطيان المطحونة والمعالجة بالحرارة.

11-3/2/2/5 أبخرة السيليكا المكثفة (Condensed Silica Fumes)

إن غبار السيليكا (Silica Fume) الذي يعرف أيضاً بالميكروسيليكا (MicroSilica) هو من المواد البوزولانية التي تضاف للخلطات الخرسانية. وهو منتج ثانوي من عملية إنتاج معدن الفيروسيليكون في الأفران الكهربائية القوسية حيث يستحصل عليه من الدخان المتصاعد من خلال مداخن الأفران بواسطة عملية التكثيف، ولذلك تدعى هذه المادة من قبل بعض الاختصاصيين بالميكروسيليكا المكثفة (Condensed Silica Fume) واختصاراً (CSF). يشكل ثنائي أوكسيد السيليكون حوالي (90%) من تركيب الميكروسيليكا، التي تكون جزيئاتها كروية الشكل وفائقة النعومة، بحيث أنها أنعم من السمنت بحوالي (100) مرة.

يبلغ محتوى السيليكا (ثنائي أوكسيد السيليكون) نسبة تتراوح بين (85%) إلى (95%) من وزن غبار السيليكا مما يعني أن غبار السيليكا يتواجد بمحتوى سيليكا عال. ولكن يجب عدم الخلط بينه وبين دقيق السيليكا (99.9%). ويتميز التركيب الكيميائي لغبار السيليكا بأن الفرق في الكتلة قبل وبعد الحرق يقل عن نسبة (6%) من الوزن، حيث أن المقدار المعتاد يتراوح ما بين (1%) و (4%). كما إن محتوى الجير (CaO) أقل من نسبة (2%) من الوزن. ويبلغ محتوى الكلوريد أقل من نسبة (0.04%). أما محتوى القلويات الكلي في غبار السيليكا فلا يزيد على (1.5%). ويبلغ محتوى المركبات الأخرى مثل (Al_2O_3، Fe_2O_3، MgO، C) أقل من 2%. تتراوح الكثافة الكلية لغبار السيليكا المنتج طبيعيا بين (250 إلى 200 كغم/م^3). وعند استعمال وسيلة ميكانيكية لرصه وتكثيفه، تزداد الكثافة القصوى إلى (600 كغم/م^3). ويمكن زيادة الكثافة إلى أكثر من ذلك إلا أنه من الصعب تفكيك حبيبات غبار السيليكا حينئذٍ في أثناء صب الخرسانة، مما يقلل من فاعلية غبار السيليكا. يحقق غبار السيليكا المستعمل كمضاف إلى الخرسانة متطلبات مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C1240-2005)[9].

11-3/2/2/6 الميتاكاؤلين: وهو مادة بوزولانية شديدة الفعالية تنتج من حرق أطيان الكاؤلين بدرجات حرارية تتراوح بين (700 – 800 ^{o}س) ومن ثم طحنها بنعومة عالية.

11-3/2/2/7 الاتابلكايت: هو عبارة عن معدن طيني ليفي يتكون بصورة رئيسة من سيليكات الألمنيوم

المغنيسيوم المائية حيث يحتوي على أربع جزيئات من الماء في تركيبته الكيميائية وفي بعض الأحيان يدعى بالباليكور سكايت نسبة إلى معدن الباليكور السائد فيه، والصيغة الكيميائية لهذا المعدن هي:

$$Si_8\ Mg_5\ O_{20}\ (OH)_2\ (OH_2)_4.\ 4H_2O$$

ويستعمل في الخرسانة كمضاف معدني بوزولاني بعد طحنه بنعومة عالية ومن ثم حرقه بدرجات حرارة تتراوح مابين (700 – 800 ^{o}س)[10].

11–3/3 إستعمالات المضافات المعدنية وأسلوب أدائها (Applications and Mechanism of Admixtures)

يندر استعمال هذه المواد كمضافات في الخلطة الخرسانية لأغراض انشائية عامة، بل لها إستعمالات خاصة، مثل استعمال خبث الأفران العالي كمضاف في الخرسانة الكتلية وكمادة أولية في تصنيع السمنت البورتلاندي. ويستعمل الرماد المتطاير كمضاف في الخرسانة الكتلية والخرسانة الإنشائية والأرصفة والمنتجات الخرسانية الخاصة. علماً أن مضافات البوزولانا تستعمل بكافة أنواعها في الخرسانة الكتلية وكذلك لأغراض إنشائية خاصة.

إن الآلية المؤدية الى تحسين قابلية تشغيل الخرسانة الطرية باستعمال المضافات المعدنية تكمن في تحسين قابلية تجانس عجينة السمنت في الخرسانة وفي زيادة تماسك الخليط، حيث تكون لنعومة حبيبات المضاف وشكلها أهمية كبيرة في تحقيق ذلك، في حين تكون للخصائص الكيميائية للمضاف أهمية ثانوية فقط.

11–4/3 تحديد كمية المضافات المعدنية

تحدد كمية المضافات المعدنية الدقيقة بطريقة التجزئة بالوزن بحسب متطلبات معهد الخرسانة الأمريكي المرقمة (ACI 304)[11]، أو بالحجم بحسب الأسلوب المستعمل من قبل مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C94)[12] حيث يعتمد القرار المتخذ باستعمال المضافات المعدنية على تحديد تأثير البدائل المتوافرة في خصائص الخرسانة واقتصاديتها لنوع المنشأ المطلوب.

إن من الضروري تقويم تأثير المضاف المعدني في خصائص الخرسانة، فاستعمال بعض هذه المضافات قد يساعد في تقليل حرارة الأماهة وزيادة المقاومة لتأثير الكيميائيات أو بالعكس. تضاف المضافات المعدنية في الخلطات الخرسانية عادة بنسب مقدارها يتراوح (15%) إلى (40%) من وزن المواد السمنتية الكلية في الخرسانة ويعتمد ذلك على الهدف من استعمال الخرسانة ومواصفات العمل المطلوب.

11–5/3 تأثير المواد البوزلانية في خصائص الخرسانة الطرية

تعتبر المساحة السطحية للمواد الصلبة لوحدة حجم الماء من العوامل المهمة المحددة لخصائص الخرسانة الطرية. ولما كانت المضافات من المواد الصلبة ذات المساحة السطحية الكبيرة لوحدة الحجم لنعومة جزيئاتها لذلك فإنها تلعب دورا كبيرا في التأثير في خصائص الخرسانة الطرية وتقليل ميلها للنضح لذلك تستعمل هذه المضافات في الخلطات الخرسانية التي تعاني من نقص في مقاسات الحبيبات الناعمة (المارة من فتحة مقاس 75 مايكرون) للتعويض عن الحبيبات المفقودة من الركام وبذلك يمكن تقليل النضح والانعزال وتزداد مقاومة

الخرسانة. وبالإضافة إلى ذلك يساهم شكل ونعومة حبيبات المضافات المعدنية في الحصول على محتوى مائي معتدل.

11-3/6 تأثير المواد البوزلانية في خصائص الخرسانة المتصلبة

11-3/6/1 المقاومة (Strength)

تعمل أغلب المضافات المعدنية على تقليل المقاومة المبكرة للخلطة الخرسانية ولكنها تحسن المقاومة النهائية في أعمار متأخرة. وهذا يعود الى أن استعمال المضافات يكون لتعويض لجزء من السمنت البورتلاندي، ومن جهة أخرى عند استعمال المضافات المعدنية كتعويض جزئي للركام الناعم في الخليط، فإنها تؤدي الى زيادة مقاومة الخرسانة في أعمار مبكرة ولاحقة. وزيادة المقاومة في الأعمار اللاحقة تعود بدرجة أساسية الى التفاعل البوزولاني الذي يؤدي الى تقليل حجم المسام في هيكل الخرسانة وكذلك إحلال مركب قوي (هو سيليكات الكالسيوم المائية) محل مركب ضعيف (وهو هيدروكسيد الكالسيوم).

11-3/6/2 النفاذية (Permeability)

إن معظم الدراسات المقدمة حول نفاذية الخرسانة الحاوية على المضافات المعدنية والتي تخص المواد البوزولانية الصنف قد بينت بأن هناك تحسنا كبيرا في ديمومة الخرسانة الحاوية على المواد البوزولانية لتأثير الكبريتات نظرا لأن التفاعل البوزولاني يؤدي الى تقليل حجم المسام في الهيكل فتقل نفاذية الخرسانة.

11-3/6/3 مقاومة تأثير الكبريتات (Sulphate Resistance)

إن استعمال المضافات المعدنية مع السمنت البورتلاندي يحسن بصورة عامة من مقاومة الخرسانة للمياه الحامضية والمياه الجوفية الحاوية على الكبريتات وماء البحر، وذلك يعود بصورة رئيسة الى التفاعل البوزولاني الذي يكون مصحوبا بتقليل النفاذية إضافة إلى تقليل محتوى هيدروكسيد الكالسيوم. وبالتحديد فإن استعمال المواد البوزولانية ذات الفعالية العالية بنسبة تقل عن (30%) يؤدي في الغالب الى استهلاك هيدروكسيد الكالسيوم الموجود في عجينة السمنت المتميئة كليا وبذلك تعتبر هذه المواد ممتازة في تحسين مقاومة الخرسانة لتأثير الحوامض والكبريتات.

11-3/6/4 مقاومة الإنجماد والذوبان (Freezing and Thawing Resistance)

إن تأثير المضافات المعدنية في مقاومة الخرسانة للإنجماد والذوبان يعتمد على تناسب الخليط ومقاومة الخرسانة وظروف الرطوبة للخرسانة ونفاذية الخرسانة في وقت التعرض.

11-3/7 الخزن والمناولة (Storage and Handling)

ينبغي أن تخزن المضافات المعدنية في أبنية (تقاوم) صامدة أمام الرياح والأمطار لتحقيق وقاية كافية ضد الرطوبة والتلوث. كما بالإمكان مناولة هذه المواد بآلات مماثلة لتلك المستعملة في عمليات حمل ونقل السمنت البورتلاندي. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يضاف المضاف المعدني إلى الخلاطة سويةً مع السمنت والمكونات الأخرى للخليط الخرساني مع تجنب وضع المضاف في الخلاطة وهي في حالة رطبة في مقدمة المواد الأخرى

بسبب ميله للالتصاق بجوانب الخلاطة.

11-4 المضافات المانعة لنفاذ الماء (Water proof Admixtures)

11-4/1 عام (General)

تستعمل المضافات المانعة لنفاذ الماء لقطع الإتصال بين المسام الشعرية المتصلة التي تعمل على نفاذ الماء خلال الخرسانة، حيث ينتقل الماء خلال الخرسانة بطريقتين احداهما تحصل بوجود ضغط هيدروستاتيكي (hydrostatic pressure) على جهة واحدة من كتلة الخرسانة كما هو الحال في المنشآت الحاجزة للماء والثانية تحصل من خلال وجود ضغط قليل مسلط على جهة واحدة من سطح الخرسانة كما في حالة سقوط المطر حيث ينتقل الماء بالخاصية الشعرية. وهكذا فان المضافات المانعة لنفاذ الماء تكون بهيئة مسحوق أو سائل أو عالق وعند خلطها مع الخرسانة الطرية تعمل على تقليل النفاذية الهيدروليكية في الكتلة الخرسانية المعالجة أو تضيف للخرسانة خصائصا صادة للماء بعد استكمال عملية تصلد الخرسانة.

11-4/2 أنواع المضافات المانعة لنفاذ الماء (Types of Water proof Admixtures)

وتشمل المواد التالية[1،ص290]:

11-4/2/1 المواد الدقيقة التجزئة التي من بينها مسحوق الطباشير النقي (whiting) ورماد الوقود المسحوق والتراب الدياتومي والحجر الجيري والخبث والخفاف (pumice) وهو زجاج بركاني متنخرب، ويفضل أن يكون لهذه المواد فعالية بوزولانية لتكثيف هيكل هلام السمنت (gel) الرابط بأن يحل محل البلورات الكبيرة لهيدروكسيد الكالسيوم الناتج من إماهة السيليكات هلام دقيق مماثل لنواتج سيليكات الكالسيوم المتميئة.

11-4/2/2 مضافات الملدنات ومضافات الهواء المقصود، حيث أن المضافات الملدنة تعمل على تقليل المحتوى المائي في الخليط الخرساني فيقل النضح بسبب نقصان الفجوات الكبيرة وتزداد المقاومة لمرور الماء وتقل نفاذية الخرسانة. أما مضافات الهواء المقصود فإنها تعمل باسلوب الملدنات نفسه في تحسين قابلية التشغيل وتقليل المحتوى المائي في الخلطة الخرسانية.

11-4/2/3 المعجلات التي تقلل نفاذية الخرسانة في الأعمار المبكرة وذلك من خلال تسريع تفاعلات الاماهة للمركبين (C_3S ،C_3A) ولكن النفاذية النهائية للخرسانة لا تتأثر.

11-4/3 أنواع المواد المانعة لنفاذ الماء (Types of Water proof Materials)

وهي المواد التي تعيق مرور الماء خلال الخرسانة الجافة الذي قد يحصل نتيجة للخاصية الشعرية وليس كنتيجة لضغط الماء الخارجي وتشمل[1،ص290]:

11-4/3/1 المواد الصابونية. وهي مواد تمتلك فاعلية سطحية وتعمل على تكوين فقاعات هوائية داخل الخرسانة. مثل الحوامض الدهنية ومنها الكالسيوم وستيارات الامونيوم والاوليات (oleate)، وعادة يكون محتوى المواد الصابونية بحدود (20%) أو أقل ويمثل بكلوريد الكالسيوم أو الجير.

11-4/3/2 ستيارات البيوتيل. وتقوم هذه المواد بصد الماء بطريقة أفضل من المواد الصابونية وتكون فقاعات

هوائية داخل الخرسانة.

11-3/3/4 نتائج الزيوت النفطية. وتشمل الزيوت المعدنية والشمعية والمستحلبات الإسفلتية (emulsified asphalts) والإسفلت المخفف (cut-back asphalt). إن الزيت المعدني الثقيل يكون فعالاً في جعل الخرسانة صادة للماء ويقلل من نفاذيتها.

11-4/4 المواصفات القياسية للمواد المانعة لنفاذ الماء

(Standard Specifications of Water proofing Admixtures)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2125 لسنة 2000)[13] خصائص المواد المانعة لنفاذ الماء من خلال تحديد المتطلبات التالية وعلى النحو الآتي:

11-1/4/4 الترشيح أو نفاذ الماء مقاسا (مم) للعينات الحاوية على المضافات المانعة لنفاذ الماء اقل من (50%) من قيمة ترشيح أو نفاذ الماء للعينات الخرسانية الخالية من المضافات المانعة لنفاذ للماء، ويحدد معدل الترشيح للماء في العينات الخرسانية على وفق الفحص المدرج بالدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (823 لسنة 2000)[14] والدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (1/823 لسنة 2000)[15].

11-2/4/4 وقت التماسك: يجب أن لا يقل التماسك الابتدائي عن (45) دقيقة ولا يزيد وقت التماسك النهائي على (600) دقيقة للخرسانة الحاوية على المضافات المانعة لنفاذ الماء ذات السمنت البورتلاندي.

11-3/4/4 مقاومة الانضغاط: يكون معدل مقاومة إنضغاط نماذج (المكعبات السمنتية) المحضرة من مونة السمنت البورتلاندي بوجود المضافات المانعة لنفاذ الماء بموجب الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (858 لسنة 2000)[16] على النحو المبين في الجدول (11-1/4).

الجدول 11-1/4: مقاومة الانضغاط للمكعبات السمنتية بوجود المواد المانعة لنفاذ الماء[16].

عمر النموذج	مقاومة الانضغاط
3 أيام	لاتقل عن (15 نيوتن/مم^2) ولاتقل عن (90%) من معدل مقاومة انضغاط ثلاثة مكعبات محضرة من مونة سمنت بورتلاندي بدون إضافة مضافات مانعة لنفاذ الماء.
7 أيام	لاتقل عن (23 نيوتن/مم^2) ولاتقل عن (90%) من معدل مقاومة انضغاط ثلاثة مكعبات محضرة من مونة سمنت بورتلاندي بدون إضافة مضافات مانعة لنفاذ الماء.

11-4/4/4 تحدد نسبة الخلط بحسب نوعية المنتج، وفي حالة استعمال أنواع أخرى من السمنت غير بورتلاندي مثل سمنت الخبث أو السمنت البوزولاني يجب الاتفاق على المواصفات المطلوب أن يحققها المضاف مع هذا النوع من السمنت وكذلك يجب تحديد محتوى الكلوريدات والكبريتات الموجودة في المضافات من قبل

المجهز.

11-5 مضافات تفقيع الهواء (Air Entraining Admixtures)

هي مضافات تضاف إلى السمنت الهيدروليكي أو إلى خليط الخرسانة أو المونة مباشرة قبل أو في أثناء عملية الخلط وينتج من ذلك تكوين كمية مستقرة من الهواء بهيئة فقاعات دقيقة متجانسة التوزيع في الخرسانة أو المونة خلال عملية الخلط من اجل تحسين قابلية التشغيل أو تحسين مقاومة الانجماد. وتتراوح أقطار هذه الفقاعات بين (0.05-1.025 مم) تقريبا، وتبتعد عن بعضها بمسافات لا تزيد على (0.4 مم) وتكون موزعة بصورة منتظمة خلال الهيكل الخرساني ويكون مقاسها بحدود (1000) مرة اكبر من مقاس المسام الشعرية في عجينة السمنت.

ويشكل حجم الهواء المفقع في الخرسانة تقريبا (6/1 - 4/1) حجم عجينة السمنت وحوالي (3 - 10%) من حجم الخرسانة. والهواء المفقع يؤدي إلى تكوين فجوات منفصلة في عجينة السمنت وبذلك لن تتشكل ممرات لنفوذ الماء ولن تزيد نفاذية الخرسانة.

11-5/1 استعمالات مضافات تفقيع الهواء (Uses of Air Entraining Admixtures)

تستعمل هذه المضافات بصورة رئيسة للأغراض الآتية:

11-5/1/1 تحسين ديمومة الخرسانة المعرضة للانجماد والذوبان. وتحدد كمية المضاف المستعمل لهذا الغرض بحيث أنه يؤدي إلى تكوين محتوى فجوات هوائية بما يعادل (4.5 ± 1.5%) من حجم الخرسانة. كما تستعمل لتحسين ديمومة الخرسانة المعرضة لفعل الأملاح المستعملة لإزالة الجليد أو لظروف بيئية تالفة أخرى.

11-5/1/2 تحسين قابلية تشغيل وتماسك خلطات الخرسانة الجافة والصعبة التشغيل كتلك الفقيرة بالسمنت أو التي تعاني من نقص في كمية الركام الناعم.

11-5/1/3 تقليل الكثافة لأنواع الخرسانة ذات الركام الخفيف الوزن المستعمل لإغراض العزل الحراري أو لأغراض إنشائية.

11-5/2 أنواع مضافات تفقيع الهواء (Types of Air Entraining Admixtures)

توجد أنواع مختلفة من المواد الكيميائية ذات فاعلية سطحية لتفقيع الهواء بالخرسانة، وتنتج المنتجات التجارية الرئيسة لهذه العوامل من أصناف المواد التالية:

11-5/2/1 راتنجات الأخشاب الطبيعية وموادها الصابونية المستخلصة من جذور الصنوبر (pine stumps) أو المشتقة من زيت الصنوبر الراتنجي (tall oil) في أثناء معالجته بسلسلة العمليات الصناعية المتعاقبة، مثل راتج الفنزول (vinsol resin).

11-5/2/2 أملاح الحامض الدهني (fatty acid salts). إن الأحماض الدهنية مثل حامض الاوليك (oleic acid) تتكون بشكل أملاح المعادن القلوية، وتستخرج من زيت الصنوبر الراتنجي وزيت جوز الهند (coconut oil).

11-5/2/3 الأملاح القلوية ذات المركبات العضوية المحولة الى أملاح حامض السلفونيك المختلفة.

11-5/3 أسلوب أداء مضافات تفقيع الهواء (Mechanism Behavior of Air Entraining Admixtures)

إن أسلوب أداء عوامل الهواء المفقع يكون بسبب أنها ذات شحنات سالبة وذات فعالية سطحية وعند إضافتها إلى عجينة السمنت فإنها تمدص (adsorb) على السطوح البينية للهواء والماء، أي ستلتصق دقائق المضاف على حبيبات السمنت بدون دخولها داخل الحبيبات. فتتجذب المجموعات القطبية الموجودة على جانب الماء من السطح البيني باتجاه حبيبات السمنت وتتوجه نهاياتها التي لا تألف الماء باتجاه الهواء. إن هذه العملية تسهل تكوين رغوة مستقرة نسبيا في الخرسانة خلال عملية الخلط كما تقلل من معدل سرعة انحلال وفقدان الفقاعات في الخليط خلال وبعد وضع الخرسانة، وبسبب استقرارية هذه الفقاعات الهوائية الكروية فإنها تسلك في الخليط الطري كقطرات مائية أو كحبيبات من الرمل لذلك فان الهواء المقصود يزيد من لدونة الخليط اذا بقي تركيبه ثابتاً. وعند تثبيت محتوى السمنت وقابلية التشغيل فان الهواء المفقع يمكن أن يحل محل جزء من الركام الناعم أو الماء[1،ص270].

11-5/4 المواصفات القياسية لمضافات تفقيع الهواء

(Standard Specifications of Air Entraining Admixtures)

حددت المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2101 لسنة 1999)[17] متطلبات الأداء لعوامل الهواء المفقع المستعمل في الخرسانة أو المونة كما مبين في الجدول (11-5/1) عندما تؤخذ نماذجها على وفق الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (611 لسنة 1999)[18] وتفحص خلطاتها على وفق مسودة الدليل الاسترشادي المرقم (905 لسنة 2000)[19].

الجدول 11-1/5: متطلبات الأداء وفحوص القبول لعوامل الهواء المفقع[17]*.**

الخصائص	الخلطة	المتطلبات (معدل خلطتين)
النقصان بالمحتوى المائي للحصول على القوام القياسي	أ*	لايقل عن 8%.
وقت التصلب	أ*	يحسب الوقت إبتداءً من زمن إكمال الخلط لحين الحصول على مقاومة اختراق قدرها (1 نيوتن/م^2) لخلطة مونة الفحص وضمن ساعة واحدة من وقت خلطة المونة المرجعية.
محتوى الهواء لخلطة مونة الفحص بعد: 1- الخلط القياسي 2- ساعة واحدة توقف 3- (15) دقيقة خلط إضافي	 أ* أ* ب**	 (14%) الى (20%). لايقل بأكثر من (3%) عن محتوى الهواء بعد الخلط القياسي. لايتغير باكثر من (5%) عن محتوى الهواء بعد الخلط القياسي.
مقاومة الانضغاط بعمر 7 أيام	أ*	تبلغ مقاومة إنضغاط خلطة مونة الفحص (70%) على الأقل من مقاومة إنضغاط خلطة المونة المرجعية.

*خلطة فحص اعتيادية.

** خلطة فحص فوق الاعتيادية (ذات خلط أعلى من الخلط الاعتيادي).

*** على وفق مسودة الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم 905 لعام 2000.

كما تحدد المواصفة القياسية العراقية المذكورة آنفاً متطلبات التجانس للمكونات حيث يؤخذ نموذج على وفق الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (611 لسنة 1999)[18] ويختبر على وفق مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2735 لسنة 1987)[20] ليطابق المتطلبات المبينة في الجدول (11-2/5).

الجدول 11-2/5: متطلبات التجانس والفحوص[17]*.

الخصائص	المتطلبات
محتوى المادة الجافة	1- للمضاف السائل: لا تحيد بمقدار يزيد على (3 %) (ك/ك) عن القيمة المحددة من قبل المنتج أو المجهز. 2- للمضاف الصلب: لا تحيد بمقدار يزيد على (5 %) (ك/ك) عن القيمة المحددة من قبل المنتج أو المجهز.
الكثافة النسبية	للمضاف السائل لا تحيد بمقدار يزيد على (0.02) عن القيمة المحددة من قبل المنتج أو المجهز.
محتوى ايون الكلوريد	لا يحيد بمقدار يزيد على (5 %) عن القيمة المحددة من قبل المنتج أو لا يحيد عن (0.2 %) (ك/ك) أيهما اكبر.
محتوى الرماد*	لا يحيد بمقدار يزيد على (1 %) (ك/ك) عن القيمة المحددة من قبل المنتج أو المجهز.

* لاتطبق على المضافات الحاوية على أكثر من (1%) (ك/ك) من أيون الكلوريد.

ك: كتلة المادة أو المضاف.

أما مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM C260-2010)[21] فإنها تحدد المتطلبات الفيزيائية لتلك العوامل كما موضح في الجدول (11-3/5).

الجدول 11-3/5: المتطلبات الفيزيائية لعوامل الهواء المفقع[21].

الخاصية	حدود القبول
وقت التصلب (التماسك) (الانحراف المسموح عن الخلطة المرجعية): – وقت التصلب (التماسك) الابتدائي (لا يزيد على) (دقيقة: ساعة). – وقت التصلب (التماسك) النهائي (لا يزيد على) (دقيقة: ساعة).	 1:15 تقديم ولا 1:15 تأخير 1:15 تقديم ولا 1:15 تأخير
مقاومة الانضغاط (الحد الأدنى) نسبة إلى الخلطة المرجعية بعمر: - يوم واحد. - ثلاثة أيام. - سبعة أيام. - ثمانية وعشرين يوما.	 %90 %90 %90 %90
معاير الكسر (الحد الأدنى) نسبة إلى الخلطة المرجعية بعمر: – ثلاثة أيام. – سبعة أيام. – ثمانية وعشرين يوما.	 %90 %90 %90
متطلب اختياري	
– التغير بالطول (أقصى انكماش) نسبة إلى الخلطة المرجعية. – زيادة الحجم على الخلطة المرجعية. – معامل الديمومة النسبية (الحد الأدنى). – النضح في ماء الخلط الصافي (حد أعلى) نسبة الى الخلطة المرجعية.	%120 0.006 80 2

11-6 المركبات المانعة للرطوبة المستعملة مع السمنت

(Moisture Proof Compounds Used with Cement)

لقد أشير إلى هذه المركبات في الفصل (11-4)، علماً أن خصائصها ومتطلباتها عند إستعمالها مع السمنت تتحدد على وفق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1778 لسنة 1993)[22] وعلى النحو الآتي:

11-6/1 تستعمل النسب المقترحة من قبل المنتج أو المجهز وبما لايزيد على نسبة (3%) من وزن السمنت.

11-6/2 يجب أن يكون مقدار الماء المترشح خلال عينات الفحص الخرسانية الحاوية على المركب المانع للرطوبة، خلال مدة الفحص البالغة (8) ساعات، أقل من (50%) من الماء المترشح خلال العينات الخرسانية الخالية من المركب المانع للرطوبة. حيث يحدد معدل الترشيح للماء في العينات الخرسانية على وفق الفحص المبين بالمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1778 لسنة 1993)[22].

11-6/3 وقت التصلب (التماسك): يجب أن لايقل وقت التصلب (التماسك) الابتدائي عن (45) دقيقة ولا يزيد وقت التصلب (التماسك) النهائي على (600) دقيقة للخرسانة الحاوية على المضاف المانع لنفاذ الماء ذات السمنت البورتلاندي ماعدا زمن التهيئة والتحضير الذي لا يقل عن (5) دقائق ولا يزيد على (9) دقائق ويكون تحديد زمن التصلب (التماسك) بموجب الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (198 لسنة 1990)[23].

11-6/4 مقاومة الانضغاط: يكون معدل نتائج مقاومة إنضغاط نماذج (مكعبات المونة السمنتية) المحضرة من مونة السمنت البورتلاندي بوجود المركب المانع للرطوبة والمفحوصة بموجب الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (198 لسنة 1990)[23] على النحو المبين في الجدول (11-6/1).

الجدول 11-6/1: تحمل الانضغاط للمكعبات السمنتية بوجود المركبات المانعة للرطوبة[22].

عمر النموذج	مقاومة الانضغاط
3 أيام	لا تقل عن (15 نيوتن/مم^2) ولا تقل عن (80 %) من مقاومة إنضغاط مكعبات مونة سمنت بورتلاندي (سمنت ورمل فقط) محضرة بموجب الدليل الاسترشادي المرجعي (198 لسنة 1990).
7 أيام	لا تقل عن (23 نيوتن/مم^2) ولا تقل عن (80 %) من مقاومة إنضغاط مكعبات مونة سمنت بورتلاندي (سمنت ورمل فقط) محضرة بموجب الدليل الاسترشادي المرجعي (198 لعام 1990).

11-6/5 لا تطبق المتطلبات المتعلقة بمقاومة الانضغاط لمكعبات بعمر (3) أيام في حالة استعمال السمنت البوزولاني. ويجب أن تحدد نسبة محتوى الكلوريدات والكبريتات الموجودة في المركب من قبل المنتج.

11-7 الفحص والنمذجة

الفحوص المطلوبة لمضافات الخرسانة بصورة عامة هي المتطلبات الفيزيائية والمتطلبات الخاصة بالتجانس وبحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1431 لسنة 1989)[2].

11-7/1 أخذ نماذج المساحيق من عبواتها

يكون النموذج المستحصل ممثلاً لكمية من المضاف لا تزيد على طن واحد من المضاف الصلب ويستحصل من ست عبوات أو من 1% من عدد العبوات المنتقاة عشوائياً أيهما أكبر، أما في حال كون العبوات ستاً أو أقل فيستحصل من جميعها. وتؤخذ نماذج ثانوية من العبوات المختارة ولكن تؤخذ جميع محتويات العبوة إذا كانت أقل من (500 غرام). أما إذا إحتوت العبوة على (500 غرام) أو أكثر فيستعمل أنبوب أخذ النماذج ويدخل في العبوة ويسحب لباب لا يقل قطره عن 25 مم وبطول مساوٍ للطول الداخلي للعبوة. وفي حال عدم وجود أنبوب أخذ النماذج فتفرغ محتويات العبوة التي يراد أخذ النوذج الثانوي منها على سطح جاف ونظيف، حيث تخلط محتويات مواد العبوة ثم تؤخذ ثلاثة أجزاء على الأقل، كتلة كل منها (125 غرام) من ثلاثة مواقع مختلفة من الكومة. وتكرر العملية على كل عبوة من عبوات النموذج، ثم تخلط النماذج الثانوبة سويةً للحصول على نموذج رئيس ويجري بعد ذلك تقليل كتلة هذا النموذج بواسطة التقسيم الربعي أو قاسمة النماذج إلى حوالي 1 كغم. ويوضع النموذج النهائي في وعاء واحد أو أكثر محكم ومؤشر.

11-7/2 أخذ النماذج السائلة من عبواتها

يكون النموذج المستحصل ممثلاً لإرسالية لا تزيد على (5000 لتر) من المضاف السائل، ويستحصل من ست عبوات أو من 1 % من عدد عبوات الشحنة أيهما أكبر. وتنتقى العبوات التي تختار لتحضير النموذج عشوائياً. أما في حالة كون العدد الكلي للعبوات لا يزيد على ست عبوات فيستحصل من جميعها. ويجب أن ترج العبوات جيداً قبل أخذ النموذج. تؤخذ نماذج ثانوية من العبوات المختارة وبدون إبطاء بأحد الاسلوبين التاليين أو كلاهما. ففي حالة كون محتوى العبوة أقل من نصف لتر فتؤخذ محتويات العبوة بكاملها. أما إذا كان محتواها نصف لتر أو أكثر فيؤخذ نصف لتر منها. وتخلط النماذج الثانوية سويةً جميعاً لتكوين نموذج واحد. بعد الإنتهاء من الخلط يؤخذ نموذج نهائي لا يقل عن لتر واحد ويوضع في حاوية نظيفة ومؤشرة ومغلقة بإحكام.

11-7/3 أخذ النماذج السائبة (الفل)

يشترط في النماذج المأخوذة أن يكون حجمها كافياً لكي يمثل المنتوج المراد فحصه وبحسب الحالة. ويسجل تاريخ ومكان وطريقة أخذ النماذج وتعريف الإرسالية وكميتها الممثلة بالنموذج.

11-8 المراجع

[1] مؤيد نوري الخلف وهناء عبد يوسف، "*المضافات الخرسانية*"، الجامعة التكنلوجية، جمهورية العراق، 1984.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/1431، "*مضافات الخرسانة* – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة

النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[3] BS 5075: Part 1, *Specification for accelerating admixtures, retarding admixtures and water reducing admixtures*, UK, 1982.

[4] ASTM, C494/C494M-05, *Standard and Specification for Chemical Admixtures for Concrete*, USA, 2005.

[5] زهير ساكو وآرتين ليفون، *"انشاء المباني"*، جامعة بغداد، جمهورية العراق، إعادة طبع الطبعة الأولى، 2007.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1712، *"الخضاب للسمنت البورتلاندي ومنتجاته* – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[7] ASTM, C989-12, *Standard Specification for Ground Iron Blast Furnace Slage for use in Cement Mortar*, USA, 2012.

[8] ASTM, C618-12a, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw Calcined Natural Pozzolan Use in Concrete*, USA, 2011.

[9] ASTM, C1240-05, *Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixture*, USA, 2005.

[10] قيس جواد فريح، وليد عبد الرزاق عباس وسامر حامد مالك، *"استعمال الأتابلكايت العراقي المحلي كمضاف معدني (بوزولاني) لتحسين خصائص الخرسانة"*، براءة إختراع المرقمة 3765 في 2014/2/2 صادرة عن الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية/قسم الملكية الصناعية، وزارة التخطيط، العراق، 2014.

[11] ACI 304R-00, "*Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete"*, USA, 2000.

[12] ASTM, C94/C94M-14, "*Standard Specification for Ready Mixed Concrete*", USA, 2014.

[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/2125، *"مضافات السمنت – المضافات المانعة لنفاذ الماء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[14] الدليل الإسترشادي المرجعي 2000/823، *"مضافات السمنت المانعة لنفاذ الماء – تعيين النفاذية–"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[15] الدليل الإسترشادي المرجعي 2000/1/823، *"مضافات السمنت المانعة لنفاذ الماء – تعيين نسبة الامتصاص السطحي الابتدائي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[16] الدليل الإسترشادي المرجعي 2000/858، *"مضافات السمنت المانعة لنفاذ الماء – تعيين نسبة الامتصاص السطحي الابتدائي"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[17] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1999/2101، *"مضافات السمنت– مضافات تفقيع الهواء–"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1999.

[18] الدليل الإسترشادي المرجعي 1999/611، *"مضافات (ملدنات) المونة –أخذ النماذج–"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1999.

[19] الدليل الإسترشادي المرجعي 2000/905، "*مضافات السمنت*"، *مضافات تفقيع الهواء*–فحوص القبول لخلطات المونة – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[20] الدليل الإسترشادي المرجعي 1987/2735، "*طرق فحص مضافات الخرسانة* – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1987.

[21] ASTM, C260-10, "*Standard Specification for Air Entrained Admixture*", USA, 2010.

[22] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1993/1778، "*المركبات المانعة للرطوبة المستعملة مع السمنت*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1993.

[23] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/198، "*الفحوصات الفيزياوية للسمنت البورتلاندي*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

الباب 12

حديد التسليح والمقاطع الفولاذية والمعادن

(Steel Reinforcement, Steel Sections and Metals)

12–1 حديد التسليح (Steel Reinforcement)

12–1/1 الأنواع (Types)

يشترط ان يكون حديد التسليح من أحد الأنواع التالية:

12–1/1/1 يحقق المتطلبات المنصوص عليها في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2091 لسنة 1999)[1] أو مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM A615/A615M-14)[2] (Rolled Steel Bars or Hard Drawn Steel Wire) أو أي مواصفات عالمية معتمدة.

12–1/1/2 يحقق المتطلبات المنصوص عليها في المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM A615/A615M-14)[2] (Steel Fabric for Concrete Reinforcement) أو اي مواصفات عالمية معتمدة.

12–1/1/3 يحقق المتطلبات المنصوص عليها في المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM A615/A615M-14)[2] (Cold Twisted Steel Bars) أو اي مواصفات عالمية معتمدة.

12–1/1/4 حديد التسليح من النوع المحزز (deformed) يجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTMA615/A615M-14)[2] أو أي مواصفات عالمية معتمدة.

12–1/1/5 أي نوع آخر من حديد التسليح حسبما تشير إليه المخططات الخاصة بالعمل.

يجب أن يكون حديد التسليح المستعمل في الابنية والمنشآت محززاً (deformed) ولا يستعمل الحديد الأملس إلا في الحالات التالية:

12–1/1/1/5 حديد التسليح الحلزوني (**Spiral Reinforcement**).

12–1/1/1/5 حديد التسليح المسبق الجهد (**Prestressed Reinforcement**).

12–1/1/1/5 الأنابيب الحديدية (**Steel Pipes**).

12–1/2 النمذجة والفحص (Sampling and Testing).

12–1/2/1 يجب أن يحقق الحديد متطلبات الفحوص المذكورة في المواصفة الامريكية المرقمة (ASTM A615/A615 M-14)[2] وتؤخذ النماذج بموجب هذه المواصفة كما مبين في الجدول (12–1/1) حيث تختار النماذج من كل وجبة مطروحة بكمية لا تقل عن نموذج واحد لكل كمية مذكورة في الجدول

(12–1/1) وبحسب القطر الإسمي للقضبان لإجراء فحصي (الشد والإنحناء) من كل وجبة.

الجدول 12–1/1: كمية حديد التسليح التي يؤخذ منها نموذج واحد لكل قطر[2].

القطر الإسمي (مم)	الكميه المطروحة (طن)
اقل من 10	25
10– 16	35
20– 32	45
فوق 32	55

12–1/2/2 يجب أن يكون حديد التسليح خالياً من الصدأ والمواد الغريبة التي تمنع التصاقه بالخرسانة ويمكن استعمال الفرشاة أو أي وسيلة أخرى لتنظيف حديد التسليح، ويمنع استعمال النفط أو الزيت كمواد للتنظيف.

12–1/3 التثبيت (Fixing)

12–1/3/1 يجب تثبيت حديد التسليح في مواقعه داخل القالب عن طريق ربطه بأسلاك حديدية طرية لا يزيد قطرها على (2.1 مم) (ذات المقاس القياسي المرقم 18) وذلك لمنع الاختلاف في مسافات التباعد (spacing) في أثناء صب الخرسانة.

12–1/3/2 تربط القضبان الحديدية عن طريق التراكب (overlapping) وبالأطوال المطابقة للمواصفات المثبتة في المخططات أو وثائق المشروع.

12–1/3/3 يسمح باللحام الكهربائي لربط القضبان إن تطلب العمل ذلك، ويكون اللحام باستعمال أجهزة أقطاب القوس المغلفة ذات السبيكة المغطاة (shielded arc type electrodes of covered alloy) التي تحقق متطلبات الصنف (A) (Class A) المبين في المواصفة البريطانية المرقمة (BS 639)[3].

يجب أن يحقق لحام حديد التسليح متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM A497-2007)[4]، اما حديد التسليح المطلي بالايبوكسي فينبغي أن يحقق متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM A884-2012)[5].

12–1/4 الأقطار الاسمية (Nominal Diameters)

يجب أن تتراوح قيم مقاسات الأقطار الإسمية للقضبان بدرجتي (300 و 400) بين (8 و 50 مم). وبحسب الجدول (12–1/2).

12-1/5 التفاوت (Tolerance)[1]

12-1/5/1 لا يزيد التفاوت في مقاس القطر على (±0.5 مم) وذلك للأقطار الإسمية التي تقل عن (25 مم) و (±1 مم) للأقطار الاسمية التي تزيد على (25 مم).

12-1/5/2 لا يزيد الفرق بين مقاسي أي قطرين متعامدين مقاسين عند المقطع نفسه على (8%) من القيمة الإسمية للقطر.

الجدول 12-1/2: الأقطار الإسمية المفضلة لحديد التسليح[1].

الدرجة Grade	القطر الإسمي (مم)
300	8، 10، 12، 14، 16، 18، 20
400	8، 10، 12، 14، 16، 18، 20، 22، 25، 28، 30، 32، 35، 36، 38، 40، 45، 50

ملاحظة: وإذا تطلب إستعمال قطر أصغر من (8 مم) فالقطر الموصى به هو (6 مم).

12-1/6 مساحة المقطع العرضي والكتلة (Mass and Cross Section Area)

تحسب مساحة المقطع العرضي والكتلة للقضبان على أساس ان كتلة الفولاذ مقدارها (0.00785 كغم/مم^2) لكل متر طول وبحسب ما مبين في الجدول (12-1/3). ويجب أن لا يزيد التفاوت للكتلة على (6%) من الكتلة الإسمية للقضبان الملساء الأقل من (10 مم).

12-1/7 متطلبات النتوءات (Deformation Requirements)

12-1/7/1 يجب أن تتوزع النتوءات (الحزوز) على الطول الكامل للقضيب بفسحات منتظمة على كل مساحته السطحية وينبغي ان تكون متماثلة بالشكل والأبعاد.

12-1/7/2 توضع النتوءات نسبة إلى محور القضيب بحيث لا تقل الزاوية المحصورة عن (45°)، وينعكس إتجاه النتوءات بالتعاقب على كل جانب، أو ينعكس إتجاه النتوءات على جانب واحد عن تلك التي على الجانب المعاكس وذلك عندما يشكل خط النتوءات مع محور القضيب زاوية تتراوح بين (45°) و (70°). ولا يكون الإنعكاس بالإتجاه مطلوباً عندما تكون الزاوية تزيد على (70°).

12-1/7/3 ينبغي ان لا يزيد طول الفسحة بين أي نتوءين متجاورين على كل جانب للقضيب على (70%) من القطر الإسمي للقضيب.

12-1/7/4 ينبغي ان لا يقل ارتفاع النتوء عن (5%) من القطر الإسمي للقضيب وذلك للقضبان التي لا يزيد قطرها الإسمي على (16 مم)، أما القضبان التي يكون قطرها أكبر من ذلك فيجب إن لا يقل إرتفاع النتوء عن (6%) من القطر الإسمي.

12-1/7/5 ينبغي ان لا تزيد نسبة الفجوات بين نهايات النتوءات على الجوانب المتعاكسة للقضيب على (12.5%) من المحيط الإسمي وعند إتصال هذه النهايات بالنتوء الطولي يعتبر عرض النتوء الطولي هو الفجوة. كما ينبغي ان لا يزيد العرض الكلي للنتوءات الطولية لأكثر من نتوءين على (25%) من المحيط الإسمي للقضيب.

12-1/7/6 يجب أن تطابق الفسحة والإرتفاع والفجوة للنتوءات المتطلبات المذكورة في الجدول (12-1/3).

الجدول 12-1/3: الأبعاد الإسمية والكتل الإسمية ومتطلبات النتوءات لقضبان التسليح المحززة[1].

الأبعاد الإسمية			الكتلة الإسمية (كغم/متر)	متطلبات النتوءات (مم)		
القطر (مم)	مساحة المقطع العرضي (مم^2)	المحيط (مم)		معدل الفسحة (حد أعلى)	الإرتفاع (حد أدنى)	الفجوة 12.5% من المحيط الإسمي (حد أعلى)
6	28.3	18.84	0.222	4.2	0.3	2.355
8	50.3	25	0.395	5.6	0.4	3.125
10	78.5	31.4	0.617	7	0.5	3.925
12	113	37.69	0.888	8.4	0.6	4.71
14	154	43.9	1.21	9.8	0.7	5.48
16	201	50.3	1.58	11.2	0.8	6.28
18	254	56.5	2	12.6	1.08	7
20	314	62.8	2.47	14	1.2	7.85
22	380	69.1	2.98	15.4	1.32	8.6
25	491	78.5	3.85	17.5	1.5	9.8
28	616	87.96	4.83	19.6	1.68	10.9
30	700	93.9	5.495	20.9	1.48	11.7
32	804	100.5	6.31	22.4	1.92	12.5
35	962.1	109.9	7.85	24.5	2.1	13.7
36	1020	113.09	7.99	25.2	2.16	14.12
38	1134	119.3	8.95	26.6	2.28	14.9
40	1256	125.6	9.86	28	2.4	15.7
45	1500	141.37	11.775	31.5	2.7	17.6
50	1964	157	15.41	35	3	19.6

12-1/8 الخصائص الميكانيكية (Mechanical Properties)

يجب أن تكون المواصفات الميكانيكية كالتالي:

12-1/8/1 متطلبات الشد (Tension Requirements)

يجب أن تتحقق متطلبات الشد المبينة في الجدول (12-1/4).

12-1/8/2 متطلبات فحص الانحناء (Flexural Requirements)

يجرى فحص الإنحناء بزاوية (180°) وكما مبين في الجدول (12-1/5).

الجدول 12-1/4: متطلبات الشد لقضبان التسليح[1].

الخصائص الميكانيكية	قضبان من الدرجة 300 فقط وللمقاسات من (6) الى(20) مم	قضبان من الدرجة 400
مقاومة الشد (القصوى) (حد أدنى) (نيوتن/مم^2)	500	600
مقاومة الخضوع (حد أدنى) (نيوتن/مم^2)	300	400
مقاس القضيب (مم)	الاستطالة (حد أدنى) على أن يكون طول محدد القياس = (200 مم)	
6-10	11	9
12-20	12	9
22-25	-	8
28-50	-	7

الجدول 12-1/5: متطلبات فحص الإنحناء[1].

مقاس القضيب (مم)	قطر المحور الخاص بفحص الإنحناء	
	درجة 300	درجة 400
6 - 16	4 ق	4 ق
18 و 20	5 ق	5 ق
22 و 25	-	6 ق
28 - 36	-	8 ق

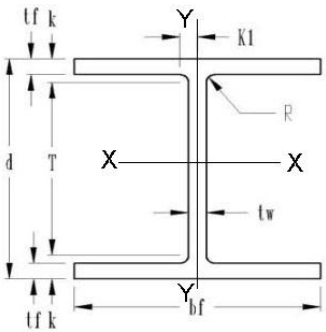
* حيث (ق) تمثل القطر الإسمي للقضيب المفحوص.

12-1/9 المقاطع الفولاذية الانشائية المستعملة في الأبنية والجسور والإنشاءات الأخرى

يجب أن تحقق المقاطع الفولاذية المستعملة للأغراض الإنشائية متطلبات مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد المرقمة (ASTM A6/A6M-05)[6]، وكما مبين في الجدول (12-1/6). وكذلك يجب أن تحقق هذه المقاطع متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM A370-05)[7].

الجدول 12-6/1: مواصفات المقاطع الفولاذية الإنشائية[6].

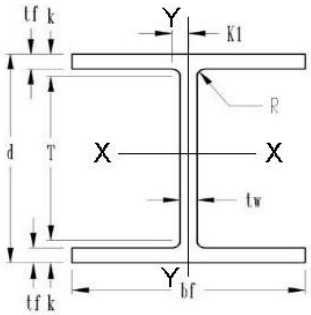
W530



مجموعة المقاطع الأساسية	حجم المقطع	المساحة	العمق	سمك الساق	الشفة		المسافات				الخصائص المرنة						معامل اللدونة	
					عرض	سمك				نصف قطر التدوير	X-X			Y-Y				
	mmxkg	A mm^2	d mm	t_w mm	mm	t_f mm	T mm	k mm	K_1 mm	R mm	I_x 10^6mm^4	S_x 10^3mm^3	R_x mm	I_y 10^6mm^4	S_y 10^3mm^3	R_y mm	Z_x 10^3mm^3	Z_y 10^3mm^3
530x330	W530x409*	52700	613	31.0	327	55.6	439	87	45	30	3210	10500	247	327	2000	78.7	12300	3120
	W530x369*	47600	603	27.9	324	50.5	439	82	44	30	2850	9450	245	289	1780	77.9	11000	2770
530x310	W530x332*	42800	593	25.4	322	45.5	439	77	43	30	2510	8480	242	254	1580	77.0	9800	2450
	W530x300	38200	585	23.1	319	41.4	439	73	42	30	2210	7554	241	226	1411	76.7	8685	2179
	W530x272	34600	577	21.1	317	37.6	439	69	41	30	1969	6833	239	201	1265	76.2	7800	1950
	W530x248	31500	571	19.0	315	34.5	439	66	40	30	1781	6227	238	181	1147	75.9	7079	1770
	W530x219	27900	560	18.3	318	29.2	439	61	39	30	1511	5391	233	157	985	74.9	6112	1517
	W530x196	25000	554	16.5	316	26.3	439	58	38	30	1340	4834	232	139	877	74.4	5457	1349
	W530x182	23200	551	15.2	315	24.4	439	56	38	30	1232	4474	231	127	806	74.2	5031	1239
	W530x165	21100	546	14.0	313	22.2	439	54	37	30	1111	4080	230	114	729	73.7	4572	1118
	W530x150	19200	543	12.7	312	20.3	439	52	36	30	1007	3720	229	103	660	73.4	4146	1011
530x310	W530x138	1760	549	14.7	214	23.6	461	44	26	19	862	3146	221	39	362	46.7	3622	569
	W530x123	15700	544	13.1	212	21.2	461	42	26	19	762	2802	220	34	320	46.5	3212	500
	W530x109	13900	539	11.6	211	18.8	460	39	25	19	666	2474	219	29	279	46.0	2819	436
	W530x101	12900	537	10.9	210	17.4	461	38	24	19	616	2294	218	27	257	45.7	2622	400
	W530x92	11800	533	10.2	209	15.6	461	36	24	19	554	2081	217	24	229	45.0	2360	356
	W530x82	10500	528	9.5	209	13.3	460	34	24	19	475	1803	213	20	193	43.9	2065	302
	W530x72	9180	524	9.0	207	10.9	461	31	23	19	339	1524	209	16	156	42.2	1753	244
530x310	W530x85	10800	535	10.3	166	16.5	461	37	24	19	487	1819	212	13	153	34.3	2114	243
	W530x74	9480	529	9.7	166	13.6	461	34	24	19	410	1549	208	10	125	33.0	1803	200
	W530x66	8390	525	8.9	165	11.4	461	32	23	19	351	1337	205	9	104	32.0	1563	167

تتمة الجدول 12-1/6.

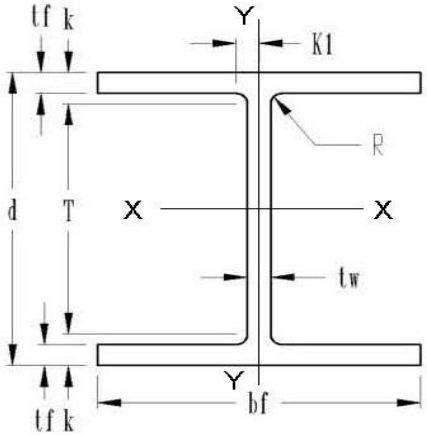
W460



مجموعة المقاطع الأساسية	حجم المقطع	المساحة	العمق	سمك الساق	الشفة		المسافات				الخصائص المرنة						معامل اللدونة	
					العرض	السمك				نصف قطر التدوير	X-X			Y-Y				
	mmxkg	A mm^2	d mm	t_w mm	b_f mm	t_f mm	T mm	k mm	K_1 mm	R mm	I_x 10^6mm^4	S_x 10^3mm^3	R_x mm	I_y 10^6mm^4	S_y 10^3mm^3	R_y mm	Z_x 10^3mm^3	Z_y 10^3mm^3
460x280	W460x464	59100	467	38.6	305	69.6	385	91	39	20	2901	10225	221	331	2163	74.9	12356	3392
	W460x421	53700	555	35.6	302	63.5	385	85	38	20	2568	9259	219	293	1934	73.9	11078	3032
	W460x384	49000	545	32.5	299	58.4	385	80	36	20	2293	8423	217	261	1753	73.2	10012	2720
	W460x349	44400	535	29.5	296	53.6	385	75	35	20	2040	7636	214	232	1570	72.4	8996	2442
	W460x315	40100	525	26.9	293	48.5	385	70	33	20	1802	6866	212	205	1398	71.6	8030	2163
	W460x286	36400	517	24.4	291	44.5	385	66	32	20	1611	6227	210	183	1259	70.9	7243	1950
	W460x260	33100	509	22.6	289	40.4	385	62	31	20	1436	5637	208	163	1127	70.1	6522	1737
	W460x235	29900	501	20.6	287	36.6	385	58	30	20	1274	5080	206	144	1006	69.6	5834	1553
	W460x213	27100	495	18.5	285	33.5	385	55	29	20	1145	4621	205	129	909	69.1	5277	1399
	W460x193	24700	489	17.0	283	30.5	385	52	29	20	1024	4195	204	116	818	68.6	4752	1257
	W460x167	22600	482	16.6	286	26.9	385	48	28	20	912	3785	201	105	736	68.3	4293	1132
	W460x158	20100	476	15.0	284	23.9	385	45	28	20	795	3343	199	91.6	646	67.6	3769	991
	W460x144	18400	472	13.6	283	22.1	385	44	27	20	728	3081	199	83.7	592	67.3	3458	906
	W460x128	16300	467	12.2	282	19.6	385	41	26	20	637	2720	197	72.8	518	66.8	3048	793
460x190	W460x113	14400	463	10.8	280	17.3	385	39	25	20	554	2393	196	63.3	452	66.3	2671	692
	W460x106	13400	469	12.6	194	20.6	395	37	21	15	487	2081	191	25.1	259	43.2	2393	405
	W460x97	12300	466	11.4	193	19.0	395	36	21	15	445	1917	190	22.8	236	42.9	2179	369
	W460x89	11400	463	10.5	192	17.7	395	34	20	15	410	1770	190	20.9	218	42.7	2016	338
	W460x82	10500	460	9.9	191	16.0	395	33	20	15	370	1616	188	18.7	195	42.4	1835	303
	W460x74	9480	457	9.0	190	14.5	395	31	20	15	333	1457	187	16.7	175	41.9	1655	272
CSA	W460x67	8570	454	8.5	190	12.7	395	29	19	15	296	1300	186	14.5	153	41.2	1480	238
CSA	W460x61	7660	450	8.1	198	10.8	395	27	19	15	255	1130	182	12.2	129	39.9	1290	201
460x150		8710	459	9.1	154	15.4	395	32	20	15	296	1291	184	9.37	122	32.8	1486	192
	W460x61	7610	455	8.0	153	13.3	395	30	19	15	255	1121	183	7.95	104	32.3	1285	164
	W460x61	6650	450	7.6	152	10.8	395	27	19	15	212	944	179	6.37	38.9	31.0	1090	132
	W460x61																	

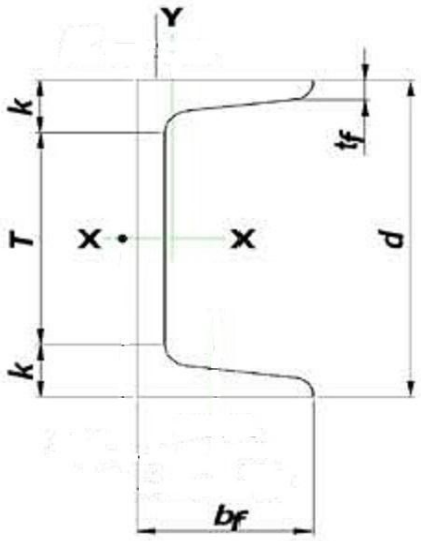
تتمة الجدول 12-1/6.

W410



مجموعة المقاطع الأساسية	حجم المقطع mmxkg	المساحة A mm^2	العمق d mm	سمك الساق t_w mm	الشفة العرض b_f mm	الشفة السمك t_f mm	المسافات T mm	المسافات k mm	المسافات K_1 mm	المسافات نصف قطر التدوير R	الخصائص المرنة X-X I_x 10^6mm^4	الخصائص المرنة X-X S_x 10^3mm^3	الخصائص المرنة X-X R_x mm	الخصائص المرنة Y-Y I_y 10^6mm^4	الخصائص المرنة Y-Y S_y 10^3mm^3	الخصائص المرنة Y-Y R_y mm	معامل اللدونة Z_x 10^3mm^3	معامل اللدونة Z_y 10^3mm^3
410x260	W410x149	19000	431	14.9	265	25.0	340	46	26	19	620	2868	180	77.4	585	63.8	3245	900
					263	22.2	340	43	26									
	W410x132	16900	425	13.3	261	19.3	340	40	25	19	541	2540	179	67.8	515	63.2	2868	788
					260	16.9	340	37	24									
	W410x114	14600	420	11.6						19	462	2196	178	57.5	441	62.7	2458	674
					181	18.2	340	39	24									
	W410x100	12700	415	10.0	180	16.0	340	37	24	19	397	1917	177	49.5	380	62.5	2130	582
					179	14.4	340	35	23									
					178	12.8	340	33	23									
410x180	W410x85	10800	417	10.9	177	10.9	340	31	23	19	316	1511	171	17.9	198	40.6	1721	310
	W410x75	9480	413	9.7	140	11.2	348	28	19	19	274	1327	170	15.5	172	40.4	1508	267

تتمة الجدول 12-1/6.

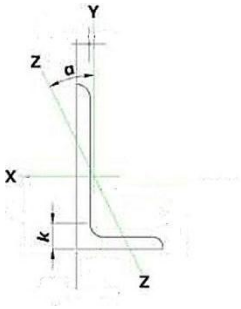


C

مجموعة المقاطع الأساسية	حجم المقطع	المساحة	العمق	سمك الساق	الشفة		المسافات				الخصائص المرنة						معامل اللدونة	
											X-X			Y-Y				
	mmxkg	A mm^2	d mm	t_w mm	العرض b_f mm	السمك t_f mm	T mm	k mm	K_1 mm	نصف قطر التدوير R mm	I_x 10^6mm^4	S_x 10^3mm^3	R_x mm	I_y 10^6mm^4	S_y 10^3mm^3	R_y mm	Z_x 10^3mm^3	Z_y 10^3mm^3
5380x85	C380x74	9480	381	18.2	94	16.5	319	31	22	13	168	882	133.1	4.6	62	22.0	1123	133
	C380x60	7610	381	13.2	89	16.5	319	31	20	13	144.8	762	138.4	3.8	55	22.4	942	112
	C380x50.4	6430	381	10.2	86	16.5	319	31	18	13	131.1	688	142.7	3.4	51	22.9	832	101
310x75	C310x45	5690	305	13.0	80	12.7	257	24	17	10	67.4	442	109.0	2.1	34	19.4	554	71
	C310x37	4740	305	9.8	77	12.7	257	24	15	10	59.9	393	112.5	1.9	31	19.8	482	63
	C310x30.8	3930	305	7.2	74	12.7	257	24	14	10	53.7	352	117.1	1.6	28	20.2	420	57

تتمة الجدول 12-1/6.

L



مجموعة المقاطع الأساسية	حجم المقطع mmxmmxmm	المساحة A mm^2	السمك mm	الكتلة لكل متر kg/m	المسافة K mm	نصف قطر التدوير R mm	الخصائص المرنة X-X I_x 10^6mm^4	S_x 10^3mm^3	r_x mm	Y-Y I_y 10^6mm^4	S_y 10^3mm^3	R_y mm	Z-Z I_z 10^6mm^4	S_z 10^3mm^3	R_z mm	معامل اللدونة Z_x 10^3mm^3	Z_y 10^3mm^3
254x254	L254x254x31.8	15100	31.8	119.0	51.8	20	89.9	503.08	76.96	89.9	503.08	76.96	36.8	347.40	49.28	907.8	907.8
	L254x254x28.6	13700	28.6	108.0	48.6	20	82.8	458.84	77.47	82.8	458.84	77.47	33.6	322.82	49.28	829.2	829.2
	L254x254x25.4	12300	25.4	96.2	45.4	20	74.5	409.68	77.72	74.5	409.68	77.72	30.1	293.33	49.53	742.3	742.3
	L254x254x22.2	10800	22.2	84.6	42.2	20	66.2	362.15	78.23	66.2	362.15	78.23	26.6	263.83	49.53	655.5	655.5
	L254x254x19.1	9310	19.1	73.1	39.1	20	57.9	314.63	78.49	57.9	314.63	78.49	23.1	232.70	49.78	568.6	568.6
203x203	L203x203x28.6	10800	28.6	84.7	44.6	16	40.8	286.8	61.21	40.8	286.8	61.21	17.0	118.48	39.62	517.8	517.8
	L203x203x25.4	9680	25.4	75.9	41.4	16	37.1	258.9	61.72	37.1	258.9	61.72	15.3	106.68	39.62	467.0	467.0
	L203x203x22.2	8500	22.2	67.0	-	-	33.2	229.4	62.23	33.2	229.4	62.23	13.6	94.72	39.88	414.6	414.6
	L203x203x19.0	7360	19.0	57.9	35.0	16	29.1	199.9	62.48	29.1	199.9	62.48	11.9	82.59	39.88	360.5	360.5
	L203x203x15.9	6200	15.9	48.7	31.9	16	24.8	168.8	62.99	24.8	168.8	62.99	10.1	69.97	40.13	304.8	304.8
	L203x203x14.3	5600	14.3	44.0	30.3	16	22.6	152.89	63.25	22.6	152.89	63.25	9.2	63.58	40.13	275.3	275.3
	L203x203x12.7	5000	12.7	39.3	28.7	16	20.3	137.00	63.25	20.3	137.00	63.25	8.2	57.19	40.39	247.4	247.4
203x152	L203x152x25.4	8390	25.4	65.5	38.4	13	33.7	247.44	63.25	16.1	146.17	43.69	8.9	79.31	32.51	447.4	265.5
	L203x152x22.2	7420	22.2	57.9	35.2	13	30.1	219.59	63.50	14.5	130.11	44.20	7.9	70.63	32.51	398.2	236.0
	L203x152x19.0	6410	29.0	50.1	32.0	13	26.4	191.73	64.01	12.8	113.40	44.45	6.9	61.94	32.77	345.8	204.8
	L203x152x15.9	5390	25.9	42.2	28.9	13	22.6	161.58	64.52	11.0	96.36	44.96	5.9	52.77	32.77	293.3	172.1
	L203x152x14.3	4880	24.3	38.1	27.3	13	20.6	146.50	64.77	10.0	87.51	45.21	5.3	48.18	33.02	265.5	156.00
	L203x152x12.7	4350	12.7	34.1	25.7	13	18.5	131.26	64.77	9.0	78.49	45.47	4.8	43.26	33.02	239.3	139.62
203x102	L203x102x25.4	7100	25.4	55.4	38.4	13	29.0	229.4	63.75	4.83	64.56	26.16	3.28	35.23	21.44	398.2	126.67
	L203x102x22.2	6280	22.2	49.3	35.2	13	26.1	204.8	64.26	4.37	57.52	26.42	2.92	31.63	21.49	355.6	110.94
	L203x102x19.0	5450	29.0	42.5	32.0	13	22.9	178.6	64.77	3.90	50.31	26.67	2.55	27.86	21.59	309.7	95.37
	L203x102x15.9	4590	25.9	36.0	28.9	13	19.6	150.76	65.02	3.38	42.93	26.92	2.18	24.09	21.74	263.8	79.64
	L203x102x14.3	4150	24.3	32.4	27.3	13	17.9	136.67	65.28	3.10	39.00	27.18	1.99	21.96	21.82	239.3	71.94
	L203x102x12.7	3710	12.7	29.0	25.7	13	16.1	122.57	65.53	2.81	35.23	27.43	1.80	19.99	21.92	214.7	64.07

12–2 العقادة (Jack arching)

تشمل أعمال العقادة المسطحة الإعتيادية للسقوف بالطابوق والجص وحديد الشيلمان (I-Beam) وتستعمل هذه الطريقة في عقادة السلالم ايضاً.

12–2/1 المواد المستعملة (Materials)

12–2/1/1 يجب أن تكون مقاطع الحديد (I-Beam) المستعملة من النوع القياسي وبحسب ما تحدده المخططات، ويجب أن يحقق متطلبات المواصفات المحددة من قبل الجهة المصممة. ويمكن إستعمال أي نوع آخر من مقاطع الحديد يفي بالمتطلبات التصميمية.

12–2/1/2 يجب أن يحقق الطابوق المستعمل في البناء متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (25 لسنة 1984)[9].

12–2/1/3 يجب أن تحقق مونة الجص متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (28 لسنة 1989)[10].

12–2/1/4 يجب طلاء مقاطع الحديد (I-Beam) بطلاء أساس من أوكسيد الحديد الأحمر الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (871 لسنة 1990)[11] وبثلاث طبقات قبل التركيب.

12–2/2 طريقة التثبيت (Installation)

12–2/2/1 تثبت مقاطع الحديد (I-Beam) في المكان المطلوب بواسطة الطابوق على وفق الأبعاد المذكورة في المخططات التصميمية.

12–2/2/2 يجب صب وسادة خرسانية بسمك (10–15 سم) فوق الجدران وتسلح بكمية حديد التسليح الدنيا قبل وضع مقاطع الحديد على الجدران لضمان إنتقال الأثقال إلى الجدران بشكل منتظم.

12–2/2/3 تستند مقاطع الحديد (I-Beam) إلى نهايتي الجدارين المتقابلين حتى تصل كل نهاية إلى ثلثي سمك الجدار، ثم تغطى هذه النهايات بصف من الطابوق أو الخرسانة من الجهة الخارجية.

12–2/2/4 تمتد مقاطع الحديد المتجاورة (I-Beam) على مسافات متوازية وبحسب ما مذكور في المخططات، على أن لا تزيد المسافة بين كل مقطعين متجاورين على ثلاثة أمثال طول الطابوقة مضافاً إلى ذلك عرض المفصل.

12–2/3 تنفيذ الأعمال (Constructions)

12–2/3/1 توضع مقاطع حديد (I-Beam) بحسب ما مذكور في البند (12–2/2)، ثم يوضع الطابوق رأساً على جهته الجانبية على أن يكون مفصل كل صف من الطابوق واقعاً في منتصف الطابوقة السابقة من الصف الذي يليه. وتستعمل المطرقة عند الحاجة لكسر نصف طابوقة أو لتهذيب نهايات الطابوق للحصول على ربط جيد بين الطابوق وحديد الشيلمان.

12–2/3/2 تفرش طبقة من مونة الجص بعد وضع كل صف من الطابوق، وعند وضع الطابوقة يجب أن توضع بدقة فوق الجص وتمسك بواسطة المطرقة حتى يكتمل وضع الطابوقة التي تليها وينجز التشميع.

12-2/3/3 يكون ارتفاع تقوس طابوق البناء بين (10-25 مم).

12-2/3/4 بعد الانتهاء من إنشاء السقف توضع طبقة التغليف (التشميع) المتكونة من الجص الممزوج مع أجزاء الطابوق الناعمة فوق ظهر العقادة وملء الفراغات الحاصلة بسبب تفاوت إرتفاع حديد الشيلمان وسمك العقادة بحيث يصبح سطح التغليف أفقياً ومستوياً[12].

12-3 ألواح الفولاذ المغلون المستعمل في تغليف السقوف الهيكلية

(Galvanized Steel Sheets for Structural Roof Cladding)

12-3/1 المواد المستعملة (Materials)

12-3/1/1 يجب أن تطلى ألواح الفولاذ المغلون بالخارصين بطريقة التحليل الكهربائي (الغلونة الكهربائية) أو بتغطيسها بالخارصين المصهور (الغلونة الحادة). ويجب أن تغطي طبقة الخارصين السطح بأكمله بأن تكرر العملية باستمرار وبطبقات سميكة بحيث لا تتضرر في أثناء النقل والاستعمال.

12-3/1/2 ينبغي ان تحقق الألواح المستعملة متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية (BS EN 3083:2001)[13] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-3/1/3 يجب ان تحقق ملحقات التثبيت متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 1494/200+A1)[14] وهذه الملحقات تكون إما ثابتة أو غير ثابتة. إن ملحقات التثبيت غير الثابتة هي المسامير الملولبة (البراغي) والصامولات وحلقاتها(washers) وأحياناً تستعمل فقط المسامير الملولبة (البراغي) التي تبرم في الثقوب المسننة بحسب ما هو مبين في المخططات. أما الملحقات الثابتة فهي تشمل البرشام على أن يثبت على المخططات قطر وطول البرشام وشكل الرأس. يقاس القطر عادة عندما يكون البرشام بارداً.

12-3/1/4 يمكن ربط الألواح الفولاذية باستعمال اللحام الكهربائي أو لحام الأوكسجين مع إستعمال القضيب الخاص باللحام. ويجب أن يكون اللحام الكهربائي حاوياً على مواد تساعد على إدامته وتمنع تأكسد المعادن المترسبة.

12-3/1/5 يجب ان تحقق طبقة الخارصين (zinc flashing) المستعملة متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 988-1997)[15] على أن لا يقل سمكها عن (0.8 مم) (14 zinc gauge).

يجب ان تحقق طبقة الرصاص المستعملة متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BSEN12588:1999)[16] على أن لا يقل سمكها عن (1.8 مم).

12-3/2 التصنيف (Classification)

12-3/2/1 تصنف الألواح بحسب وزن الطلاء الخارصيني (zinc coating) الكامل على الوجهين (بالغرام/المتر المربع) وبالشكل التالي: (350)، (450) و (600).

12-2/2/3 أو تصنف الألواح بحسب السمك الكلي للوح (بالمليمتر) وبالشكل التالي: (0.425)، (0.5)، (0.6)، (0.7)، (0.8)، (0.9)، (1)، (1.2)، (1.6) و (2).

12-3/2/3 أو تصنف الألواح بحسب طول الموجة(بالإنج) وعدد التموجات في اللوح الواحد وبالشكل التالي: (3/8)، (3/10)، (3/10.5)، (3/12) و (3/12.5). حيث أن العدد الأول من اليمين يمثل عدد التموجات والعدد الثاني يمثل طول الموجة (بالإنج) ويكون طول وعمق الموجة لجميع الأصناف ثابتا،حيث طول الموجة (76.2 مم) وعمق الموجة (19 مم).

12-3/3 فحوص الطلاء الخارصيني (Zinc Coating Tests)

يجري إختبار وزن الطلاء الخارصيني على العينات لوحدة المساحات بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 3083:2001)[13] أو اية مواصفات عالمية معتمدة. على أن لا يقل وزن الطلاء الكلي على وجهي اللوح عما هو في الجدول (12-1/3) ولا يقل وزن الطلاء في الوجه الواحد عن (40%) من وزن الطلاء الأولي المذكور لفحص البقعة الواحدة. على أن تفحص ثلاث مناطق (بقع) مختارة عشوائياً على كل وجه.

الجدول 12-1/3: وزن الطلاء الخارصيني الكلي على وجهي اللوح[13].

صنف اللوح بحسب وزن الطلاء الخارصيني	وزن الطلاء الخارصيني (غم/م^2)	
	معدل 3 مناطق (بقع)	منطقة (بقعة) واحدة (حد أدنى)
350	350	300
450	450	385
600	600	570

12-4/3 النمذجة (Sampling)

12-1/4/3 ألواح الفولاذ المغلون: تؤخذ العينات لأغراض الإختبار بمعدل لوح واحد يؤخذ عشوائياً من كل مجموعة (إرسالية) مكونة من (1000) لوح أو أقل.

12-2/4/3 ملحقات التثبيت والطلاء: تكون بحسب التعليمات المعتمدة من قبل الشركة المجهزة.

12-5/3 الخزن (Storage)

يجب خزن الألواح في مكان جاف وخال من الرطوبة ويجب وضعها على سقالات خشبية مرتفعة فوق الأرض لحمايتها من الرطوبة.

12-6/3 التركيب (Installation)

12-1/6/3 تكون الألواح عند التركيب خالية من الإلتواء والإنتفاخ ونظيفة السطوح وخالية من الشحوم والزيوت

والغبار أو أية مواد ملونة أخرى. كما ينبغي ان يكون الطلاء الخارصيني سليماً غير متقشر ويجب أن تكون الألواح متعامدة الحافات ومتوازية الأضلاع والتموجات[12].

12-3/6/2 يجب إنهاء جميع أعمال صبغ (طلاء) المنشأ الذي يراد تغطيته بالألواح قبل مباشرة أعمال تركيبها.

12-3/6/3 تركب الألواح في صفوف أفقية بحيث يبدأ العمل من جهة الصنف (الإفريز) (eaves) وينتهي عند القمة (ridge) أي من المستوي المنخفض إلى المستوي الأعلى وفي إتجاه معاكس للرياح السائدة لمنع دخول مياه الأمطار. ويجب وضع شريط مطاطي مانع لتسرب المياه في مناطق التراكب.

12-3/6/4 يجب ان لا تقل مسافة تراكب الألواح بعضها فوق بعض عن (150 مم) في الإتجاه الطولي للوح على ان لا يقل التراكب عن موجتين في الإتجاه العرضي.

12-3/6/5 تعمل الثقوب عادة باستعمال المثقاب اليدوي عندما لا يزيد قطر الثقب على (11 مم) ولا يزيد سمك الأجزاء المربوطة على (15 مم). وتستعمل آلة التثقيب عندما يكون القطر أو السمك أعلى من ذلك.

12-3/6/6 يجب تثقيب الألواح في أعلى التقوس وبقطر يزيد بمقدار (1 مم) على قطر وسيلة التثبيت ويجب أن تكون الثقوب في مكانها الصحيح وأقرب ما يمكن إلى ظهر المدادات (purlins) على أن لا تقع ضمن حدود (40 مم) من حافة اللوح وأن لا تزيد مسافة التباعد بينها على (400 مم).

12-3/6/7 يجب أن لا تزيد المسافة بين الطراحيات (purlins) على فضاء التحميل الأقصى للألواح. ويعرف فضاء التحميل الأقصى بأنه المسافة التي لا يزيد فيها مقدار هطول (deflection) اللوح على (1%) من المسافة بين المدادات عند تحميل اللوح بالأحمال المسلطة وبمعامل أمان يساوي (2).

12-3/6/8 تكون مقاومة الألواح للأحمال المركزة التي لا يقل مقدارها عن (900) نيوتن موزعة على مساحة مقدارها (300x300 مم) بدون إلحاق أي ضرر باللوح أو إحداث هطول يزيد على (1%) من المسافة بين مراكز المدادات وبمعامل أمان للأحمال يساوي (2).

12-3/6/9 يجب إستعمال مشبكين (clips) متوسطين على الأقل لكل لوح بالإضافة إلى المثبتات المستعملة عند مناطق التراكب والأطراف.

12-3/6/10 تكون المسافة بين نقاط مراكز المثبتات عند مناطق التراكب في السقوف التي يزيد ميلها على (15°) بين (400 و 450 مم). كما تتراوح هذه المسافة مابين (300 و 400 مم) للسقوف التي يزيد ميلها على (15°).

12-3/6/11 عند استعمال طبقة مانعة للرطوبة في السقوف تحت ألواح الفولاذ المغلون مباشرة، عندئذ يجب وضع طبقة عازلة بينهما على أن تكون الطبقة العازلة أما من مادة الورق المطلي بالقير أو من اللباد.

12-3/6/12 يمنع السير على الألواح ويجب عمل ممرات خاصة آمنة للعاملين عليها.

12-3/6/13 يجهز كل مثبت من نوع مسمار ملولب (برغي) بحلقة معدنية (washer) من الألمنيوم تتناسب مع مقاسه على أن توضع حلقة إضافية مصنوعة من اللباد القيري أو المطاط بين حلقة الألمنيوم واللوح وذلك لمنع

تسرب المياه من خلال الثقوب.

12-3/7 الصبغ (Oiling)

12-3/7/1 يجب تنظيف الألواح جيداً بحيث تزال الأوساخ والشحوم والزيوت والمواد الشائبة وما شابهها بإستعمال المذيبات العضوية كالأسيتون والكحول والتربنتين وغيرها.

12-3/7/2 تصبغ الألواح بطبقة أولى من الصبغ (طبقة أساس) باستعمال إحدى المواد التالية: رصاص الكالسيوم، الرصاص الأحمر، كرومات الخارصين، خليط من كرومات الخارصين والأوكسيد الأحمر، خليط من الرصاص الأحمر وأبيض الرصاص مع مراعاة أن لا يحتوي صبغ الأساس على مواد كاوية.

12-3/7/3 يجب ان لا يقل عدد طبقات الصبغ بعد طبقة الأساس عن اثنتين ويكون الصبغ مصنعاً من زيوت التجفيف أو الزيوت الراتنجية أو المواد الصناعية أو المواد القيرية على أن يكون الخضاب المستعمل في ذلك الصبغ إما من الألمنيوم أو الأوكسيد الأحمر أو أبيض الرصاص أو أوكسيد الخارصين.

12-3/7/4 يجب عدم استعمال الصبغ الذي يحتوي مركبات الرصاص عندما يطلب تجميع مياه الأمطار لأغراض الشرب من سطح السقوف.

12-4 ألواح الألمنيوم المضلعة (المموجة) المستعملة في تغليف السقوف الهيكلية
(Corrugated Aluminum Sheets for Structural Roof Cladding)

12-4/1 المواد (Materials)

12-4/1/1 ينبغي ان تحقق الألواح المستعملة متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 4868/1972)[17] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-4/1/2 تكون الألواح مصنوعة من سبائك الألمنيوم من النوع (NS3-H8) المطابقة للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 485-2:1995)[18] وكذلك الالواح المصنوعة من سبائك الألمنيوم من النوع (NS31-H6).

12-4/1/3 تكون ملحقات التثبيت المستعملة مطابقة للمواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1494/200+A1)[14] ومصنوعة من المواد التالية:

12-4/1/3/1 تكون المسامير الملولبة (البراغي) مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HG20-WDP) أو النوع (NG6-1/2H) بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1301-1997)[19].

12-4/1/3/2 تكون الصامولات مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HG9-WD) بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1301-1997)[19] أو سبيكة الألمنيوم من النوع (HE30-WP) وبحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1301-1997)[19] أو سبيكة الألمنيوم من النوع (NS6-1/4H) بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة

البريطانية المرقمة (BS EN 485-2:1995)[18].

12-4/1/3/3 تكون الحلقات (washers) مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HG9-WD) بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1301-1997)[19] أو تكون مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HE30-WP) بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 485-2:1995)[18] أو تكون من اللباد القيري الذي يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 747)[20].

12-4/1/3/4 تكون المشابك (clips) مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HS30-WP) وبحسب المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 485-2:1995)[18] أو تكون مصنوعة من سبيكة الألمنيوم من النوع (HE20-WP) أو النوع (HE30-WP) وبحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 12020-2:2001)[21] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-4/1/4 تكون الوسائد (flashings) مصنوعة من سبائك الألمنيوم (NS3) أو (NS4) أو (SIC) أو (SIB) أو (SIA) أو (SI) والتي تحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 485-2:1995)[18] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-4/2 التصنيف والأبعاد والتفاوت (Classification, Dimensions and Tolerance)

12-4/2/1 التصنيف (Classification)

يمكن تصنف ألواح الألمنيوم المضلعة إلى عدة أصناف بحسب الشكل وكما يلي:

12-4/2/1/1 ألواح من النوع (S) (Type S-Sinusoidal).

12-4/2/1/2 ألواح من النوع (A) (Type A-Asymmetrical Trapezoidal).

12-4/2/1/3 ألواح من النوع (B) (Type B-Symmetrical Trapezoidal).

12-4/2/2 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

12-4/2/2/1 تفاوت السمك (Thickness Tolerance)

يجب أن يكون سمك ألواح الألمنيوم المضلعة ومقدار التفاوت في السمك بحسب ما مبين في الجدول (12-4/1).

12-4/2/2/2 تفاوت الأبعاد الأخرى (Dimensions Tolerance)

يجب أن يكون التفاوت في أبعاد اللوح من حيث عمق الموجة وطولها وعرضها والتربيع كما مبين:

(أ) التفاوت في العرض: (6 مم).

(ب) التفاوت في الطول: (7 مم).

(ت) التفاوت في عمق الموجة: (1.6 مم).

(ث) التفاوت في التربيع: يجب أن لا يزيد الفرق بين قطري اللوح على (20 مم).

الجدول 12-1/4: السمك والتفاوت في السمك لألواح الألمنيوم المموجة[18].

السمك (مم)	التفاوت (مم)
0.5	0.07
0.6	0.07
0.7	0.08
0.8	0.09
0.9	0.09
1.0	0.09
1.2	0.09

12-3/4 الخصائص (Properties)

12-1/3/4 مقاومة الشد للألواح (Tensile Strength)

يجب أن لا تقل مقاومة الشد لألواح الألمنيوم المستعملة في السقوف عن (175 نيوتن/مم^2) عند إجراء إختبار تحمل الشد للألواح بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 18/1987)[22] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-2/3/4 المكونات الكيميائية للألواح (Chemical Composition)

يجب أن يحقق المكون الكيميائي للألواح المضلعة متطلبات المواصفات القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 4868/1972)[17] عند فحص العينات باختبار التحليل الكيميائي للألمنيوم وسبائكه بحسب المواصفة القياسية العراقية إن وجدت أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 1728/1968)[23] أو اية مواصفات عالمية معتمدة.

12-4/4 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج لأغراض الإختبارات عشوائياً بمعدل لوح واحد من كل مجموعة (إرسالية) مكونة من (1000) لوح أو أقل.

12-5/4 الخزن (Storage)

يجب خزن الألواح المضلعة في الموقع على سقالات خشبية بحيث يمتنع تجمع الرطوبة بينها. كما تخزن المواد الأخرى كملحقات التثبيت في صناديق خاصة بحيث يصنف كل نوع على حدة، على أن يكون الخزن بعيداً عن التلوث بالسمنت أو الجير أو الأتربة أو غيرها.

12-6/4 التركيب (Installation)

12-1/6/4 يجب توحيد الألواح المستعملة بحسب المنشأ الواردة منه وبحسب الأبعاد والمقاسات والنوع ومادة السبيكة.

12-4/6/2 يجب عدم استعمال الالواح الملتوية أو المنتفخة وإستبعادها، ويجب ان تكون السطوح نظيفة وخالية من الشحوم والزيوت والغبار أو أية مواد ملوثة أخرى.

12-4/6/3 يجب إنهاء جميع أعمال صبغ المنشأ الذي سيغطى بالألواح قبل مباشرة أعمال التركيب بحيث تطلى الأجزاء المصنوعة من الفولاذ والتي لها تماس مباشر مع ألواح الألمنيوم باستعمال طلاء تأسيس من كرومات الخارصين (الزنك) وطبقة من طلاء الألمنيوم أو باستعمال طبقة كثيفة من الطلاء القيري المقاوم للقلويات أو طلائها بطبقتين من صبغ كرومات الباريوم أو دهان غني بالخارصين (الزنك).

12-4/6/4 يجب معالجة سطوح ألواح الألمنيوم ذات التماس المباشر مع السطوح الخرسانية أو المونة أو الحجر أو الطابوق باكساء تلك السطوح بطلاء قيري كثيف مقاوم للقلويات أو بصبغ ميتاكريلي.

12-4/6/5 تنصب الألواح في صفوف أفقية بحيث يبدأ العمل من جهة الأفريز (eaves) وينتهي عند القمة (ridge) أي من اقل منسوب إلى اعلى منسوب.

12-4/6/6 تثقب الألواح المضلعة في أعلى التقوس وبقطر يزيد بمقدار (1 مم) على قطر اداة التثبيت المستعملة على أن لا يلحق التثقيب أي تلف أو اعوجاج في الألواح. ويجب أن تكون الثقوب في مكانها الصحيح وعلى بعد لا يقل عن (40 مم) من حافة اللوح وأن لا تزيد المسافة بين كل ثقبين متعاقبين على (400 مم).

12-4/6/7 يجب ان لا تقل مسافة التراكب للألواح المضلعة فوق بعضها البعض بالإتجاه الطولي عن (150 مم) ولا تزيد على (250 مم) ولا يقل التراكب الجانبي عن طول تموج ونصف.

12-4/6/8 تركب الطراحيات (purlins) بمسافة لا تزيد على فضاء التحميل الأقصى للألواح. حيث يعرف فضاء التحميل الأقصى بأنه المسافة التي لا يزيد مقدار الهطول (deflection) فيها على (1%) من المسافة بين المدادات وذلك عند تحميل تلك الألواح بالأحمال المقررة بمعامل أمان لا يقل عن (2).

12-5 تغليف الجدران باستعمال ألواح الألمنيوم (الكوبوند) (Cladding Utilizing Alucobond Panels)

12-5/1 المواد (Materials)

يتكون تغليف الجدران من مواد مركبة هي:

12-5/1/1 ألواح الألمنيوم المركبة (Composed Aluminum Sheets)

تصنع الألواح بطبقتين على شكل (Sandwich) بينهما مادة بلاستك حراري (Thermoplastic) ويتم تشكيل اللوح بعملية مستمرة وبدون استعمال أي مواد لاصقة. يجب أن تلبي الألواح متطلبات المواصفة الأمريكية (2013 – ASTM B 209)[24]. ولا يقل سمك الألواح عن 4 مم ويشترط أن تكون مادة اللب (Core) خالية من الفجوات أو الفقاعات الهوائية ولا تحتوي على أي مواد رغوية.

12-5/1/2 المثبتات (Fasteners)

يجب أن تكون مصنوعة من الحديد المعالج وغير قابل للصدأ ومطابقة لمدونة الانشاءات الفولاذية المرقمة

(م.ب.ع. 305[25].

12-5/1/3 الهيكل الحديدي (Steel Frame)

تتكون مواد الهيكل الحديدي من مقاطع مستطيلة ويجب أن تلبي المتطلبات التصميمية لتحمل الأحمال المذكورة في فقرة متطلبات التصميم تحقق المواد متطلبات المواصفة الأوربية المرقمة (ENV 1993-1-1)[26].

12-5/2 السماحات (Tolerances)

12-5/2/1 لا يزيد تقوس اللوح (Panel bow) على 175/1 من طول أو عرض اللوح أيهما أقل.

12-5/2/2 يجب أن تكون حافات الألواح مستقيمة وناعمة وخالية من أي إلتواء أو عيوب مصنعية.

12-5/2/3 يجب أن تسمح أبعاد الألواح بالتمدد الحراري والتثبيت الموقعي.

12-5/2/4 يشترط أن تكون سطوح الألواح خالية من أي خدوش أو عيوب مصنعية.

12-5/2/5 يجب أن تكون جميع الألواح متجانسة اللون.

12-5/3 متطلبات التصميم (Design requirements)

يجب أن تصنع وتصمم جميع مكونات التغليف بألواح الألمنيوم بحيث تستطيع تحمل الأثقال الميتة والأثقال الحية الناتجة من الضغط الموجب أو السالب للرياح والتي تؤثر بصورة عمودية على الجدار المغلف بالمادة المركبة وطبقا للمدونة الأمريكية (ACI 318-11)[27].

12-5/3/1 الإنحراف: يجب أن لا يزيد الانحراف المسموح به للجدار (wall panel deflection) على 180/1 من طول أو عرض اللوح أيهما أقل ويكون إنحراف محيط الهيكل (Perimeter framing deflection) لا يزيد على 180/1 من طول أو عرض اللوح أيهما أقل.

12-5/3/2 التمدد الحراري: يجب أن يكون التصميم ذا قابلية على تحمل التمدد الشاقولي والأفقي لجميع المكونات (Components) بدون أن يتسبب بتمزق المنشآت (Distortion) أو تولد إجهاد فائض (Excessive stress) على المثبتات (Fasteners).

12-5/3/3 تصريف المياه: يصمم التغليف بالألواح بحيث يتحمل تجمعاً للمياه يصل عمقه حتى 6.5 مم لمسافة 3 م خارج المستوى لكي يسمح بتصريف مياه الأمطار.

12-5/3/4 التصميم لمقاومة الزلزال: يجب أن يحقق التصميم متطلبات المدونة العراقية لمقاومة الزلازل المرقمة (م.ب.ع. 303)[28].

12-5/4 متطلبات الأداء (Performance Requirements)

12-5/4/1 يجب أن لا تسمح الالواح باختراق الرياح لها وتحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM 283-11)[29].

12-5/4/2 يجب أن لا تسمح الالواح بنفاذ المياه (الامطار أو غيرها) بحسب متطلبات المواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM 331-12)[30].

12-5/5 تحقيق متطلبات الجودة (Quality Assurance)

12-5/5/1 جودة الصنع (Manufacture Qualification)

يشترط أن يكون المصنع للألواح ذا خبرة كافية لإنتاج مثل هذا النوع من الألواح ولديه شهادة جودة موثقة من قبل الجهات المختصة.

12-5/6 التركيب (Installation)

يشترط أن يكون القائم بالتركيب ذا خبرة كافية في مثل هذا النوع من الاعمال وله شهادة خبرة موثقة من الجهات المختصة.

12-5/7 التسلم والخزن والمناولة

12-5/7/1 يجب تجهيز جميع المكونات (الالواح، المثبتات، المقاطع الفولاذية) وبقية الملحقات بدون أية أضرار.

12-5/7/2 يجب أن تغلف الواح الألمنيوم بشكل جيد للحفاظ عليها من أي ضرر خلال الخزن والتنصيب.

12-5/7/3 تحفظ الألواح بصورة شاقولية في أثناء الخزن وتغطى بغطاء مانع للرطوبة.

12-5/7/4 يجب عدم ضغط ألواح الألمنيوم بتماس مباشر مع معادن أخرى.

12-5/7/5 يجب أن لا تزيد درجة حرارة الخزن على 50 درجة سيليزية.

12-6 القوالب المعدنية (Metal Framework)

12-6/1 المواد (Materials)

تصنع القوالب المعدنية من معادن وسبائك عديدة أهمها الفولاذ والألمنيوم أو بتراكيب مكونة من هذين المعدنين تمتاز بمتانتها واقتصاديتها لأنها قابلة للاستعمال مرات كثيرة.

12-6/2 القوالب الفولاذية (Steel Framework)

12-6/2/1 الأبعاد والقياسات (Dimensions and Measurements)

تصنع القوالب الفولاذية بأنواع ومقاسات عديدة منها نوع خاص للاستعمال الاعتيادي في المنشآت الخفيفة وتكون بقطع ذات أطوال (100، 125، 200، 250 و 300 سم) وعرض يتراوح بين (10 إلى 50 سم) وبسمك (5 سم) لجميع المقاسات. ويتراوح وزن أصغر قطعة إلى أكبر قطعة من (4 إلى 40 كغم). أما النوع الآخر فهو للاستعمال الثقيل في المنشآت الخاصة وتكون القطع عادة بأطوال (100 و200 و 300 سم) وعرض (10 – 40 سم) ويتراوح وزن أصغر قطعة إلى أكبرها من (5 – 36 كغم) وسمك جميع المقاسات (6 سم).

هنالك أجزاء مكملة للنوعين المذكورين آنفاً تستعمل مع القوالب في الزوايا والتقاطعات وكذلك توجد وحدات لحصر القالب وربط الأجزاء مع بعضها بصورة محكمة.

12-6/3 قوالب الألمنيوم (Aluminum Framework)

تستعمل كألواح مضلعة أو ألواح خلوية لصب الأرضيات والسقوف وهي مفضلة لخفة وزنها وسهولة العمل

بها. وعادة تترك هذه الألواح كجزء مكمل للأرضية وبهذا تكون ظاهرة بدون إنهاء ويتطلب ذلك توزيع القوالب توزيعاً منتظماً لتظهر بخطوط وإتجاهات منتظمة.

12-4/6 الاستعمالات (Applications)

يجب مراعاة النقاط الآتية عند استعمال القوالب المعدنية:

12-1/4/6 ينبغي تزييت القوالب المعدنية قبل عملية صب الخرسانة لتسهيل فكها بعد تصلب الخرسانة.

12-2/4/6 ينبغي تنظيف القوالب المعدنية بعد الفك وخزنها بترتيب معين لتكون جاهزة للإستعمال ثانية. ويفضل استعمال آلات تولد اهتزازا بتردد معين لإزالة بقايا الخرسانة الملتصقة على القالب المعدني حيث أن التنظيف بهذه الآلات يكون سريعاً واقتصادياً وأكثر فاعلية من الطرائق اليدوية.

12-7 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1999/2091، " *قضبان (أسياخ) الفولاذ الكاربوني لتسليح الخرسانة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1999.

[2] ASTM, A615/A615M-14, *"Standard Specification for Deformed and Plain Billets for Concrete Reinforcement*", ASTM, USA, 2014.

[3] BS 369, *"Specification for Covered Carbon and Carbon Manganese Steel Electrodes for Manual Metal-Are Welding*", UK, 1986.

[4] ASTM, A497/A497M-07, "*Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement Deformed for Concrete*", ASTM, USA, 2007.

[5] ASTM, A884/A884M-12, "*Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire Reinforcement"*, ASTM, USA, 2012.

[6] ASTM, A6/A6M-05, *"Structural Steel Specification*", ASTM, USA, 2005.

[7] ASTM, A370-05, "*Structural Specification for Steel Sections"* , ASTM, USA, 2005.

[8] فضيل، مدحت، *"التخمين والمواصفات"*، جامعة بغداد، جمهورية العراق، 1974.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/25، " *الطابوق المصنوع من الطين"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/28، " *الجص للأغراض البنائية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/871، *"أساس أوكسيد الحديد الأحمر"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[12] *"الكود الأردني لمواد البناء واستعمالاتها في صناعة البناء"*، المجلد 11 لسنة 1988.

[13] BS EN 3083, *"Specification for Hot-Dip Zinc Coated Corrugated Steel Sheets for General Purpose"*, UK, 2001.

[14] BS 1494, "*Specification for Fixing Accessories for Building Purposes*", UK, 1964.

[15] BS EN 988, *"Specification for Zinc Alloy Sheet and Strip for Buildings"*, UK, 1997.

[16] BS EN 12588, *"Specification for Profiled Aluminum Sheet for Building Purposes*", UK, 1999.
[17] BS 4868, "*Specification for Profiled Aluminum Sheet for Building*s", UK, 1972.
[18] BS EN 485-2, "*Specification for Wrought Aluminum and Aluminum Alloys for General Engineering Purposes, Plate, Sheet and Strip*", UK, 1995.
[19] BS EN 1301-1, "*Specification for Wrought Aluminum and aluminum Alloys for General Purposes, Wire*", UK, 1997.
[20] BS 747, *"Specification for Roofing Felts"*, UK, 1994.
[21] BS EN 12020-2, "*Specification for Wrought Aluminum and Aluminum Alloys for General Engineering Purposes, Bars, Extruded Round Tubes and Sections*", UK, 2001.
[22] BS 18, "*Methods for Tensile Testing of Metal Steel (General)*", UK, 1987.
[23] BS 1728, *"Methods for Analysis of Aluminum and Aluminum Alloys"*, UK, 1968.
[24] ASTM, 209-96, *"Standard Specification for Aluminum and Aluminum – Alloy Sheet and Plate*", ASTM, USA, 1996.
[25] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 305، "*مدونة الانشاءات الفولاذية*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديالت العامة, جمهورية العراق, 2015.
[26] ENV, 1993-1-1 Euro Code 3, "*Design of Steel Structures –Part 1-1, General Roles and Roles for Buildings"*, 1993.
[27] ACI, 318 – 11, *"Building Code Requirements for Structural Concrete*", USA, 2011.
[28] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 303، "*مدونة الزلازل*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة, جمهورية العراق, تحت الإصدار حالياً.
[29] ASTM, 283 – 11, "*Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows Curtain Walls and Door under Specified Pressure Difference Across the Specimen*", ASTM, USA, 2011.
[30] ASTM, 331 – 12, *"Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows Skylights, Door and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference*", ASTM, USA, 2012.

الباب 13

البلاط الخزفي (السيراميكي) (Ceramic Tiles)

13-1 البلاط الخزفي (السيراميكي) (Ceramic Tiles)

البلاط الخزفي (السيراميكي) هو مادة ناتجة من معالجة الأطيان والسليكا والفلسبار ومواد خام معدنية أخرى ومواد ملونة، بعد تشكيلها، بالحرارة. يصنع السيراميك بطرائق مختلفة منها الضغط أو البثق (Extruding) أو طرائق صناعية أخرى.

يجفف البلاط الخزفي (السيراميكي) أولياً للحصول على المقاومة الخضراء (المقاومة قبل الحرق) (Green Strength)، بعدها ينقل إلى أفران ذات درجات حرارة عالية تصل إلى (1200 °س)، حيث يحصل التلبيد والتزجيج للسيراميك. وقد يكون السيراميك مزججاً أو غير مزجج، ويمتاز بكونه ذا مقاومة عالية للرطوبة وبعض المواد الكيميائية.

13-1/1 المواصفات

يشترط أن تحقق أنواع البلاط الخزفي (السيراميكي) متطلبات المواصفة القياسية العراقية المؤشرة إزاء كل نوع وكما مبين في الجدول (13-1/1).

الجدول 13-1/1: أنواع البلاط الخزفي (السيراميكي) المستعمل في الأرضيات والجدران.

ت	نوع البلاط	المواصفة
1	البلاط الخزفي (السيراميكي) المزجج للجدران الداخلية.	م.ق.ع. 1988/1392[1]
2	البلاط الخزفي (السيراميكي) غير المزجج المقاوم للحوامض.	م.ق.ع. 1627 /1991[2]
3	البلاط الخزفي (السيراميكي) المستعمل للأرضيات والجدران: أ- متطلبات بلاط البثق ذي القابلية لامتصاص الماء ص ≤ 3% (المجموعة (أ)). ب- متطلبات بلاط البثق ذي القابلية لامتصاص الماء 3% < ص ≤ 6% المجموعة أ (2-1). ت- متطلبات بلاط البثق ذي القابلية لامتصاص الماء6% < ص ≤ 10% المجموعة أ (2-2). ث- البلاط الخزفي المستعمل للأرضيات والجدران. متطلبات بلاط البثق ذي القابلية لامتصاص الماء 6% < ص ≤ 10% المجموعة أ (3).	م.ق.ع. 1992/1/1704[3] م.ق.ع. 1992/2/1704[4] م.ق.ع. 1992/3/1704[5] م.ق.ع. 1998/4/1704[6]

تتمة الجدول 13-1/1.

ت	نوع البلاط	المواصفة
4	أ- البلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات والجدران . متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي النسبة الواطئة لامتصاص الماء ص ≤ 3% المجموعة ب أ.	م.ق.ع. 1998/5/1704[7]
	ب- البلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات والجدران . متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي النسبة الواطئة لامتصاص الماء 3% < ص ≤ 6% المجموعة ب (2-1).	م.ق.ع. 1998/6/1704[8]
	ت- البلاط الخزفي (السيراميكي) المستعمل للأرضيات والجدران. متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي النسبة الواطئة لامتصاص الماء 6% < ص ≤ 10% المجموعة ب(2-2).	م.ق.ع. 1998/7/1704[9]
	ث- البلاط الخزفي (السيراميكي) المستعمل للأرضيات والجدران. متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي نسبة امتصاص للماء ص > 10% المجموعة ب 3.	م.ق.ع.1998/8/1704[10]

*ص: نسبة الإمتصاص الكلية للسيراميك.

13-2/1 المظهر العام (General Appearance)

يفحص السيراميك بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1392 لسنة 1988)[11]. ويكون الفحص بالعين المجردة ومن مسافة متر واحد وتحت إنارة (300) لوكس مسلطة على وجه البلاطة وكما مبين في الجدول (13-2/1).

الجدول 13-2/1: متطلبات المظهر العام للبلاطات السيراميكية[1].

العيوب	المتطلبات
كسر في حافة البلاطة.	كسر واحد على أن لا يتجاوز عمقه 1 مم وطوله 15 مم.
كسر في زاوية البلاطة.	كسر في زاوية واحدة للبلاطة بعمق لا يزيد على 2 مم.
تشقق حافات البلاطة.	شق واحد بطول لايزيد على 1 مم.
شقوق على وجه البلاطة.	لا يسمح بها.
بقع، نقط، خدوش وثقوب صغيرة.	لا تتميز بوضوح.
مناطق غير مزججة على وجه البلاطة.	يسمح بوجود منطقة واحدة غير مزججة بعمق لا يزيد على 2 مم على حافة البلاطة وبمساحة لا تزيد عن 25 مم^2 ولا يسمح بوجودها على سطح البلاطة.

13-3/1 البلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات والجدران (Ceramic Tiles for Floors and Walls)

(أ) النمذجة: يشترط أخذ 3 بلاطات من كل وجبة متكونة من (500) بلاطة أو أقل. في حالة زيادة الوجبة على (500) بلاطة تقسم الوجبة إلى مجموعات كل منها تحتوي على (500) بلاطة ويعد الجزء المتبقي من التقسيم مجموعة لغرض أخذ النماذج. كما يجب أخذ النماذج من كل مجموعة وبطريقة عشوائية.

(ب) الفحص: يجب أن تحقق نتائج الفحوص المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1704)[4-6] بأجزائها الثاني والثالث والرابع.

13-4/1 البلاط الخزفي (السيراميكي) المزجج للجدران (Glazed Ceramic Tiles for Walls)

(أ) النمذجة: يجب أخذ النماذج بصورة عشوائية ولا يقل النموذج الواحد عن (35) بلاطة، وتؤخذ (5) بلاطات (كحد أدنى) لكل الأنواع المختلفة (اللون، المقاس، الصنف) لكل (100 م^2) من الإرسالية. في حالة كون الإرسالية تقل عن (100 م^2) فيكون عدد العينات (35) بلاطة أيضاً.

(ب) الفحص: يجب أن تحقق نتائج الفحوص المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1392 لسنة 1988)[11].

13-5/1 التغليف بالبلاط الخزفي (السيراميكي) للجدران (Finishing by Ceramic Tiles for Walls)

يشترط في أعمال التغليف بالبلاط الخزفي (السيراميكي) أن تكون بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[12].

13-6/1 الإكساء بالبلاط الخزفي (السيراميكي) للأرضيات (Finishing by Ceramic Tiles for Floors)

يشترط في أعمال الإكساء بالبلاط الخزفي (السيراميكي) أن تكون بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[12].

13-2 البلاط (الكاشي) الكربلائي (القاشاني) (Karbala Tiles)

13-2/1 المواد (Materials)

يعد البلاط (الكاشي) الكربلائي أحد أنواع الطابوق الطيني الذي يكون فيه وجه واحد أو أكثر مطليا بمادة تزجيج تعطي مظهراً صقيلاً وملوناً. ينتج هذا البلاط (الكاشي) على مرحلتين:

13-2/1/1 المرحلة الأولى (First Stage)

تنفذ بفخر البلاط (الكاشي) بالأشكال المطلوبة ثم تبريده.

13-2/1/2 المرحلة الثانية (Second Stage)

يطلى وجه واحد من البلاط (الكاشي) أو أكثر بمواد التزجيج الخاصة ثم يدخل إلى الفرن مرة ثانية حيث تجرى عملية التزجيج.

ينتج البلاط (الكاشي) الكربلائي بألوان متعددة أشهرها الأزرق والأخضر وما بينهما بمختلف الدرجات كما يمكن إنتاجه بألوان أخرى.

13-2/2 المقاسات (Dimensions)

يشترط أن يحقق البلاط (الكاشي) الكربلائي متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989)[13] وتكون المقاسات كما يلي:

13-1/2/2 لا يزيد التفاوت في طول البلاط (الكاشي) المستعمل أو عرضه على (±1.5%) بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989)[13] (بلاط الآجر).

13-2/2/2 لا يزيد التفاوت في استواء السطح على (2 مم) بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989)[13] (بلاط الآجر).

13-3/2/2 تكون حافات البلاط (الكاشي) الكربلائي المربع والمستطيل متوازية ومتعامدة بعضها على بعض ضمن التفاوت المذكور في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989)[13] (بلاط الآجر).

13-3/2 الخصائص (Characteristics)

تكون الخصائص الفيزيائية للبلاط (الكاشي) الكربلائي كما هو مثبت في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989)[13] (بلاط الآجر).

13-4/2 التثبيت (Fixing)

13-1/4/2 التثبيت باستعمال مونة السمنت والرمل (Fixing using Cement Mortar)

يشترط في أعمال التثبيت أن تكون بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية المرقمة (م.ب.ع. 300)[12].

13-2/4/2 التثبيت باستعمال مونة الجبس (Fixing using Gypsum Mortar)

13-1/2/4/2 تعمل مونة التثبيت من الجبس والماء وبحسبما يناسب العمل. يراعى أن يكون الجبس المستعمل مطابقاً لما ذكر في الباب الثالث من هذا الدليل.

13-2/2/4/2 تخلط مونة الجبس يدويا باستعمال أوعية نظيفة وذلك برش الجبس بشكل منتظم بكمية محددة من الماء ولحين الحصول على خليط متجانس من مونة الجبس ذي قوام مناسب لتثبيت البلاط (الكاشي) الكربلائي.

13-3/2/4/2 يحظر إضافة المزيد من الماء إلى مونة الجبس بعد الانتهاء من تحضيرها وكذلك يحظر استعمال مونة الجبس التي مضى على تحضيرها مدة تزيد على (15) دقيقة.

13-4/2/4/2 يراعى عند استعمال المضافات لأغراض تحسين قابلية التشغيل أو زيادة زمن التصلب أن لا يكون لتلك المضافات أي تأثير سلبي على قدرة التصاق المونة أو خاصية الانكماش بالجفاف أو التمدد بالحرارة.

13-5/2/4/2 يجب أن يكون البلاط (الكاشي) الكربلائي جافا تماما قبل تركيبه.

13-6/2/4/2 تنظف السطوح جيدا بشكل يضمن عدم وجود أي مواد تمنع التصاق مونة الجبس عليها.

13-7/2/4/2 تعمل صفوف البلاط (الكاشي) الكربلائي على شكل أشرطة شاقولية وأفقية باستعمال الخيط والشاقول والميزان بحيث تكون الصفوف شاقولية عند بداية الجدار وعند نهايته وعلى مسافات لا تزيد على (2 م)، أما الصفوف الأفقية فتكون واحدة عند أسفل الجدار.

13–2/4/2/8 يثبت البلاط (الكاشي) الكربلائي بوضع كمية من مونة الجبس على كامل مساحة الجهة الخلفية من الكاشية بسمك منتظم يزيد مرة ونصف على سمك طبقة التثبيت المطلوبة، ثم تكبس البلاطة (الكاشية) في مكانها الصحيح مع الطرق الخفيف بحيث تغطي مونة الجبس المساحة الواقعة خلف الكاشية بصورة كاملة. ويجب أن لا يقل سمك مونة الجبس خلف الكاشية عن (20 مم) ولا يزيد بأي حال من الأحوال على (30مم).

13–3 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1392، *"البلاط السيراميكي المزجج للجدران والأرضيات"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1991/1627، *"البلاط الخزفي غير المزجج المقاوم للأحماض"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1991.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات بلاط البثق ذي قابلية امتصاص للماء ص ≤ 3% المجموعة (أ)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/2/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات بلاط البثق ذي قابلية امتصاص للماء3% < ص ≤ 6% المجموعة (أ) (2–1)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/3/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات بلاط البثق ذي قابلية امتصاص للماء 6% < ص ≤ 10% المجموعة (أ) (2–2)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/4/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات بلاط البثق ذي قابلية امتصاص للماء ص > 10% المجموعة (أ) (3)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/5/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي نسبة امتصاص واطئة للماء ص ≤ 3% المجموعة (ب) (1)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[8] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/6/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي نسبة امتصاص واطئة للماء 3% < ص ≤ 6% المجموعة (ب) (2–1)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[9] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/7/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران – متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي نسبة امتصاص واطئة للماء 6% < ص ≤ 10% المجموعة (ب)*

(2-2)"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1998/8/1704، *"البلاط الخزفي المستخدم للأرضيات والجدران- متطلبات البلاط المصنع بطريقة الكبس ذي امتصاص للماء ص > 10% المجموعة (ب) (3)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1998.

[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1392، *"البلاط السيراميكي المزجج للجدران الداخلية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[12] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، *"المواصفات الفنية للأعمال المدنية"*، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/2942، " *الكاشي الكربلائي*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

الباب 14
الأصباغ (Paints)

14-1 التعريف (Definition)

يعد الصبغ هو المادة التي تستعمل لغرض طلاء السطوح لكي تحافظ عليها وتجعلها سهلة التنظيف وذات منظر جميل وصحي وتساهم في التحكم في امتصاص الضوء وتوزيعه على السقوف والجدران. يتألف الصبغ من مادة تدعى الخُضاب (وهي مادة أو مواد ناعمة ملونة) (pigments) تكون معلقة في سائل ولها الدور الأساس في إعطاء اللون المطلوب ودرجة العتمة المطلوبة (عدم الشفافية) (opacity). أما السائل المعلق فيتكون بصورة رئيسة من:

14-1/1 الرابط (Binder)

وهو العامل الذي له دور في تثبيت الخضاب على السطح المطلي ويعطي اللمعان للسطوح ويجعلها مقاومه للرطوبة.

14-1/2 المخفف (Thinner)

له الدور المهم في تقليل لزوجة الصبغ فيساهم في تغلغل الصبغ داخل مسام السطح ويسرع في تجفيف الصبغ المستعمل.

الخضاب منه طبيعي مثل (أكاسيد الحديد)، والاوكر (ochre) وأوكسيد الحديديك المائي الطبيعي والعنبر، أو يكون كيميائياً فينتج صناعيا مثل الكرومات والأزرق البروسي وأوكسيد الزنك والانيلين. وأما السوائل التي تستعمل كزيوت قابلة للجفاف فهي مثل زيت بذر الكتان وأنواع الورنيش والراتنج (resins) وبعض مشتقات القار والسيليلوز. أما الذي يستعمل كمخفف فهو التربنتين أو الكحول الأبيض.

14-2 أنواع الأصباغ (Types of Paints)

تقسم الأصباغ اعتمادا على تركيبها واستعمالها إلى تسع مجموعات هي[1،ص452]:

14-2/1 الأصباغ الزيتية (Oil Paints)

وهي المسماة الأصباغ الدهنية أيضاً كتسمية محلية، والسائل المعلق فيها هو زيت بذر الكتان أو بعض الزيوت الأخرى، والصبغ المستعمل في طبقة الأساس (prime coat) هو زيت بذر الكتان والرصاص الأبيض وقليل من الرصاص الأحمر مع مادة مضافة باسطة (extender) تمنع الترسيب وتسهل خاصية إنتشار الصبغ. إن المادة الباسطة المفضلة في الاستعمالات الخارجية هي المادة الحاوية على الرصاص وبدون الرصاص للإستعمالات الداخلية. يفضل إستعمال هذه الأصباغ في الاماكن التي تتطلب مقاومة للرطوبة أو لاعتبارات صحية كجدران المستشفيات بسبب سهولة غسلها.إن الصبغ الذي يستعمل في الطبقات التحتانية (under coats) هو زيت بذر الكتان مع الرصاص الأبيض مع زيت (قابل للجفاف) ذي نوعية عالية، أما لطبقة الإنهاء

(finishing coat) فيستعمل الوارنيش الزيتي والخضاب الملون وسائل مخفف قد يحتوي على مادة باسطة. وتعتمد شدة لمعان طبقة الإنهاء على نوع الزيت المستعمل القابل للجفاف. إن تبخر السائل المعلق أو تأكسده هو المسبب لجفاف الأصباغ الدهنية على السطوح .

14-2/2 الأصباغ الاصطناعية (Synthetic Paints)

هذه الأصباغ يكون فيها المركب الكيميائي سائلاً، مثل الراتنج القلوي المعدل بالزيت. وتختلف عن الأصباغ الدهنية بأنها أسرع تماسكا وأسهل انتشارا ولها ديمومة قوية في الأماكن التي يتوقع فيها حدوث تآكل (corrosion). وهي تجف نتيجة تبخر السائل المذيب أو التأكسد أو بسبب التبدلات الكيميائية[1،ص452]. وتتكون هذه الاصباغ من الانواع التالية:

14-2/2/1 طلاء اساس اوكسيد الحديد الاحمر- زيت بذر الكتان

(Red Oxide Linseed Oil Priming Paint)

يشمل طلاء أوكسيد الحديد الأحمر زيت بذر الكتان المستعمل كطلاء أساسي للمعادن الحديدية التي لاتتعرض لظروف جوية قاسية. ويتكون الطلاء من خضاب أوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3) بنسبة لاتقل عن (75%) كحد أدنى مع زيت بذر الكتان ومواد باسطة ومواد مساعدة لمذيبات بنسبة وزنية معينة.

14-2/2/1/1 المتطلبات

يجب أن يحقق هذا الطلاء متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (871 لسنة 1990)[2].

14-2/2/2 طلاء اوكسيد الحديد- أصفر الزنك (Priming Coat Zinc-Yellow Iron Ready Mixed)

يستعمل هذا الطلاء للوقاية من الصدأ ويشمل طلاء أساس أوكسيد الحديد أصفر الزنك الذي يكون بحسب الصنفين التاليين:

الصنف 1: طلاء أوكسيد الحديد أصفر الزنك (راتنج أوكسيدي)- زيت بذر الكتان الخام، 1 إلى 1 وزناً.

الصنف 2: طلاء أوكسيد الحديد أصفر الزنك (راتنج أوكسيدي). ويشترط الحامل (المعلق) للصنفين أن يكون خالياً من المواد المغلونة ومشتقاتها ويمكن أن يحتوي على عوامل اضافية مثل مواد مضادة للتأكسد ومواد مساعدة للترطيب.

ويستعمل للجسور والهياكل الفولاذية الخشنة في المعامل قبل التركيب أو في موقع العمل عندما يتطلب العمل مقاومة جيدة لتأثير التآكل كما يستعمل على السطوح الفولاذية الناعمة والنظيفة للأدوات المصنوعة في المعامل كعربات السكك الحديدية والسيارات كما يستعمل كطلاء عام للصيانة.

14-2/2/2/1 المتطلبات (Requirements)

(أ) يجب أن يحقق الطلاء المتطلبات الفرعية مثل اللون وحالة الطلاء في العلبة وثبات التجفيف وقابلية التفريش وقابلية الرش والمظهر ومقاومة المرونة والالتصاق ومقاومة الصدأ ومقاومة الماء البارد ومقاومة المذيبات الهيدروكاربونية ومقاومة التقشر وقابلية الخزن المبينة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (877 لسنة

1988)[3].

(ب) يجب أن يحقق الطلاء المتطلبات الكيميائية والفيزيائية المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (877 لسنة 1988)[3].

14-2/2/3 طلاء اوكسيد الحديد الاحمر – اساس ألكيدي (Red-Oxide Primer Alkyd Resin)

ويشمل هذا الطلاء أوكسيد الحديد الأحمر – أساس ألكيدي الذي يستعمل كطلاء أولي للمعادن الحديدية التي لا تتعرض لظروف جوية قاسية ويجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1056 لسنة 1984)[4].

14-2/2/3 الأصباغ المائية (Water Paints)

هي الأصباغ التي تخلط مع الماء موقعياً، وهي بعدة أنواع، وتكسب السطوح إنهاءً غير لماع (مطفأ) عادةً، ومنها ما هو سائل ورنيش مستحلب بالماء مع كمية من الصمغ أو المثبتات الأخرى أو ما هو زيتي (قابل للجفاف)، ويستعمل البارايت مع بعض أنواع الخضاب الملون. تمتاز الأصباغ المائية المكونة من مسحوق الطباشير ولون سائل صمغي بأنها من أرخص الأنواع وهي أقلها ثباتاً، حيث يزال قسم منها عند حكه بفرشاة قوية أو بغسله بالماء لذا فهي تستعمل في طلاء السقوف الداخلية في الأبنية الواطئة الكلفة والوقتية فقط. أما الأصباغ المائية ذات الأساس الدهني (oil bound distemper) التي تسمى محلياً بالدستمبر فهي ذات مقاومة أعلى نوعاً ما وتتكون من خضاب ملون ومادة باسطة وزيت بذر الكتان. وهي تعتبر من الأصباغ العالية النوعية وتستعمل في طلاء الجدران والسقوف الداخلية فقط. ويمكن غسل هذه الأصباغ بحذر لقلة مقاومتها للماء.

14-2/2/4 الأصباغ السمنتية (Cement Paints)

هي أصباغ مائية تتكون من سمنت بورتلاند الأبيض أو الملون ومادة معجلة للتماسك ومادة مانعة للرطوبة ومادة باسطة. تمزج هذه الأصباغ بالماء قبل الصبغ وتستعمل لطلاء السطوح السمنتية كالبياض بالسمنت واللبخ والسطوح الخرسانية بسبب خاصية التماسك الجيد لها مع هذه السطوح. ويجب تبليل هذه السطوح بالماء قبل الصبغ لتسهيل تصلب وثبات الصبغ عليها. وهي لا تعطي سطوحاً لماعة، وتسمى هذه الأصباغ محليا بالسنوسم، وليس لها قابلية لمنع للرطوبة بدرجة كبيرة ولكنها لا تتأثر بالرطوبة ولها خاصية جيدة في تغطية مسام السطح مما يزيد في مقاومته لنفاذ الرطوبة[1،ص453].

14-2/2/5 الأصباغ المستحلبة (Emulsion Paints)

هي تلك الأصباغ التي يكون فيها السائل المعلق والخضاب بشكل كرات دقيقة ومشتتة في الماء ويكون السائل هو زيت الراتنج الاصطناعي أو القار (bitumen) وهي بأنواع متعددة منها:

14-2/5/1 أصباغ ألكيدية مستحلبة (Emulsion Alkyd Paints)

وتتكون من راتنجات إصطناعية والخضاب الملون والزيوت، وتعطي هذه الأصباغ إنهاءً مطفأ (غير لماع) مثل:

14-2/5/2/1/1 الطلاء الألكيدي شبه اللماع (Semi-Glossy Decorative Paint)

يكون هذا الطلاء شبه لماع أو ذا لمعة قشرة البيض والذي يستعمل على السطوح الخشنة والمعدنية في الداخل والخارج والتي تكون مطلية بطلاء أساس مناسب ويجب أن يحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1506 لسنة 1989)[4] من حيث حالة الطلاء في العلبة والقوام واللزوجة وزمن الجفاف والمتطلبات الأخرى.

14-2/5/2/1/2 الطلاء الألكيدي اللماع للسطوح الداخلية والخارجية

(Enamel Alkyd Glossy Air Dried Paint for Exterior and Interior Surfaces)

يستعمل هذا الطلاء على السطوح الخشبية والمعدنية في الداخل والخارج التي تكون مطلية سابقاً بطلاء أساس مناسب ويجب أن يحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (960 لسنة 1988)[5] من حيث حالة الطلاء في العلبة والقوام واللزوجة وخاصية الرش وخصائص الخزن والمظهر والمتطلبات الأخرى.

14-2/5/2 أصباغ قيرية مستحلبة (Tar Emulsion Paints)

وهي عبارة عن الخضاب الملون مع مادة باسطة مستحلبة بالماء ومركبات قيرية.

14-2/5/3 أصباغ خلات متعددة الفينيل المستحلبة (Poly Vinyl Acetate) (P.V.A)

هي الأصباغ التي يكون السائل فيها عبارة عن مادة خلات متعددة الفينيل (أنواع من البلاستيك) ولها إنهاء يتراوح بين المطفأ ولمعة قشرة بيض (eggshell glossy).

14-2/5/4 أصباغ الستايرين المستحلبة (Emulsified Styrene Paints)

هي أصباغ تتكون من راتنج الستايرين الاصطناعي وهو بأشكال متعددة، وتعطي سطوحاً متوسطة اللمعان عادة. إن الأصباغ المعروفة في السوق المحلية باسم البنتلايت أو الأصباغ البلاستيكية هي من هذه الأنواع وتكون حاوية على خلات متعددة الفينيل أو الراتنجات الاصطناعية وتستعمل كثيراً في الإنهاءات الداخلية للسطوح نظراً لكثرة أنواعها وألوانها وسهولة نشرها وقابلية مزجها مع الماء بنسب متباينة وإمكانية غسل السطوح المطلية بها بالمنظفات والماء. وتكون مقاومتها جيدة للماء مقارنة بباقي الأنواع. علماً أن الأصباغ السمنتية المذكورة آنفاً والأصباغ المائية تعتبر كأصباغ مستحلبة أيضا[1،ص454].

14-2/6 الأصباغ السليلوزية (Cellulosic Paint)

هي أصباغ إصطناعية منتجة من المركبات السليلوزية ويمكن إستعمالها بطريقة الرش لأن السائل المذيب فيها سريع التبخر، وتستعمل عادة في صبغ السيارات وطلاء الأثاث ولا تستعمل في صبغ السطوح البنائية بإستثناء الأنواع الحاوية على مسحوق البرونز ومسحوق الألمنيوم التي يمكن إستعمالها في الأغراض البنائية.

14-2/7 أصباغ الوارنيش (Varnishes)

هي أصباغ شفافة تعطي غشاءً واقياً للسطح المطلي. يكون الوارنيش بنوعين وارنيش زيتي ووارنيش كحولي.

14-2/7/1 الوارنيش الزيتي (Oil Varnishes)

وهو عبارة عن زيت بذر الكتان أو غيره من الزيوت القابلة للجفاف (لها قابلية على الجفاف عند تعرضها للهواء) ممزوجاً مع مجفف وراتنج طبيعي أو إصطناعي مع مذيبات كالكحول الأبيض أو الترينتين. ولنوع المذيب وكمية الزيت دور كبير في لمعان ومرونة الصبغ ومكان إستعماله في الطلاء الخارجي أو الداخلي. ومن أهم أنواع هذا الوارنيش الجديدة هو الكوبال (copal) وهو صبغ راتنجي صلب فيها.

14-2/7/2 الوارنيش الكحولي (Alcohol Varnishes)

يعتبر هذا من محاليل الشلك، أو غيره من الأصباغ الراتنجية أو الدملوك، المذابة في كحول مثيلي تجاري أو غيره من المذيبات الخفيفة كالبنزول. ويستعمل في الطلاء الداخلي كالأثاث. يفضل الوارنيش بأنواعه في طلاء الأثاث الخشبي لخاصيته الجيدة في ختم مسام الخشب ولإظهار شفافية الصبغ للسطح الأصلي للخشب عند طلاء السطوح الخشبية الصلدة كالصاج والجوز والبلوط وغيره.

14-2/8 الأصباغ الخاصة (Special Paints)

وهي بأنواع عديدة ومنها:

14-2/8/1 أصباغ مسحوق الألمنيوم (Aluminum Powder Paints)

ويمكن إستعمالها كأساس تحت طبقات الصبغ في الأخشاب العميقة مثل الصنوبريات. ومنها طلاء الألمنيوم المحبب للسطوح المعدنية (Hammer Finish Paints and Varnishes) والذي يشمل طلاء الألمنيوم المحبب اللماع المستعمل لطلي السطوح المعدنية والمطلية سابقاً بطلاء أساس مناسب ويشترط لاستعمال هذه الطلاءات أن تحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1047 لسنة 1984)[6] من حيث حالة الطلاء في العلبة والمظهر والرائحة واللون ومدة الجفاف واللزوجة والمتطلبات الأخرى الكيميائية والفيزيائية وخصائص الإستعمال والمتطلبات الإسترشادية.

14-2/8/2 أصباغ قيرية (Tar Paints)

وتستعمل هذه الأصباغ القيرية كموانع رطوبة أو لغرض تقليل تآكل بعض السطوح المعدنية كالأنابيب وغيرها وقد تستعمل على السطوح الخرسانية وهي رخيصة الكلفة. ويستعمل القير كسائل أساس لهذه الأصباغ.

ومن هذه الأنواع الطلاء القيري الأسود للإستعمال على البارد (Black Bitumen's Coatings for Cold Application Type) بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1257 لسنة 1988)[7] ويشمل نوعين:

(أ) النوع الأول ويستعمل للأغراض العامة ويشتمل على صنفين من الطلاء هما (أ) و (ب) اللذان يختلف أحدهما عن الآخر بنقطة الوميض.

(ب) النوع الثاني ويستعمل لخزانات مياه الشرب.

14-2/8/3 أصباغ مقاومة للحوامض والقلويات (Alkali and Acids Resistant Paints)

تتكون هذا الأصباغ من مطاط مكلور مخلوط مع خضاب ملون ومخففات ويمكن إستعمالها في طلاء

السطوح البنائية والحديدية. وتستعمل في المحلات المعرضة لأبخرة كيميائية حامضية أو قلوية.

14-2/8/4 أصباغ مقاومة للفطريات (Fungi Resistant Paints)

وهي أصباغ تستعمل في المناطق ذات الرطوبة الشديدة ولذا تحتوي على مواد مقاومة للفطريات التي تنشط في الأماكن الرطبة.

14-2/8/5 أصباغ السطوح بنسجة (Texture Paints)

تتكون هذه الأصباغ من خضاب ملون وأصباغ مع مساحيق معينة وتمزج بقوام كثيف وتطلى بها السطوح بأدوات خاصة أو بالفرشاة لإعطاء الخشونة (النسجة) المطلوبة أي لا تكون ملساء.

وهناك أصباغ أخرى مثل الأصباغ المقاومة للتكثيف والأصباغ المقاومة للحرارة والأصباغ المقاومة للحريق[1،ص454].

14-2/9 الطلاءات المستحلبة ذات الراتنجات الصناعية (Synthetic Resin Emulsion)

وتشمل الطلاءات المستحلبة – ذات الراتنجات الصناعية التي تستعمل على السطوح الداخلية والخارجية للأبنية وهي على صنفين:

أ- الصنف الأول للإستعمال الخارجي.

ب- الصنف الثاني للإستعمال الداخلي.

ويجب أن يحقق هذان الصنفان المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (985 لسنة 1994)[8] من حيث حالة الطلاء وسهولة الإستعمال والثبات للحرارة وزمن الجفاف ومظهر طبقة الطلاء ونسبة التباين والمتطلبات الأخرى المذكورة في المواصفة.

14-3 طريقة الصبغ (Method of Painting)

يشترط أن تنفذ عملية الصبغ لكافة الأعمال بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[9].

14-4 أصباغ الأعمال الخاصة

14-4/1 أصباغ بلون الألمنيوم (الفضي)

14-4/1/1 يجب أن يحقق الصبغ بلون الألمنيوم متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1026 لسنة 1990)[10] أو ما يماثلها. ويكون مركباً من راتنج الورنيش ومسحوق الألمنيوم و/أو الألكيد الوسيط منخفض الحموضة الجاهز للاستعمال.

14-4/1/2 عند تقليب الصبغ فوراً يجب أن يعطي خليطا متجانسا في الشكل ويكون جاهزاً للعمل بالفرشاة أو الرش أو بإستعمال الأسطوانة. ولا يجب تخفيفه عند الطلاء بالرش إلا بنسبة لاتزيد على (5%) من حجمه.

14-4/1/3 يجب أن تمضي أربع ساعات بعد الصبغ لغرض الجفاف، ويحدث التصلب التام بعد 24 ساعة.

14-4/1/4 يجب أن لا تقل نسبة العتمة عن (99%).

14-4/1/5 يجب أن لا يكون لون الصبغ باهتاً أو متشققاً عند تعرضه لدرجة حرارة (60 °س) ورطوبة من

(50%) إلى (55%) خلال مدة (500) ساعة من الطلاء.

14-4/1/6 يجب عدم ظهور أية بثور على الصبغ أو علامات ليونة عند اختباره بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1026 لسنة 1990)[10] بالمقارنة بالأصباغ غير المكشوفة.

14-4/1/7 يجب أن يعطي الصبغ بعد جفافه لوناً ذا مظهر معدني / فضي (لون الألمنيوم).

14-4/2 الأصباغ القيرية (البيتومينية)

14-4/2/1 الصبغ القيري (البيتوميني) الملائم لخزانات المياه الصالحة للشرب: يصنف الصبغ البيتوميني الى نوعين بحسب المواصفة البريطانية المرقمة (BS 3416:1991)[11]، النوع الأول بدون مواد مالئة والنوع الثاني بمواد مالئة. ويكون سمك الغشاء الجاف للنوع الثاني ضعف سمك الغشاء للنوع الأول. يجب أن يكون الطلاء القيري (البيتوميني) مطابقاً للمواصفة البريطانية المرقمة (BS 3416:1991)[11] الخاصة بخزانات تعبئة مياه الشرب.

14-4/2/2 الأصباغ القيرية (البيتومينية) للأغراض الأخرى باستثناء خزانات المياه الصالحة للشرب: يصنف الصبغ القيري (البيتوميني) الى نوعين بحسب المواصفة البريطانية المرقمة (BS 6949:1991)[12]، النوع الأول بدون مواد مالئة والنوع الثاني بمواد مالئة. ويكون سمك الغشاء الجاف للنوع الثاني ضعف سمك الغشاء للنوع الأول. يجب أن يحقق هذا النوع من الأصباغ مطابقاً للمواصفة البريطانية المرقمة (BS 6949:1991)[12] أو ما يماثلها، باستثناء الأصباغ الخاصة بخزانات تعبئة مياه الشرب.

14-4/3 أصباغ علامات الطرق

يجب أن تحقق هذه الأصباغ متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (542 لسنة 1994)[13] أو ما يماثلها. ويكون الصبغ من الألكيد – أو ذا أساس من الفينيل/الأكريليك.

14-4/3/1 يجب أن يكون الصبغ بقوام متجانس يستحصل عليه بالتحريك (التقليب) اليدوي العادي، وتنفذ عملية الطلاء بسهولة بإستعمال الفرشاة أو الأسطوانة. وفي حالة الرغبة بالطلاء بالرش فيخفف الصبغ بنسبة تتراوح بين (10%) إلى (20%) بالحجم باستعمال مادة التخفيف (الثنر) الموصى بها من قبل الشركة المصنعة.

14-4/3/2 يجب أن يجف سطح الوجه الواحد من الطلاء الرقيق بعد 15 دقيقة، ويصبح جافاً صلباً بعد مرور (24) ساعة عند اختباره بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (542 لسنة 1994)[13].

14-4/3/3 يجب أن لا تقل درجة العتمة عن (80%) بالنسبة للصبغ الأصفر و (90%) بالنسبة للصبغ الأبيض و (100%) بالنسبة للصبغ الأسود.

14-4/3/4 يجب عدم ظهور أية علامات مثل البثور أو الشقوق أو التقشر أو الشظايا عند إختبار الصبغ لتحديد تأثير الظروف الجوية على الصبغ خلال (500) ساعة. ويجب أن يكون عامل الإستضاءة (اللمعان) بعد الاختبار – بحد أدنى – (75%) للصبغ الأبيض و (55%) للصبغ الأصفر.

14-4/4 الطلاء الأبيض والأصفر المستعمل في تخطيط الطرق

(Traffic High Way White Yellow Paint)

14-1/4/4 المجال

ويشمل انواع طلاء تخطيط الطرق الملائمة لسير المركبات والتي تستعمل على سطوح السمنت والخرسانة والاسفلت والطابوق غير المزجج وطرق المرور الخارجية والجسور والانفاق وساحات الوقوف.

14-2/4/4 المتطلبات العامة

يجب أن تحقق هذه الأنواع من الأصباغ المتطلبات العامة للمواصفة القياسية العراقية المرقمة (1101 لسنة 1986)[14].

14-5/4 الأصباغ الخاصة بالأخشاب الخارجية

14-1/5/4 الطلاء التمهيدي

14-1/1/5/4 الصبغ التمهيدي مع أوكسيد الكبريت المقاوم للعفن. وطريقة الصبغ به هي بالتغطيس. ويجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 5589:1989)[15] أو ما يماثلها.

14-2/1/5/4 الصبغ التمهيدي العادي المخفف بالماء أو بمادة مذيبة ويجب أن يحقق متطلبات المواصفتين القياسيتين البريطانيتين المرقمة (BS 7956:2000)[16] أو (BS 5358:1986)[17] على التوالي.

14-2/5/4 أصباغ شبه شفافة للحماية من الصدأ

يجب أن يتصف الصبغ منها بمرونة جيدة ويكون مانعاً لتسرب الماء وذا مقاومة عالية لأشعة الشمس فوق البنفسجية (UV).

14-1/2/5/4 صبغ شبه شفاف مخفف بالماء أو بالمذيب ذو سمك خفيف (من 5 – 20 مايكرون) للحماية من الصدأ.

14-2/2/5/4 صبغ شبه شفاف مخفف بالماء أو بالمذيب ذو سمك متوسط (من 20 – 60 مايكرون) للحماية من الصدأ.

14-3/5/4 صبغ معتم مقاوم للصدأ

يجب أن يحدد لون هذا الصبغ في جداول الكميات وهو من الأصباغ ذات السمك المتوسط (20 – 60 مايكرون) ويكون مخففاً بالماء أو المذيب بحسب اللون المطلوب ويكون مانعاً لتسرب الماء وله قوة إخفاء جيدة وذا مرونة جيدة ومقاومة لأشعة الشمس فوق البنفسجية (UV).

14-5 الأصباغ البلاستيكية

هي أصباغ ذات أساس مائي، وتقسم بحسب المواد الداخلة في صناعتها إلى[18]:

14-1/5 أصباغ بلاستيكية عادية: تصنع من البوليمر مثل خلات متعددة الفينيل والزنك والأسبيداج والمواد الحافظة وموانع الترسيب، وتستعمل كأساس ويكون لونها أبيض أو تكون ملونة.

14-5/2 أصباغ بلاستيكية ذات نصف لمعة: تصنع من الأكريليك والتيتانيوم مما يحسن من خصائصها ومقاومتها، ويتميز هذا النوع من الأصباغ بقابلية الغسيل.

14-5/3 أصباغ بلاستيكية ذات لمعة: يدخل في صناعتها البولي فينيل أكريليك أو أستيرين أكريليك والتيتانيوم مما يجعلها متميزة الخصائص وقوية في مواجهة العوامل الجوية والظروف المختلفة بالاضافة إلى قابلية غسلها أيضاً.

14-5/4 أصباغ تخطيط الطرق المستعملة مع الحرارة (البلاستيكية الحرارية) (Hot-Applied Thermoplastic Road Marking Materials): تستعمل هذه الأصباغ في أعمال الطرق باللون الأسود والأبيض والأخضر وتستعمل بالتثخين أو الرش كطبقة مضافة إلى الخطوط المركزية وخطوط الحافات وما شابه. ويجب أن تحقق هذه الأصباغ المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1744 لسنة 1992)[19] من حيث الرابط والكرات الزجاجية الصلبة والركام مع الخضاب والمواد الباسطة ونقطة التلين والاستقرارية للحرارة والمتطلبات الاخرى المبينة في المواصفة المذكورة.

14-6 المخففات (المذيبات)

هي مركبات كيميائية تستعمل في تخفيف (تقليل لزوجة) الأصباغ عند الطلاء. ومعظم هذه المذيبات عبارة عن مواد سامة وقابلة للإشتعال لذلك يجب الحذر عند استعمالها وحفظها في أماكن معزولة وبأوعية مغلقة بعد الاستعمال. ويمكن تصنيف المذيبات إلى صنفين رئيسين هما[18]:

14-6/1 مذيبات عضوية كالبنزين والتولوين والنفط والثنر وتستعمل للأصباغ الدهنية.

14-6/2 مذيبات لاعضوية كالماء الذي يستعمل للأصباغ المائية والبلاستيكية.

14-6/3 إشتراطات الاستعمال

14-6/3/1 يجب عدم زيادة كمية المخفف (المذيب) لزيادة سهولة الطلاء وسرعة الجفاف لأن زيادتها تسبب ضعف طبقة الطلاء.

14-6/3/2 يجب إتباع الإرشادات المحددة من قبل الشركات المصنعة.

14-7 الفحص والنمذجة

الفحوص المطلوبة لكافة أنواع الأصباغ هي بموجب الدليل الإسترشادي المرقم (46 لسنة 1990)[20] وتشمل المتطلبات النوعية والمتطلبات الكيميائية والفيزيائية، حيث تؤخذ النماذج بموجب الجدول (14-7/1).

الجدول 14-1/7: عدد النماذج المطلوبة لفحوص الأصباغ[20].

عدد الأوعية في الإرسالية	عدد الأوعية المأخوذة كنماذج
2- 10	2
11- 20	3
21- 35	4
36- 50	5
51- 70	6
71- 90	7
91- 125	8
126- 160	9
161- 200	10

* لأعداد الأوعية الأكبر من (200)، يؤخذ وعاء واحد من كل (50) وعاءً إضافياً.

14-8 ورق الجدران (Wall Paper)

يستعمل هذا الورق في ختم الجدران والسقوف كبديل عن الصبغ أو البياض، حيث يعطي مظهرا جميلا وتختم الجدران به بسرعة. ينتج ورق الجدران بألوان متعددة وكذلك بنقشات متعددة ويكون الطبع فيه إما يدوياً أو آلياً. وهنالك أنواع ذات وجه بلاستيكي أو بنقشات بارزة. يلصق الورق الملون فوق طبقات أخرى من الورق إذا كان الورق الملون من النوع الثقيل أو المطبوع يدويا. المعاجين اللاصقة المستعملة لتثبيته تعتمد النشاء كأساس أو قد تكون معاجين سيليلوزية لاصقة قابلة للذوبان في الماء[9].

14-9 المراجع

[1] زهير ساكو وآرتين ليفون، "*انشاء المباني*"، جامعة بغداد، جمهورية العراق، 2007.

[2] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/871، "*طلاء اساس اوكسيد الحديد الاحمر*- زيت بذر الكتان"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[3] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/877، "*طلاء اساس اوكسيد الحديد أصفر الزنك*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/1056، "*طلاء أوكسيد الحديد الاحمر*- الأساس الكيدي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/960، "*طلاء ألكيدي لماع للسطوح الداخلية والخارجية*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1984/1047، *"طلاء الألمنيوم المحبب للسطوح المعدنية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1984.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1257، *"الطلاء القيري الأسود"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[8] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/985، *"طلاء مستحلب راتنجات إصطناعية (بنتلايت)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[9] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، *"المواصفات الفنية للأعمال المدنية"*، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/1026، *"طلاء الألمنيوم"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[11] BS 3416, "*Specification for Bitumen-Based Coating for Cold Application Including Use in Contact With Potable Water*", UK, 1991.

[12] BS 6949, *Specification for Bitumen-Based Coating for Cold Application Excluding Use in Contact With Potable Water*", UK, 1991.

[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1994/542، *"أصباغ علامات الطرق"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1994.

[14] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1986/1101، *"الطلاء والوارنيش (طلاء تخطيط الطرق الأبيض والأصفر)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1986.

[15] BS 5589, *Code of Practice for Preservation of Timber*, UK, 1989.

[16] BS 7956, *Specification for Water-Born Priming Paints for Woodwork*, UK, 2000.

[17] BS 5358, *Specification for Low-led Solvent-Thinned Priming for Woodwork*, UK, 1986.

[18] *"المواصفات العامة لتنفيذ المباني السعودية"*، وزارة الشؤون البلدية والقروية السعودية، المملكة العربية السعودية، 2006.

[19] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1992/1744، *"أصباغ تخطيط الطرق المستعملة للحرارة (البلاستيكية الحرارية)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1992.

[20] الدليل الإسترشادي 1990/46، *"فحوص ونمذجة الطلاء والوارنيش"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

الباب 15

المنتجات الطينية (Clay Products)

15-1 طابوق البناء المصنوع من الطين (Clay Building Bricks)

يخضع الطابوق الطيني الى متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (25 لسنة 1988)[1] وعلى النحو الآتي:

15-1/1 التصنيف (Classification)

15-1/1/1 الصنف (أ)

يجب إستعماله لأجزاء المنشآت والأسس الحاملة للأثقال والمعرضة للتآكل بفعل العوامل المناخية وكذلك الجدران الخارجية المعرضة للتآكل.

15-1/1/2 الصنف (ب)

يشترط إستعماله لأجزاء المنشآت الحاملة للأثقال وغير المعرضة للتآكل أو في الجدران الداخلية المحمية من الرطوبة.

15-1/1/3 الصنف (ج)

يشترط إستعماله لأجزاء المنشآت التي لا تتعرض للعوامل المناخية والجدران غير الحاملة للأثقال كالقواطع الداخلية.

في حالة إستعمال الطابوق الطيني كجدران حاملة فيجب على المصمم الإنشائي إجراء الحسابات الهندسية لتحري ملاءمة صنف الطابوق المستعمل بحسب الإجهاد المتوقع من الحسابات الهندسية. يجب الرجوع لأجل ذلك إلى المدونة العراقية لجدران البناء (م.ب.ع. 307)[2] أو المواصفة البريطانية المرقمة (BS 5628-1 2005)[3] الخاصة بالإستعمالات الإنشائية للطابوق أو أي مدونة عالمية أخرى.

15-1/2 المظهر العام (General Appearance)

يجب أن يكون شكل الطابوق منتظما وزواياه قائمة وجوانبه مستقيمة وأبعاده ضمن حدود التفاوت المسموح بها وفي حالة وجود تشقق أو تثلم فيجب أن لا يسبب إخفاقاً لخصائص الطابوق وأن لا يزيد حجم الثلمات على (10%) من حجم الطابوقة. كما يجب أن يكون الطابوق متجانساً وجيد الحرق خالياً من قطع الحصى والحجر والعقد الجذرية وأن لا تقل نسبة الطابوق السليم الخالي من العيوب المذكورة آنفاً عن (90%) من الإرسالية.

15-1/3 أنواع الطابوق وأبعاده (Types of Bricks)

15-1/3/1 الطابوق المصمت (Solid Bricks)

يكون خاليا من الثقوب والتجاويف وبأبعاد (240 × 115 × 75) مم.

15-1/3/2 الطابوق المثقب (Perforated Bricks)

لا تزيد نسبة الثقوب فيه على (25%) حجماً ويكون بأبعاد (240 × 115 × 75) مم.

15-1/3/3 الطابوق المجوف (Hollow Bricks)

لا تزيد نسبة الفجوات فيه على (25%) حجماً ويكون بأبعاد (240 × 115 × 75) مم.

15-1/4 التفاوت (Tolerances)

يكون الحد الأعلى للتفاوت المسموح كما يأتي:

15-1/4/1 الطول والعرض (±3%).

15-1/4/2 السمك (±4%).

15-1/4/3 استواء السطح (5 مم).

15-1/5 مقاومة الإنضغاط وإمتصاص الماء والتزهر

(Compressive Strength, Water Absorption and Efflorescence)

تختلف الحدود الدنيا لمقاومة الإنضغاط والحدود القصوى لإمتصاص الماء والتزهر للطابوق بحسب صنف الطابوق المستعمل وكما مبين في الجدول (15-1/1).

الجدول 15-1/1: حدود مقاومة الانضغاط وامتصاص الماء والتزهر للطابوق[1].

الصنف	الحد الأدنى للمقاومة (نيوتن/مم^2)		الحد الأعلى للامتصاص (%)		التزهر
	معدل 10 طابوقات	تحمل طابوقة واحدة	معدل 10 طابوقات	امتصاص طابوقة واحدة	
الصنف أ	18	16	20	22	خفيف
الصنف ب	13	11	24	26	متوسط
الصنف ج	9	7	26	28	غير محدد

15-1/6 النمذجة (Sampling)

تؤخذ النماذج لإجراء الفحوص من قبل المشتري أو المنتج للتأكد من تحقيقها متطلبات المواصفة ويكون عدد وحدات النماذج المطلوبة لهذا الغرض كما يأتي:

15-1/6/1 مقاومة الإنضغاط (10) وحدات.

15-1/6/2 امتصاص الماء (10) وحدات.

15-1/6/3 الشكل والمظهر الخارجي (10) وحدات.

15-1/6/4 التزهر (10) وحدات.

15-1/6/5 قياس الأبعاد (24) وحدة.

يؤخذ العدد المطلوب من عينات الطابوق من إرسالية لا يقل عدد الطابوق فيها عن (5000) ولا يزيد على (50000) طابوقة. تؤخذ العينات للفحص المعين بطريقة عشوائية من النماذج عند إجراء أي من الفحوص المذكورة آنفاً.

15-1/7 الفحوص (Testing)

إن فحوص قياس الأبعاد والشكل والتقعر (concave) في السطح وإمتصاص الماء ووحدات الفحص ودقتها يجب أن تكون بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (24 لسنة 1989)[4] الخاصة بطرائق أخذ نماذج وفحص طابوق البناء.

15-2 الطابوق المقاوم للحوامض (Acid Resistant Brick)

15-2/1 الاستعمال

يستعمل هذا النوع من الطابوق لتبليط الأرضيات المعرضة لتأثير الحوامض وكذلك في تبطين الحجيرات والأبراج المستعملة في معامل الصناعات الكيميائية والمختبرات وكذلك لحماية السطوح من تأثير الحامض. أما الأوجه والسطوح التي تتعرض إلى حوامض الهيدروفلوريك والبروكلوريدات فيجب أن يستعمل مع هذا النوع من الطابوق ملاط خاص مقاوم لهذه المواد الكيميائية.

15-2/2 التصنيف (Classification)

ينتج هذا النوع من الطابوق من مواد أولية مثل الطين أو الطفل (Shell clay) وتركيب مناسب من الصوان أو الرمل ونسبة واطئة من الجير والحديد، وتسخن حتى درجات حرارة عالية في أفران سيراميكية. تصنف المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1845 لسنة 1994)[5] الطابوق المقاوم للحوامض إلى صنفين هما:

15-2/2/1 الصنف الأول

يستعمل في البيئات المعرضة للتآكل الشديد كما في أحواض الخزن وأحواض التنظيف وكذلك في الأرضيات المعرضة للمواد المسببة للتآكل بصورة متكررة.

15-2/2/2 الصنف الثاني

يستعمل في الأرضيات ومناطق العمل المعرضة للأبخرة ولإنسكاب الحوامض أحياناً والتي تكون متماسة مع المواد الكيميائية الجافة كما في خزانات الأسمدة، كما يستعمل في بطانة وحافات الخزانات.

15-2/3 متطلبات الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance Requirements)

تطبق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1845 لسنة 1994)[5] على أبعاد الوحدات البنائية التي يزيد سمكها على (25 مم) أما تلك التي يكون سمكها (25 مم) أو أقل فهي مشمولة بالمواصفات القياسية

العراقية الخاصة بالبلاط السيراميكي (الباب الثالث عشر من هذا الدليل)، يكون التفاوت المسموح به في أبعاد الوحدات البنائية بحدود (±1.5%).

15-2/3/1 التقوس (Curvature)

يجب أن لا تزيد الفجوة الحاصلة بين سطح العينة وحافة مسطرة مستقيمة الموضوعة فوق العينة عند أي نقطة على السطح على (2.5 مم).

15-2/3/2 الإنهاء (Finishing)

يكون هذا النوع من الطابوق ذا أوجة منتظمة الشكل مسطحاً وخالياً من الشقوق والعيوب التصنيعية ويكون مقطعه عند الكسر ذا حبيبات ناعمة كثيفة ومتجانسة.

15-2/4 متطلبات الأداء

يجب أن يحقق الطابوق بصنفيه الأول والثاني المتطلبات المبينة في الجدول (15-2/1).

15-2/5 التأشير (Labeling)

تؤشر كل طابوقة بتأشيرات ثابتة وواضحة على سطحها الأكبر بكل من إسم المنتج أو علامته التجارية إن وجدت، والمرقمة الوجبة و/أو تاريخ الإنتاج.

الجدول 15-2/1: متطلبات الأداء للطابوق المقاوم للحوامض[5].

الخاصية	المتطلبات	
	الصنف الأول	الصنف الثاني
امتصاص الماء	(2%) حد أقصى	(4%) حد أقصى
معاير الكسر	(10 نيوتن/مم^2) حد أدنى	(7 نيوتن/مم^2) (حد أدنى)
مقاومة الإنضغاط	(70 نيوتن/مم^2) حد أدنى	(50 نيوتن/مم^2) (حد أدنى)
مقاومة الحوامض	الفقدان بالكتلة (1.5%) حد أقصى	الفقدان بالكتلة (4%) حد أقصى

15-2/6 ملحق إسترشادي

15-2/6/1 المتطلبات (Requirements)

15-2/6/1/1 الأبعاد (Dimensions)

تكون أبعاد الطابوق القياسي كالآتي (230 × 114 × 64) مم، ويمكن إنتاج الطابوق بأبعاد وأشكال مغايرة للطابوق القياسي وذلك بالإتفاق بين المنتج والمجهز.

15-2/6/1/2 مقاومة التآكل (Corrosion Resistance)

لا يزيد التآكل على (2 مم) للصنف الأول فقط.

15-2/6/2 أخذ النماذج (Sampling)

15-1/2/6/2 الدفعة (Batch)

تعرف الدفعة انها مجموعة من الطابوقات التي لها الشكل والقياسات نفسها والمنتجة والمأخوذة من الارسالية نفسها. تفحص كل دفعة بصورة منفصلة للتأكد من تحقيقها المتطلبات.

15-2/2/6/2 عدد النماذج (No. of Samples)

يعتمد عدد نماذج الطابوق المسحوبة عشوائياً من الدفعة على حجم الدفعة بموجب العمودين الأول والثاني من الجدول (15-2/2)، بحيث تمثل الدفعة المطلوب فحصها.

الجدول 15-2/2: مقياس أخذ النماذج من دفعات الطابوق[5].

حجم الدفعة (عدد الطابوقات)	حجم النموذج الأولي (عدد الطابوقات)	العدد المسموح به للطابوقات المعيبة لقبول الدفعة	حجم النموذج الثانوي (عدد الطابوقات) المأخوذ من النموذج الأولي المقبول
لحد 1000	50	2	24
3000 – 1001	80	3	28
10000 – 3001	125	5	32
أكثر من 10000	200	7	40

15-3/6/2 عدد الفحوص ومعايير المطابقة

15-1/3/6/2 تفحص جميع نماذج الطابوق المسحوبة من ناحية التقوس والإنهاء.

15-2/3/6/2 تعد الدفعة محققة للمتطلبات إذا كان عدد نماذج الطابوق المعيبة لا يزيد على العدد المسموح به في العمود الثالث من الجدول (15-2/2) وتعد نماذج الطابوق معيبة إذا فشلت في تحقيق واحد أو أكثر من المتطلبات.

15-3/3/6/2 تفحص الدفعة المطابقة للمتطلبات المذكورة في العبارة (15-1/3/6/2) من ناحية مطابقتها لمتطلبات الأداء حيث تختار عينات نموذج الطابوق المراد فحصها عشوائياً من نموذج الطابوق المختار بشكل مسبق بموجب حجم النموذج الثانوي من الجدول (15-2/2) وتقسم هذه النماذج عشوائياً إلى أربع مجاميع متساوية تفحص على النحو الآتي:

(أ) المجموعة الأولى تخصص لفحص الامتصاص.

(ب) المجموعة الثانية تخصص لفحص معاير الكسر.

(ت) المجموعة الثالثة تخصص لفحص مقاومة الإنضغاط.

(ث) المجموعة الرابعة تخصص لفحص مقاومة الحوامض.

15-2/6/3/4 تعتبر الدفعة مطابقة لمتطلبات الأداء إذا كانت مطابقة لجميع المعايير المذكورة في الجدول (15-2/1) على أن تطبق الشروط التالية:

(أ) بالنسبة لمعاير الكسر وتحمل الإنضغاط يجب أن ينطبق الشرط التالي: لا تقل أي نتيجة منفردة عن:

م − 0.6 د

(ب) بالنسبة لمقاومة الحوامض وامتصاص الماء يجب أن ينطبق الشرط التالي: لا تزيد أي نتيجة منفردة على:

م + 0.6 د

حيث أن:

م (المعدل) = هو حاصل قسمة مجموع نتائج النماذج على عدد نتائج الفحص.

د (المجال) = هو الفرق بين أكبر وأصغر نتيجة فحص.

15-2/6/3/5 تهمل أية نتيجة فحص منفردة تختلف عن قيمة المعدل أكثر من (15%) ويؤخذ معدل نتائج فحص العينات المتبقية على أن لا تقل عدد العينات المتبقية عن أربع عينات.

15-2/6/4 إعادة الفحص (Re Test)

إذا كانت النماذج المفحوصة لا تحقق متطلبات المواصفة المعتمدة فتؤخذ عشوائياً مجموعة أخرى من النماذج من الدفعة نفسها وتفحص مرة ثانية فإذا فشل أي منها في تحقيقه المتطلبات المذكورة في هذا الدليل فتعد الدفعة الممثلة بهذه النماذج مرفوضة.

15-3 كتل البناء الفخارية المجوفة (Fired Hollow Clay Building Blocks)

تخضع كتل البناء الفخارية وهي الكتل الفخارية المجوفة المصنوعة من الطين المفخور أو هي الكتل الفخارية المجوفة الحاوية على فجوات يزيد حجمها على (25%) من حجم الكتلة لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2419 لسنة 1990)[6] وعلى النحو التالي:

15-3/1 الأنواع (Types)

15-3/1/1 النوع الأول (First Type)

هي الكتل المجوفة المستعملة في بناء الأعضاء الإنشائية الحاملة للأثقال كالجدران والسقوف أو الأعضاء المعرضة للظروف المناخية القاسية.

15-3/1/2 النوع الثاني (Second Type)

هي الكتل الفخارية المجوفة المستعملة في بناء الأعضاء الأنشائية غير الحاملة للأثقال وغير المعرضة للظروف المناخية، كالقواطع مثلاً.

15-3/2 المظهر العام (General Appearance)

يجب أن يكون شكل الكتلة منتظما وزواياها قائمة وحافاتها مستقيمة وسليمة وضمن حدود التفاوت المسموح في هذا الدليل، وفي حالة وجود تشقق أو تثلم فلا يسبب وجوده ضعفا لخصائصها المبينة في الجـــــدول (15-3/3). يجب أن يراعى كون مقطع الكتل متجانساً وتام الحرق وخالياً من قطع الحصى والحجر والعقد الجيرية وأن لا تقل نسبة الكتل السليمة الخالية من الشقوق والعيوب عن (90%) من الإرسالية وأن لا تزيد نسبة التثلم الموجودة على (10%) من حجم الكتلة.

15-3/3 الأبعاد والأشكال والتفاوت (Dimensions, Shapes and Tolerances)

15-3/3/1 الأبعاد (Dimensions)

يجب أن تحقق أبعاد الكتل الفخارية المتطلبات المذكورة في الجدول (15-3/1) أو أية أبعاد أخرى يتفق عليها بين المجهز والمشتري.

15-3/3/2 الأشكال (Shapes)

تكون الأشكال مكعبة أو متوازية السطوح المستطيلة أو أي شكل آخر يتفق عليه بين المجهز والمشتري.

الجدول 15-3/1: متطلبات أبعاد الكتل الفخارية المجوفة[6].

الطول (مم)	العرض (مم)	الارتفاع (مم)
240	240	240
240	240	160
240	240	100
320	240	100

15-3/3/3 التفاوت (Tolerance)

تكون التفاوتات المسموحة في الأبعاد بحسب الجدول (15-3/2).

15-3/4 انحراف التربيع (Out of Squareness)

يجب أن لا يزيد إنحراف التربيع بين الحافة الداخلية للقائمة الحديدية ووجه الكتلة على (5 مم) لمسافة مقدارها (300 مم) (راجع مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة 2419 لسنة 1990)[6].

15-3/4/1 الانحراف والانبعاج (Buckling)

يجب أن لا يتجاوز مقدار الانحراف عن الخط المستقيم بموجب مسودة المدونة العراقية القياسية المرقمة (2419 لسنة 1990)[6] المقادير التالية:

أ- للوجه الذي لا تزيد أبعاده على(240 × 240) مم لا يزيد مقدار الإنحراف على (4 مم).

ب- للوجه الذي لا تزيد أبعاده على (240 × 320) مم لا يزيد مقدار الإنحراف على(5 مم).

الجدول 15-2/3: التفاوتات المسموحة بالأبعاد[6].

البعد (مم)	التفاوت (مم)
320	± 6
240	± 5
160	± 4
100	± 3

15-2/4/3 مقاومة الإنضغاط وامتصاص الماء والتزهر

(Compressive Strength, Water Absorption and Efflorescence)

يجب أن يحقق المنتوج متطلبات الجدول (15-3/3).

الجدول 15-3/3: حدود مقاومة الإنضغاط وإمتصاص الماء والتزهر[6].

النوع	مقاومة الإنضغاط (حد أدنى) (نيوتن/مم^2)		إمتصاص الماء (حد أعلى) (%)		التزهر (حد أدنى)
	معدل 5 كتل	كتلة واحدة	معدل 5 كتل	كتلة واحدة	
النوع الأول	7	6	20	22	معتدل
النوع الثاني	2.5	2	24	27	-

ملاحظة: تطابق طريقة الفحص تلك المبينة في المواصفة العراقية الخاصة بطرائق فحص الطابوق الطيني المرقمة (24 لسنة 1989)[4].

15-5/3 طرائق الفحص (Methods of Test)

15-1/5/3 الأبعاد (Dimensions)

تعين الأبعاد عن طريق قياس الأبعاد الثلاثة بواسطة مسطرة أو شريط قياس لعشر وحدات كل على انفراد ولأقرب مليمتر.

15-3/5/2 انحراف التربيع واستواء السطح

يجب أن ينفذ الفحص بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2419 لسنة 1990)[6].

15-3/6 أخذ النماذج (Sampling)

تؤخذ نماذج الكتل البنائية الفخارية المجوفة على وفق المواصفة القياسية العراقية المرقمة (24 لسنة 1989)[4] الخاصة بطرائق فحص الطابوق الطيني.

15-4 الأنابيب الطينية (Clay Pipes)

تخضع الأنابيب الطينية لمتطلبات مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2727 لسنة 1980)[7].

15-4/1 التصنيف (Classification)

تصنف الأنابيب الطينية بحسب قطرها الأسمي وكما مبين في الجدول (15-4/1).

الجدول 15-4/1: القطر الأسمي للأنابيب الطينية[8].

الصنف		القطر الاسمي (مم)				
الأنابيب الاعتيادية	الداخلي	50	60	75	100	125
	الخارجي	150	180	230	300	-
الأنابيب سميكة الجدران	الداخلي	100	150	200	250	300
	الخارجي	350	400	450	-	-

15-4/2 المظهر (Appearance)

15-4/2/1 يكون مقطع الأنبوب دائرياً وذا سمك متجانس وزواياه قائمة بحيث لا يشكل الأنبوب أية إعاقة عند الإستعمال.

15-4/2/2 يجب أن تكون الأنابيب خالية من التنقر والتفطر والتثلم والتصدع.

15-4/2/3 يجب أن لا يزيد عمق الثلم أو التصدع في تجويف وسدادة الأنبوب على نصف سمك جدار الأنبوب. كما إن طولها يجب أن لا يتجاوز نصف عمق السدادة.

15-4/3 النوعية (Quality)

يجب أن تحقق الأنابيب الطينية المتطلبات المدرجة في الجدول (15-4/2) وذلك بعد أن تفحص بموجب البند الخامس من المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2727 لسنة 1980)[7].

15-4/4 الاستواء (Leveling)

يقاس الإستواء بموجب متطلبات المدونة العراقية المختصة ويكون الحد الأعلى المقبول لعدم الإستواء في

طول الأنبوب هو (5 مم) أو أقل لكل (1 م) من طول الأنبوب.

الجدول 15-2/4: متطلبات الأنابيب الطينية[7].

الصنف	القطر الاسمي (مم)	مقاومة الأنابيب (الحد الأدنى) (كيلونيوتن/م)	امتصاص الماء (الحد الأعلى%)	مقاومة الحوامض (%)
الأنابيب الطينية الاعتيادية	50	8.8	10	–
	60 75 100 125 150 180	12		
	230	13		
	300	14.7		
الأنابيب سميكة الجدران	100	19.1	10	0.25
	150	21.5		
	200	23.5		
	250	25.5		
	300	27.4		
	350	29.4		
	400	31.4		
	450	33.3		

15-5 الأنابيب الطينية فائقة المقاومة (Vitrified Clay Pipes, Extra Strength (ES))

15-5/1 المواد والصنع (Material and Manufacture)

تصنع الأنابيب الطينية المزججة من الطين الناري (fire clay) أو الطين الصفيحي (Shale clay) أو الطين السطحي (fisher clay)، أو من خليط من هذه الأطيان التي تنتج مادة ذات مقاومة تجعلها قابلة للاستعمال وذلك عند تشكيلها على هيئة أنبوب وتسخينها إلى درجة حرارة ملائمة. وقد تكون هذه الأنابيب غير مزججة، وفي حالة كونها مزججة يجب أن تكون طبقة التزجيج منتظمة ومنسقة ومتجانسة وخالية كلياً من الشوائب.

15-5/2 متطلبات المظهر العام

15-5/2/1 البثور (Blisters)

15-5/2/1/1 يجب أن لا تتجاوز أبعاد البثور (blisters) (6 – 7 مم) في الأنابيب التي يتراوح مقاسها الإسمي (76 – 203) مم وأن لا توجد أية بثرة أو نقطة على سطح الأنبوب يتجاوز قطرها (8 مم).

15-5/2/1/2 يجب أن لا تحتوي الأنابيب ذات المقاس الذي يزيد على (457 مم) على بثور يزيد قطرها الداخلي على (6 – 16 مم/م طول) وأن لا توجد على سطح الأنبوب بثرة أو نقطة يزيد قطرها الداخلي على (10 مم/م طول).

15-5/2/1/3 يجب أن لا يحتوي الأنبوب على بثور مهشمة.

15-5/2/2 الشقوق والتصدع (Cracks and Fracture)

15-5/2/2/1 يجب أن لا يكون هناك أي شق أو تصدع يظهر من خلال الأنابيب الأسطوانية أو السدادة (رأس الأنبوب الواسع) باستثناء شق واحد في نهاية الحافة على أن لا يزيد على (75%) من عمق الحُق أو شق محيطي واحد في السدادة لا يتجاوز طوله (76 مم) أو يسمح بشق طولي واحد (50 مم) باتجاه طول الأنبوب.

15-5/2/2/2 يجب أن لا يزيد طول الشقوق أو الكسور في السطح الداخلي للأنبوب على (50 مم) ولا عرضها على (25 مم) ولا عمقها على (4/1) سمك الأنبوب.

15-5/3 الأبعاد والاستقامة (Dimensions and Straightness)

15-5/3/1 الأبعاد (Dimensions)

15-5/3/1/1 يجب أن تطابق أبعاد ومقاسات الأنابيب الأبعاد المثبتة في الجدول (1) من مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3828 لسنة 2002)[8].

15-5/3/1/2 يجب أن لا يزيد التفاوت في معدل القطر الداخلي للأنبوب على (3 %) من المقاس الأسمي للقطر الداخلي.

15-5/3/1/3 يعين معدل مقاس القطر الداخلي بأخذ قراءتين متعاكستين بدرجة (90°) ثم يؤخذ معدل القراءتين.

15-5/3/2 الاستقامة (Straightness)

يجب أن لا يزيد انحراف استقامة الأنبوب على (5 مم) لكل متر من طول الأنبوب وذلك عندما يقاس أعلى التواء من الجهة المقعرة للأنبوب. ويكون أسلوب قياس الإستقامة بموجب ماهو مبين في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3828 لسنة 2002)[8].

15-5/4 مقاومة السحق (Crushing Resistance)

تكون متطلبات مقاومة السحق للأنابيب عند فحصها على وفق الطريقة المبينة في مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM C301-2013)[9] كما هو مبين في الجدول (15-5/1).

الجدول 15-1/5: الحد الأدنى لمقاومة السحق للأنابيب الطينية المزججة فائقة المقاومة[9].

المقاس الأسمي (مم)	قوة السحق (كيلو نيوتن/متر)
76	29.2
102	29.2
152	29.2
203	32.1
254	35.0
305	37.9
381	42.3
457	48.2
533	56.2
610	64.2
686	68.6
762	73.0
838	80.3
914	87.6
991	96.3
1067	102.2

15-5/5 فحص الامتصاص (Absorption Test)

يجب أن لا تزيد نسبة الامتصاص للأنابيب على الحدود المسموحة عند فحصها على وفق الطريقة المبينة في مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM C301-2013)[9].

15-5/6 الضغط الهايدروستاتيكي (Hydrostatic Pressure)

عند فحص الأنابيب على وفق الطريقة المبينة في مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM C301-2013)[9]، يجب أن لا يحدث تسرب على الجزء الخارجي لها خلال مدة الفحص المبينة في الجدول (15-2/5).

الجدول 15-2/5: مدة فحص الضغط الهايدروستاتيكي[9].

سمك الأنبوب (مم)	مدة الفحص (دقيقة)
≤ 25	7
38 ≥ - > 25	9
51≥ - > 38	12
64≥ - > 51	15
76≥ - > 64	18
>76	21

15-7/5 مقاومة الحامض (Acid Resistance)

يجب أن لا تزيد نسبة امتصاص العينات المفحوصة للحامض على (0.25%) عند إجراء الفحص على وفق الطريقة المبينة في مواصفة الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM C301-2013)[9].

15-8/5 طرائق أخذ النماذج والفحص

15-1/8/5 طرائق أخذ النماذج (Methods of Sampling)

إن عدد العينات المطلوب فحصها من عدد الأنابيب لكل قطر أنبوب يجب أن لا يقل عن عينتين كحد أدنى ولا يتجاوز (0.5%) من عدد الأنابيب كحد أعلى.

15-2/8/5 طرائق الفحص (Methods of Test)

تجرى الفحوص بموجب المتطلبات المبينة في البنود من (15-2/5 إلى 15-7/5) على وفق المواصفة الأمريكية (ASTM C301-2013)[9].

15-6 القرميد (Clay Tiles)

يكون بلاط القرميد مصنوعاً من الطين المحروق ويجب أن لا يحتوي على جزيئات من الجير يمكن تمييزها بالعين المجردة على وجهي البلاطة وكذلك على مقطع كسرها. كما يجب أن يكون البلاط خالياً من الشقوق ومنتظم الشكل خالياً من العيوب مثل التموجات والإنتفاخ كثيفاً جاسئاً منتظم الحرق على مقطعه، كما مبين في المواصفة الأوربية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] والمواصفة البريطانية المرقمة (BS 6100-2010))[11].

15-1/6 القرميد المستوي المصنوع من الطين وملحقاته (Clay Plain Roofing Tiles and Fittings)

15-1/1/6 المجال (Scope)

تتضمن هذه الفقرة متطلبات القرميد المستوي وملحقاته، المصنع من حرق الطين العادي أو الطين الجيري والذي يستعمل في تغطية السقوف المائلة.

15-6/1/2 التعاريف (Definitions)

تتبع التعاريف المذكورة بالمواصفة الأوربية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] والمواصفة البريطانية المرقمة (BS 6100-2010))[11] في هذا الدليل.

15-6/1/3 المتطلبات (Requirements)

15-6/1/3/1 المظهر العام (General Appearance)

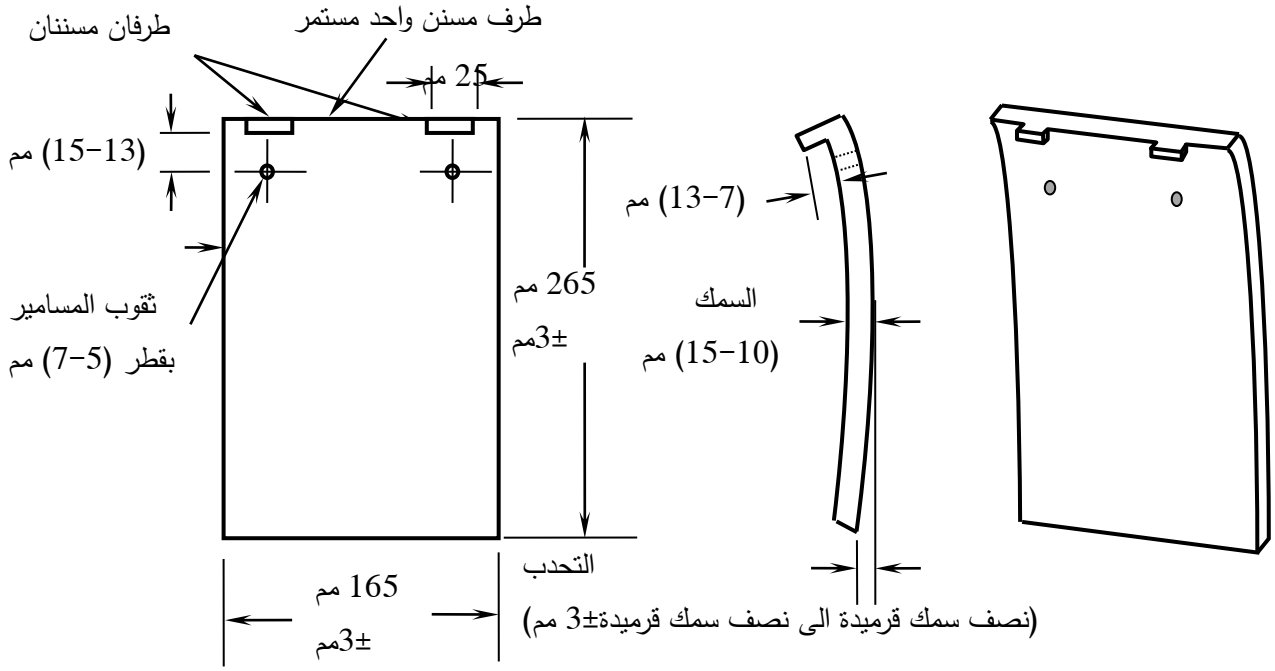
(أ) يكون المنتوج ذا شكل منتظم وخالياً من الشقوق الناتجة من عملية الحرق.

(ب) يكون المنتوج تام الشكل كثيفاً وصلباً.

(ت) يكون مقطع المنتوج عند كسره متجانساً تام الاحتراق خالياً من العقد الجيرية.

15-6/1/3/2 الشكل والأبعاد (Shape and Dimensions)

ينتج القرميد المستوي بموجب الشكل (15-6/1) والأبعاد الموضحة في الجدول (15-6/1)، ومن الممكن إنتاج قرميد بأبعاد أخرى يتفق عليها بين البائع والمشتري.



الشكل 15-6/1: قرميدة مستوية

الجدول 15-1/6: مقاسات القرميد.

المقاس		الطول (مم)	العرض (مم)
المقاس الاسمي	كحد أعلى	268	168
	كحد أدنى	262	162
	المقاس التشغيلي	265	165

15-1/6/3/3 الحمل المستعرض (Transverse Load)

يجب أن لا تقل مقاومة التحمل المركزة على منتصف القطع (للقرميدة الكاملة وملحق القرميدة) لحد الكسر عن (778) نيوتن عند فحصها على وفق الطريقة المبينة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] الخاصة بذلك.

15-1/6/3/4 امتصاص الماء (Water Absorption)

يجب أن لا يتجاوز معدل الزيادة في كتلة القطع (للقرميدة الكاملة وملحق القرميدة) على الحدود المسموحة عند فحصها على وفق الطريقة المبينة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] (10.5%).

15-1/6/4 التأشير (Labeling)

يؤشر على ظهر القرميد أسم المنتج أو علامته التجارية إن وجدت وبلد المنشأ، كما يجب أن يذكر بلد المنشأ للقرميد المستورد.

15-1/6/5 متطلبات استرشادية

15-1/6/5/1 اللون (Color)

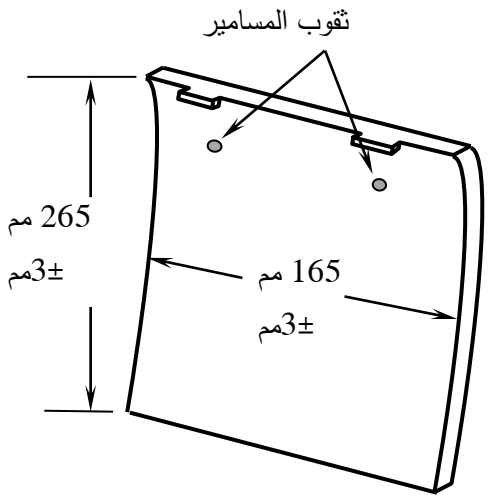
يكون لون القرميد وملحقاته بحسب ما اتفق عليه بين البائع والمشتري.

15-1/6/5/2 أبعاد وتفاوت ملحقات القرميد

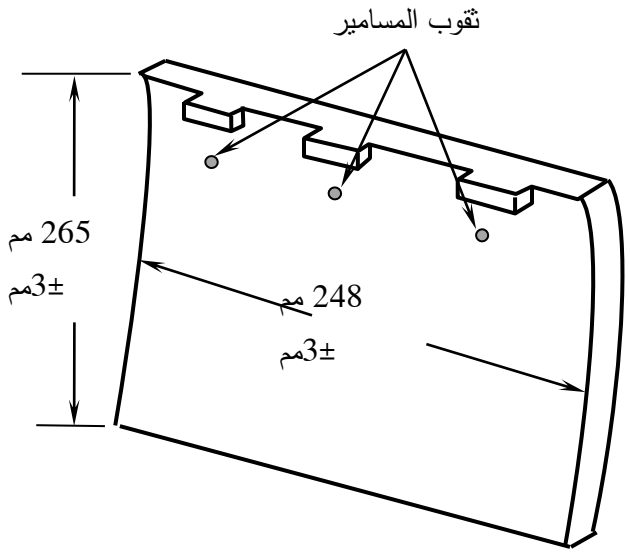
تنتج ملحقات القرميد بموجب الاشكال والأبعاد والتفاوتات المبينة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] وكالآتي:

(أ) **طنف (قرميد ذو إفريز مائل) (Eaves):** تكون القرميدة بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15-2/6) ولا يزيد عدد الثقوب الموجودة فيها على ثقبين، أو تحتوي القرميدة على ثقب واحد مستمر.

(ب) **قرميدة ونصف قرميدة:** تكون بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15-3/6) وينبغي أن يكون عدد الثقوب الموجودة فيها إثنين أو ثلاثة أو أن تحتوي على ثقب واحد مستمر.



الشكل 15–2/6: طنف (قرميد ذو افريز مائل).

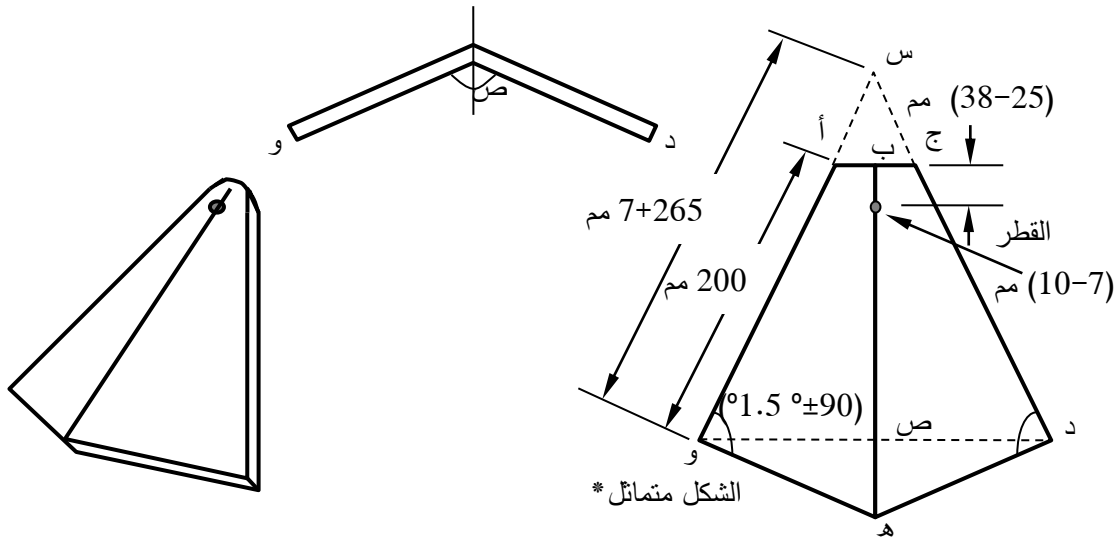


الشكل 15–3/6: قرميدة ونصف القرميدة.

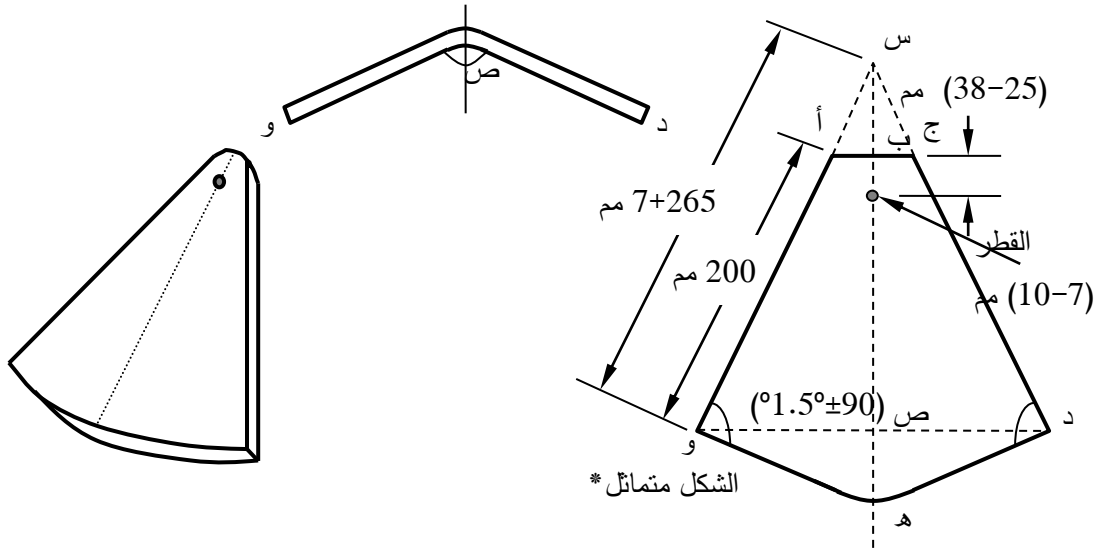
(ت) قرميد مسنم (Nipped Clay Tiles): يكون على نوعين:

(أولاً) قرميدة مسنمة زاوية: تكون بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15–4/6) وتوضع عند الجوانب بصورة أفقية وتكون ممتدة على الخطوط المجاورة لواجهة القرميدة المستوية وبحدود تفاوت مسموح به مقداره (±7 مم).

(ثانياً) قرميدة مسنمة دائرية: تكون بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15–5/6) توضع عند الجوانب بشكل موازٍ للحافات غير المقطوعة بحدود تفاوت مسموح به مقداره (±7 مم).



الشكل 15−4/6: قرميدة مسنمة زاويّة



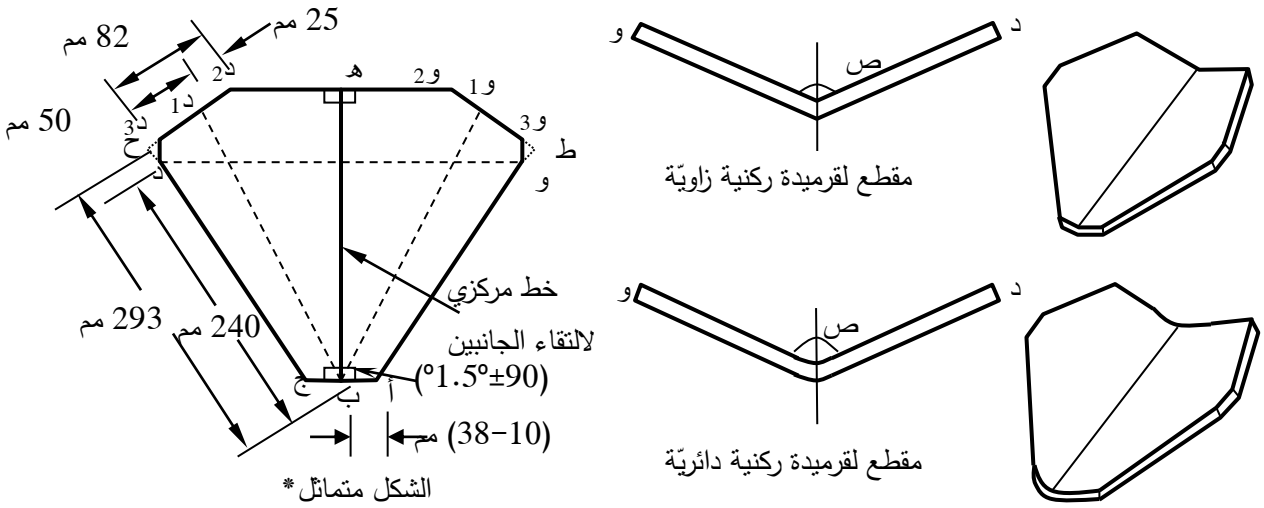
الشكل 15−5/6: قرميدة مسنمة دائريّة

(ث) قرميد ركني (Valley Tiles): تكونان على نوعين هما:

(أولاً) قرميدة ركنية زاويّة.

(ثانياً) قرميدة ركنية دائريّة.

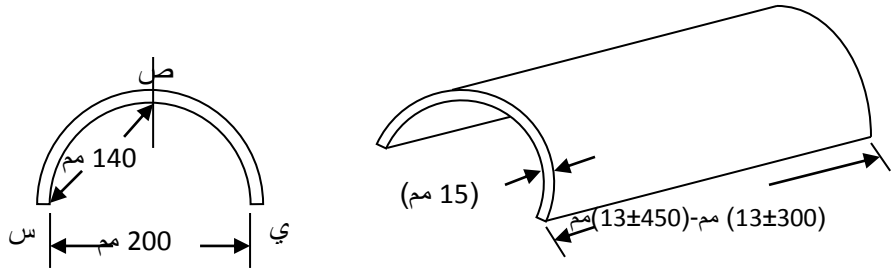
يكونان بالشكل والأبعاد والتفاوتات المبينة في الشكل (15−6/6) وتوضعان عند كل جانب بصورة مناسبة وممتدة على الخطوط المجاورة لواجهة القرميدة المستوية.



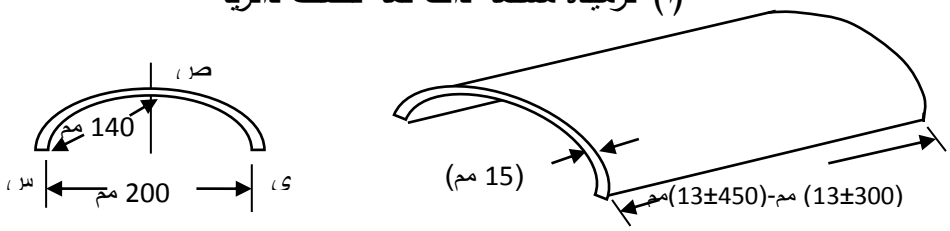
الشكل 15−6/6: قرميدة ركنيّة.

(ج) **قرميد مسنم ذو قمة:** يكون بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15−7/6).

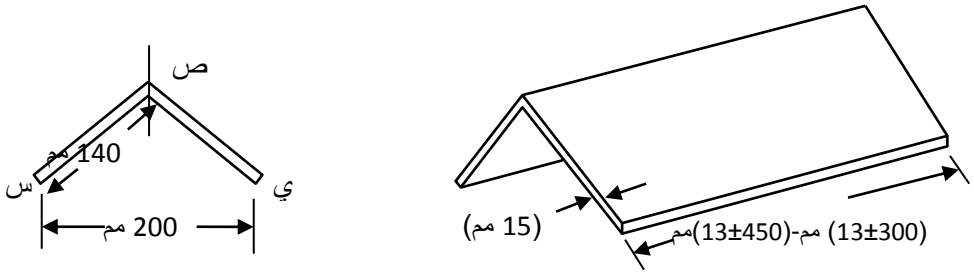
(ح) **قرميد شاقولي الزاوية:** يكون بالشكل والأبعاد والتفاوت المبينة في الشكل (15−8/6).



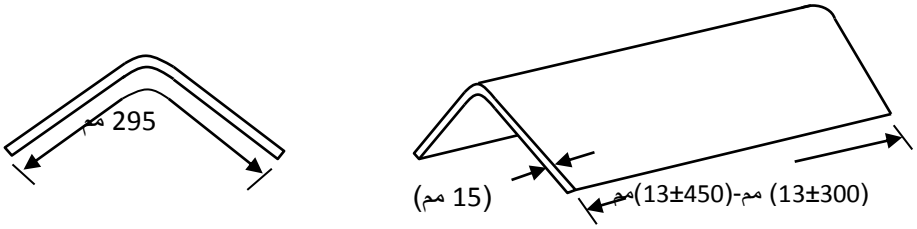
(أ) قرميدة مسنمة ذات قمة نصف دائرية



(ب) قرميدة مسنمة ذات قمة فصبة الشكل

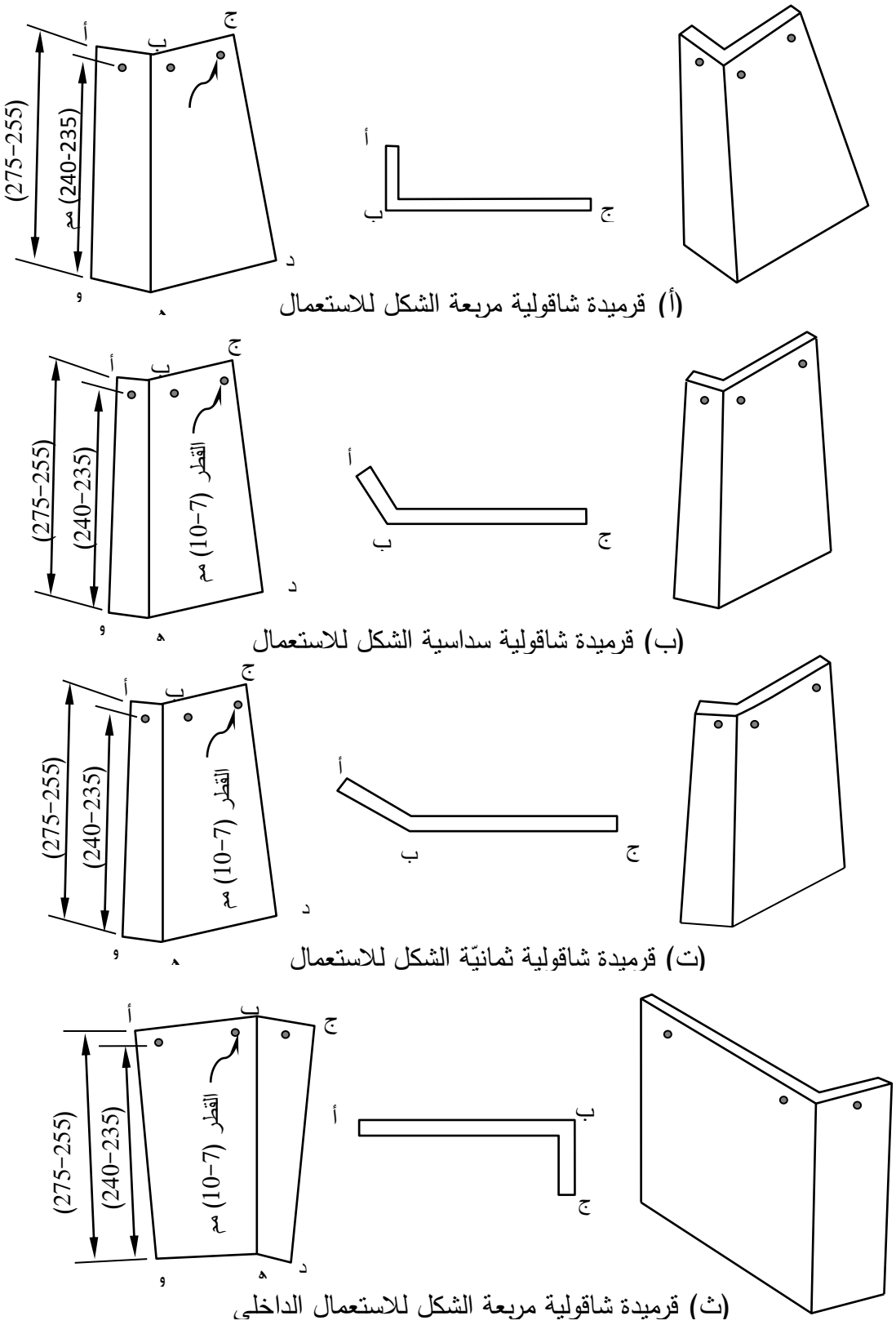


(ت) قرميدة مسنمة ذات قمة زاوية الشكل



(ث) قرميدة مسنمة ذات قمة مقوسة حادة

الشكل 15-7/6: قرميد مسنم ذو قمة.



(أ) قرميدة شاقولية مربعة الشكل للاستعمال

(ب) قرميدة شاقولية سداسية الشكل للاستعمال

(ت) قرميدة شاقولية ثمانيّة الشكل للاستعمال

(ث) قرميدة شاقولية مربعة الشكل للاستعمال الداخلي

الشكل 15–8/6: قرميد شاقولي الزاوية.

15-6/1/6 أخذ النماذج (Sampling)

تؤخذ النماذج للفحوص المختلفة بصورة عشوائية من قبل المشتري أو من يمثله قبل أو عند تسليم الارسالية بحيث تكون مؤشرة ومعرفة من قبل المجهز وتؤخذ (25) قرميدة كنماذج لكل ارسالية مكونة من (10000) قرميدة أو أقل.

15-7/1/6 طرائق الفحص (Testing Methods)

تتبع الطرائق المبينة في المواصفة البريطانية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10]، وعند عدم تحقيق النموذج لأي من متطلبات الفحص المبينة في المواصفة يؤخذ نموذج جديد يحتوي على ضعف القطع (قرميدة كاملة وملحق قرميدة) من الارسالية ويعاد ذلك الفحص على ضعف العدد المطلوب، في حالة فشل عينة واحدة أو أكثر من النموذج الجديد في تحقيق أي من متطلبات الفحص تعتبر الإرسالية التي يمثلها النموذج فاشلة وترفض.

15-2/6 أنواع بلاط القرميد

15-1/2/6 بلاط القرميد غير المزخرف

يكون بلاط القرميد غير المزخرف مصنوعاً من الطين المفخور بحسب المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 1304/2013)[10] أو أي مواصفة عربية أو عالمية يوافق عليها رب العمل، على أن لا تزيد نسبة إمتصاصه على (10.5%) بالوزن.

15-2/2/6 بلاط القرميد المزخرف

يصنف بلاط القرميد المزخرف إلى ثلاثة أصناف وهي:

15-1/2/2/6 قرميد كامل التزجيج: وهو القرميد الذي لا تزيد نسبة امتصاصه على (0.3%) بالوزن.

15-2/2/2/6 القرميد المزجج: وهو القرميد الذي لا تزيد نسبة امتصاصه على (4%) بالوزن.

15-3/2/2/6 القرميد العادي: وهو القرميد الذي لا تزيد نسبة امتصاصه على (6%) للصنف الأول و(10%) بالوزن للصنف الثاني.

15-3/6 المواد المستعملة في تثبيت القرميد

15-1/3/6 القطع الخاصة

تصنع القطع الخاصة من مادة القرميد نفسها وتستعمل لأغراض التهوية وتمديدات الخدمات وتكون ذات أشكال مختلفة ملائمة للغرض المطلوب ومثقوبة بمقاسات مناسبة لمرور أنابيب الخدمات كالتهوية والكهرباء والهاتف وشبكة التلفزيون والميازيب وغيرها.

15-2/3/6 المسامير (Nails)

يجب أن تحقق المسامير المستعملة لتثبيت بلاطات القرميد على الشرائح الخشبية (battens) متطلبات المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة العالمية النافذة كالمواصفة القياسية البريطانية على النحو التالي:

15-6/3/2/1 مسامير الألمنيوم (BS EN 1494/2008)[12].

15-6/3/2/2 مسامير النحاس (BS EN 1494/2008)[12].

15-6/3/2/3 مسامير الفولاذ الذي لا يصدأ (BS EN 1494/2008)[12].

يحظر إستعمال المسامير المصنوعة من الفولاذ لتثبيت بلاط القرميد إلى الشرائح.

15-6/3/3 مواد التصفيح والمعالجة

تصنع مواد التصفيح من الخارصين (الزنك) ويجب أن تحقق متطلبات المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة العالمية المعتمدة كالمواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 988-1997)[13] أو أن تكون مصنعة من الرصاص ويجب أن تحقق حينئذٍ متطلبات المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 21588-1999)[14].

15-6/3/4 المشابك (Clips)

15-6/3/4/1 مشابك الألمنيوم (Aluminum Clips)

يجب أن تحقق مشابك الألمنيوم العادية والمطلية متطلبات المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 1494:200+A1:2008)[12] وتكون ذات سمك لا يقل عن (4.5 مم).

15-6/3/4/2 مشابك الفولاذ (Steel Clips)

يجب أن تحقق مشابك الفولاذ عديم الصدأ متطلبات المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 1494:2008)[12] وتكون ذات سمك لا يقل عن (3 مم).

15-6/3/5 الأخشاب (Woods)

يجب أن تحقق ألواح الخشب الطري المستعملة للتصفيح تحت القرميد متطلبات المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS EN 1297/2004)[15]. أما الأخشاب المستعملة في تصنيع الشرائح (battens) فيجب أن تكون من الخشب الطري مع مراعاة المتطلبات المبينة في المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 4471:part1)[16] بالنسبة لمقاسات الأخشاب كما يراعى إختيار مقاسات الأخشاب بحسب نوعية القرميد والشكل المعماري لسقف المبنى.

15-6/4 الخصائص (Properties)

15-6/4/1 المقاومة المستعرضة (Transverse Strength)

عند إجراء إختبار المقاومة المستعرضة بحسب المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 1494/2008)[12] أو بحسب المواصفة القياسية الألمانية المرقمة (DIN 546-08)[17] أو ما يماثلها على بلاط القرميد، يجب أن لا يقل متوسط حمل الكسر لخمسة نماذج فحص عن (778) نيوتن عند منتصف عرض نموذج الفحص بين المسندين على أن لا يقل ذلك الحمل للنموذج الواحد عن (700) نيوتن.

15-2/4/6 إمتصاص الماء (Water Absorption)

عند إجراء إختبار إمتصاص الماء بحسب المواصفة العراقية النافذة أو المواصفة القياسية البريطانية المرقمة (BS 1494/2008)[12] على بلاط القرميد، يجب أن لا يزيد متوسط نسبة الإمتصاص لخمسة نماذج فحص من القرميد على ما ذكر في البند (15-4/3/1/6).

15-5/6 تركيب القرميد على السقوف الخرسانية والخشبية

يشترط في تركيب القرميد على السقوف الخشبية والخرسانية أن يكون بحسب المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[18].

15-7 الطابوق الطيني للواجهات

هو نوع من أنواع الطابوق الفرشي الذي تكون أبعاده عادة (280 × 280 × 60) مم أو (300 × 300 × 70) مم، تحتوي خاماته على أملاح كبريتية تعطيه اللون الأصفر الذهبي بعد الفخر. يقطع هذا النوع من الطابوق إلى ثلاث قطع ثم تنجر القطع للحصول على سطح مميز اللون. تثبت القطع على الجدران بطريقة الاكساء (التغليف) وباسلوب الجفقيم. ويجب أن تحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3816 لسنة 2002)[19] المواصفة القياسية العراقية المرقم (3887 لسنة 2003)[20].

15-8 الطابوق الطيني للمداخن (Clay Bricks for Chimney)

يجب أن يحقق الطابوق الطيني المستعمل لتبطين المداخن متطلبات مواصفة الطابوق الطيني، حيث تكسى به الوجوه الداخلية للمداخن لمنع تنفيسها وتسرب الدخان منها ويمكن الاستعاضة عنه باستعمال الأنابيب الفخارية.

15-9 البلاطات الطينية المفخورة المستعملة في اعمال الري والبزل

(Burnt Clay Tiles for Use in Lining Irrigation and Drainage Works)

15-1/9 المجال (Scope)

تتضمن هذه الفقرة متطلبات البلاطات الطينية المفخورة المستطيلة الشكل المصنوعة يدوياً أو المقطعة ميكانيكياً أو المكبوسة آلياً والتي تستعمل في اعمال تبليط قنوات الري ومجاري البزل (ولا يشمل استعمالها أعمال مجاري المياه الثقيلة).

15-2/9 الأبعاد والتفاوت (Dimensions and Tolerance)

يكون مقاس البلاطة (300 × 150 × 50) مم، ويكون التفاوت المسموح بأبعاد البلاطة هو (±10 مم) للطول، و (±5 مم) للعرض و (±1.5 مم) للسمك مع تجنب وجود خطوط أو تقاطعات في البلاطة.

15-3/9 التصنيف (Classification)

تصنف البلاطات إلى صنفين، الصنف (105) والصنف (75)، وكما مبين في الجدول (15-1/9).

15-4/9 أخذ النماذج ومعيار التطابق

تؤخذ نماذج البلاطات بموجب المواصفة القياسية الهندية المرقمة (3495) الجزء الرابع لسنة (1973)[21] الخاصة بذلك.

15-5/9 طرائق الفحص

تعين مقاومة انضغاط البلاطات الطينية المفخورة المستعملة في تبطين القنوات بحسب مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3916 لسنة 2004)[22].

الجدول 15-1/9: الخصائص الفيزيائية للبلاطات الطينية المفخورة.

الخاصية	الصنف (105)	الصنف (75)	طريقة الفحص
مقاومة الانضغاط (نيوتن/مم^2)	10.5 حد أدنى	7.5 حد أدنى	على وفق مسودة المواصفة* الخاصة بذلك (الفقرة 7-1/2 منها)
معدل الامتصاص للماء (% وزن) بعد غمر البلاطة لمدة (24) ساعة	15 حد أعلى	20 حد أعلى	بحسب المواصفة ** الخاصة بذلك
معدل مقاومة الكسر (نيوتن/مم^2)	1.5 حد أعلى	1.2 حد أدنى	على وفق مسودة المواصفة * الخاصة بذلك (الفقرة 7-2/2 منها)
الفتل (Twist) (مم)	3 مم		بحسب المواصفة *** الخاصة بذلك

* مسودة المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2004/3916)[22].

** المواصفة القياسية الهندية المرقمة (1975/3367)[23].

*** المواصفة القياسية الهندية المرقمة (3495) الجزء الثاني لسنة (1973)[24].

15-10 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/25، " *الطابوق المصنوع من الطين*"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[2] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 307، " *مدونة جدران البناء*"، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الاصدار حالياً.

[3] BS 5628-1, "*Specification for Clay Bricks*", UK, 2005.

[4] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/24، " *طرق فحص وأخذ نماذج الطابوق والكتل الفخارية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1994/1845، *"الطابوق المقاوم للأحماض"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1994.

[6] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1990/2419، *"كتل البناء الفخارية المجوفة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1990.

[7] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1980/2727، *"مسودة الأنابيب الطينية"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1980.

[8] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2002/3828، *"الأنابيب الطينية فائقة القوة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

[9] ASTM, C301-13, "*Standard Test Method for Vitrified Clay Pipe"*, ASTM, USA, 2013.

[10] BS EN 1304, "*Clay Roofing and Fittings-Product Definitions and Specifications"*, UK, 2013.

[11] BS 6100-1, "*Building and Civil Engineering"*, Introduction and Index UK, 2010.

[12] BS EN 1494: 200+A1;2008, "*Mobile or Movable Jacks Associated Lifting Equipment"*, UK, 2008.

[13] BS EN 988, "*Specification for Zinc Alloy and Strip of Building"*, UK, 1997.

[14] BS EN 12588, "*Specification for Milled Lead Sheet for Building Purposes"*, UK, 1999.

[15] BS 1297, "*Specification for Tongued and Grooved Softwood Flooring"*, UK, 1987.

[16] BS 4471, "*Specification for Dimensions for Softwood Size of Sawn and Planed Timber"*, UK, 1987.

[17] DIN 546-08, "*Burnt-Clay Roofing Tiles; Requirement Test Control*", Germany, 1976.

[18] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، *"المواصفات الفنية للأعمال المدنية"*، وزارة الأعمار والأسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[19] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2002/3816، *"الطابوق الطيني للواجهات"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

[20] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2003/3887، *"الطابوق الطيني للواجهات"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2003.

[21] المواصفة الهندية 3495، الجزء الرابع، 1973.

[22] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2004/3916، *"متطلبات البلاطات الطينية المفخورة المستعملة في اعمال الري والبزل"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2004.

[23] المواصفة الهندية 3367، الجزء الرابع، 1975.

[24] المواصفة الهندية 3495، الجزء الثاني، 1973.

الباب 16

الصخور والحجارة (Rocks and Stones)

16-1 الحجر الطبيعي لاستعمالات البناء (Natural Stone for Building)

الصخور عبارة عن تشكيلات تحتوي على مجموعة من المعادن تتواجد في الطبيعة، وتكون جزءا أساسيا من تركيب القشرة الأرضية. وعلى هذا الأساس يكون لكل صخر خاصية مميزة تفرقه عن صخر آخر وتجعله وحدة قائمة بذاتها. ويعتبر الصخر الوحدة الأساسية في تكوين الأرض، أما الحجارة فهو إسم آخر للصخر وتطلق على أجزاء الصخور التي تنتج بشكل طبيعي بسبب التعرية أو بشكل صناعي للأغراض البنائية.

16-1/1 الرخام (المرمر) (Marble)

يعرف الرخام بأنه حجر بلوري يتكون بصورة أساسية من واحد أو أكثر من معادن الكالسايت أو الدولومايت أو السربنتين ويكون قابلا للتلميع.

16-1/1/1 التصنيف (Classification)

يصنف الرخام إلى الأصناف التالية:

(أ) كاربونات الكالسيوم البلورية (معدن الكالسايت) (Calcite).

(ب) كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم البلورية (معدن الدولومايت) (Dolomite).

(ت) سليكات المغنيسيوم المميأة (السربنتين) (Serpentine).

(ث) ترافرتين (حجر جيري من مياه الينابيع) (Travertine).

16-1/1/2 المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989)[1] المتطلبات التالية:

16-1/2/1/1 الإمتصاص (Absorption)(%): يجب أن لا تتجاوز نسبة الامتصاص المقدار (0.75%).

16-1/2/1/2 الكثافة (Density) (كغم/م^3): يجب أن لا تقل الكثافة عن:

2600	بالنسبة للصنف (أ)
2800	بالنسبة للصنف (ب)
2700	بالنسبة للصنف (ج)
2300	بالنسبة للصنف (د)

16-1/2/1/3 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) (نيوتن/مم^2): لا تقل عن (52) للأصناف الأربعة بالإتجاهين الموازي والعمودي على مستوى التصدع.

16-1/2/1/4 معاير الكسر (Modulus of Rupture) (نيوتن/ مم^2) : لا يقل عن (7) للأصناف الأربعة.

16-1/2/1/5 مقاومة التآكل (السحج) (Abrasion Resistance) (مم): لا تزيد على (1) للأصناف الأربعة.

يجب أن يكون الرخام خاليا من العيوب مثل التشظي أوالتصدع أو التشقق أو الانفصال في خط الالتحام على جانبي العرق والندبة أو أي شائبة تؤثر على صلادة ومتانة ومظهر الحجر.

16-2/1 الحجر الرملي (Sandstone)

16-1/2/1 التعريف (Definition)

هو عبارة عن رمل متصلب تتكون حبيباته بصورة أساسية من الكوارتز أو من الكوارتز والفلسبار أو من تركيب هش (فتاتي) مع مواد رابطة خلالية مختلفة تتضمن السيليكا أو أكاسيد الحديد أو الكالسايت والطين[2،ص253].

16-2/2/1 التصنيف (Classification)

يصنف الحجر الرملي إلى الأنواع الآتية بحسب نسبة احتوائه على السيليكا الحرة:

(أ) حجر رملي وتكون نسبة السيليكا الحرة فيه (50%) كحد أدنى.

(ب) حجر رملي كوارتز وتكون نسبة السيليكا الحرة فيه (90%) كحد أدنى.

(ت) كوارتز: نسبة السيليكا الحرة فيه (95%) كحد أدنى.

16-3/2/1 المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لعام 1989)[1] المتطلبات الآتية:

16-1/3/2/1 الامتصاص (Absorption) (%): يجب أن لا يتجاوز الامتصاص النسب الآتية:

20	بالنسبة للصنف (أ)
3	بالنسبة للصنف (ب)
1	بالنسبة للصنف (ج)

16-2/3/2/1 الكثافة (Density) (كغم/م^3): يجب أن لا تقل الكثافة عن:

2250	بالنسبة للصنف (أ)
2400	بالنسبة للصنف (ب)
2550	بالنسبة للصنف (ج)

16-3/3/2/1 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا تقل مقاومة الانضغاط عن:

14	بالنسبة للصنف (أ)
70	بالنسبة للصنف (ب)
140	بالنسبة للصنف (ج)

16-4/3/2/1 معاير الكسر (Modulus of Rupture) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا يقل معاير الكسر عن:

2	بالنسبة للصنف (أ)

7 بالنسبة للصنف (ب)

14 بالنسبة للصنف (ج)

16-1/2/3/5 مقاومة التآكل (السحج) (Abrasion Resistance) (مم): يجب أن لا تزيد مقاومة التآكل على (1) لكافة الأصناف.

16-1/3 الحجر الجيري (Limestone)

16-1/3/1 التعريف (Definition)

هو عبارة عن حجر رسوبي يحتوي بصورة أساسية على كاربونات الكالسيوم (معدن الكالسايت) أو ثنائي كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم (معدن الدولومايت) أو خليطهما.

16-1/3/2 التصنيف (Classification)

يصنف الحجر الجيري إلى ثلاثة أصناف بحسب كثافته:

(أ) الحجر ذو الكثافة الواطئة: وهو الحجر الذي تزيد كثافته على (1750 كغم/م^3) وتقل عن (2150 كغم/م^3).

(ب) الحجر ذو الكثافة المتوسطة: وهو الحجر الذي تزيد كثافته على (2150 كغم/م^3) وتقل عن (2500 كغم/م^3).

(ت) الحجر ذو الكثافة العالية: وهو الحجر الذي تزيد كثافته على (2500 كغم/م^3).

16-1/3/3 المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989) المتطلبات التالية:

16-1/3/3/1 الامتصاص (Absorption) (%): يجب أن لا تتجاوز نسبة الامتصاص المقادير التالية:

12 بالنسبة للصنف (أ)

7.5 بالنسبة للصنف (ب)

3 بالنسبة للصنف (ج)

16-1/3/3/2 الكثافة (Density) (كغم/م^3): يجب أن لا تقل الكثافة عن:

1750 بالنسبة للصنف (أ)

2150 بالنسبة للصنف (ب)

2550 بالنسبة للصنف (ج)

16-1/3/3/3 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا تقل مقاومة الانضغاط عن:

12 بالنسبة للصنف (أ)

28 بالنسبة للصنف (ب)

55 بالنسبة للصنف (ج)

16-1/3/3/4 معاير الكسر (Modulus of Rupture) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا يقل معاير الكسر عن:

بالنسبة للصنف (أ)	3
بالنسبة للصنف (ب)	3.5
بالنسبة للصنف (ج)	7

16-1/3/3/5 مقاومة التآكل (السحج) (Abrasion Resistance) (مم): يجب أن لا تزيد مقاومة التآكل على (1) لكافة الأصناف.

يكون الحجر الجيري ذا متانة وصلابة جيدتين وخاليا من العيوب المرئية أو تجمعات المواد التي تؤثر على المظهر أو المقاومة.

16-1/4 الكرانيت (Granite)

16-1/4/1 التعريف (Definition)

هو عبارة عن صخور حبيبية نارية (بركانية) يتراوح لونها بين الوردي والرصاصي الفاتح أو الغامق وتتكون أساسا من الكوارتز والفلسبار مع واحد أو أكثر من المعادن الغامقة، ويكون نسيجها متجانسا. وقد يكون الحجر من النوع الكرانيتي المتحول أو يكون ذا نسيج محتوٍ على ثقوب ناعمة، وتصنف بعض الصخور النارية الغامقة ضمن هذا النوع مع إنها لا تعتبر من أنواع الكرانيت[2،ص253].

16-1/4/2 المتطلبات الفيزيائية (Physical Requirements)

تحدد المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989)[1] المتطلبات التالية:

16-1/4/2/1 الامتصاص (Absorption) (%): يجب أن لا تتجاوز نسبة الإمتصاص المقدار (0.4).

16-1/4/2/2 الكثافة (Density) (كغم/م^3): لا تقل الكثافة عن (2500).

16-1/4/2/3 مقاومة الانضغاط (Strength Compressive) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا تقل مقاومة الإنضغاط عن (130).

16-1/4/2/4 معاير الكسر (Modulus of Rupture) (نيوتن/مم^2): يجب أن لا يقل معاير الكسر عن (10).

16-1/4/2/5 مقاومة التآكل (السحج) (Abrasion Resistance) (مم): يجب أن لا تزيد مقاومة التآكل على (1).

يجب أن يكون الكرانيت خاليا من المعادن التي تؤدي إلى ظهور بقع في الأجواء الطبيعية. وتعامل جميع الصخور النارية الأخرى ذات الألوان الفاتحة معاملة الكرانيت أي تجب مقارنة نتائجها بمواصفات الكرانيت.

16-2 الاكساء بالحجر

يجب مراعاة مانصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[3].

16-3 الرخام (المرمر) المستعمل للجدران والأرضيات (Marble for Walls and Floors)

16-3/1 الرخام (المرمر) المستعمل في تغليف الجدران (Marble for Walls Finishing)

16-3/1/1 المواد (Materials)

16-3/1/1/1 يجب أن يحقق الرخام المستعمل متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989)[1] التي تصنفه إلى أربعة أصناف كما مبين في العبارة (16-1/1/1) من هذا الباب.

16-3/1/1/2 يكون الرخام المستعمل خالياً من العيوب ومن التشظي أو التصدع أو التشقق أو الانفصال في خط الالتحام على جانبي العرق أو الندبة وخالياً من أي شائبة تؤثر في صلابته أو متانته أومظهره.

16-3/1/1/3 يجب أن تكون مفاصل الربط على وفق ما نصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[3].

16-3/1/2 التفاوت في الأبعاد (Tolerance in Dimensions)

16-3/1/2/1 يجب أن لا يزيد التفاوت في طول بلاطة الرخام المستعملة أو عرضها على (0.25%) ولا يزيد التفاوت على (3%) في سمكها[1].

16-3/1/2/2 يجب أن لا يزيد التفاوت في استواء السطح على (1 مم) لكل (1 م) في أي اتجاه.

16-3/1/2/3 يجب أن تكون حافات بلاطات الرخام المربعة والمستطيلة متوازية ومتعامدة بعضها على بعض وتكون ضمن التفاوتات المذكورة في هذه الفقرة.

16-3/1/3 تنفيذ الأعمال (Construction Works)

يجب تنفيذ الأعمال الخاصة بالرخام (المرمر) على وفق ما نصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300).

16-3/2 الرخام (المرمر) المستعمل في إكساء الأرضيات (Marble for Floor Finishing)

16-3/2/1 المواد (Materials)

يجب أن يحقق الرخام متطلبات الصنفين (أ) أو (ب) اللذين تذكرهما المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989)[1]، كما مبين في الفقرة (16-1/1/1).

16-3/2/2 المقاسات (Dimensions)

16-3/2/2/1 الأرضيات (Floors)

يجب أن يكون الرخام المستعمل للأرضيات بالمقاسات المبينة في الجدول (16-3/1).

16-3/2/2/2 الإزارة (Skirting)

يجب أن لا يقل سمك الإزارة عن (10 مم) وأن لا يقل طولها الموازي للبلاطة عن طول ضلع البلاطة المستعملة في المساحة الواحدة.

16-3/2/2/3 درجات السلم (Stair Steps)

يجب أن لا يقل سمك بلاط الرخام المستعمل في درجات السلم عن (30 مم) للدوسة و (20 مم) للرافع ويشترط أن تنفذ الدرجة الواحدة التي لا يزيد طولها على (1.5 م) باستعمال قطعة رخام واحدة[1].

16-3/2/2/4 عتبة الباب

يجب أن لا يقل سمك بلاط الرخام المستعمل عند عتبة الباب عن (30 مم)[1].

الجدول 16-3/1: مقاسات الرخام المستعمل للأرضيات[1].

طول الضلع الأكبر (مم)	التفاوت المسموح (%)	السمك (مم)
1000-700	0.2	30-26
600	0.2	24-20
500	0.2	24-20
400	0.2	24-20
300	0.2	20-18
200	0.2	20-18
100	0.2	20-18

16-3/2/3 الخصائص (Properties)

16-3/2/3/1 الامتصاص (Absorption): عند إجراء فحص الامتصاص على الرخام المستعمل في الاكساء بحسب المواصفة القياسية العراقية والمواصفة الأمريكية (ASTM C97-2009)[4]، يجب أن لا يزيد معدل امتصاص الماء لنماذج الفحص في العينة الواحدة على (0.75%) وزنا.

16-3/2/3/2 مقاومة الانضغاط (Compressive Strength): عند إجراء فحص مقاومة الانضغاط على الرخام المستعمل في الاكساء بحسب المواصفة القياسية العراقية والمواصفة الأمريكية (ASTM C170-2009)[5]، يجب أن لا يقل متوسط مقاومة الانضغاط لنماذج الفحص في العينة الواحدة عن (52 نت/مم^2) للأصناف الأربعة المذكورة في الفقرة (16-1/1/1).

16-3/2/3/3 معاير الكسر (Modulus of Rupture): عند إجراء الفحص على الرخام المستعمل في الاكساء بحسب المواصفة القياسية العراقية والمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C97-2009)[4]، يجب أن لا يقل معدل

معاير الكسر لنماذج الفحص في العينة الواحدة عن (7 نت/مم^2) للأصناف الأربعة المذكورة في الفقـــــرة (1/1/1-16).

4/3/2/3-16 مقاومة التآكل (Abrasion Resistance): عند إجراء فحص مقاومة التآكل على الرخام المستعمل في الاكساء بحسب الدليل الإسترشادي المرقم (65 لسنة 1989)[6] والمواصفة الأمريكية المرقمة (ASTM C241-2009)[7]، يجب أن لا يزيد معدل مقاومة التآكل لنماذج الفحص على (1 مم) ولا يقل عدد نماذج الفحص عن (10) وحدات.

4/2/3-16 التركيب (Setting)

يجب تنفيذ الأعمال الخاصة بتركيب درجات السلم وعتبات الأبواب بالرخام (المرمر) على وفق ما نصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300) [3].

4-16 النمذجة

تؤخذ النماذج الخاصة بفحوص الحجر الطبيعي المستعمل لأغراض البناء بموجب الدليل الإسترشادي المرقم (65 لسنة 1989)[6] بحيث تكون النماذج المأخوذة بعدد كافٍ لجميع الفحوص القياسية المطلوبة لكل نوع أو صنف الحجر قيد الفحص ومن النوعية المجهزة نفسها.

5-16 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1989/1387، *"الحجر الطبيعي لاستعمالات البناء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[2] زهير ساكو وآرتين ليفون، *"انشاء المباني"*، جامعة بغداد، جمهورية العراق، إعادة طبع الطبعة الأولى، 2007.

[3] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، *"المواصفات الفنية للأعمال المدنية"*، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[4] ASTM, C97/C97M-09, "*Standard Test Method for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone*", USA, 2009.

[5] ASTM, C170/C170M-09, "*Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone*", USA, 2009.

[6] الدليل الإسترشادي العراقي 1989/65، *"طرائق فحص الرخام"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1989.

[7] ASTM, C241-09, "*Standard Test Method for Abrasion Resistance of Stone*", USA, 2009.

الباب 17

المتفرقات (Sundries)

17–1 الملاط المقاوم للمواد الكيميائية (الملاط الراتنجي) (الايبوكسي) (Chemical-Resistant Resin)

يكون هذا النوع من الملاط مناسباً للاستعمال بواسطة المالج أو بواسطة الرش لتكوين سطوح متراصة مقاومة للحوامض.

17–1/1 الملاط الراتنجي (الايبوكسي) المتراص المقاوم للحوامض
(Chemical-Resistant Resin Monolithic Surfacing)

هو عبارة عن مزيج مكون أساساً من مادة سائلة راتنجية وعامل تماسك ومواد مالئة. تمزج هذه المكونات اعتيادياً عند درجة حرارة (21 – 29 س°) لتكوين ملاط قابل للتشغيل بواسطة المالج أو تكوين مادة يمكن قذفها بواسطة رشاش. يتصلب الملاط بعد فرشه بسمك لا يقل عن (1.5 مم). وهناك نوعان للملاط من حيث التحمل:

17–1/1/1 النوع الأول (First Type)

الملاط المناسب للسطوح التي تتطلب مقاومة للحوامض ومقاومة معتدلة لاسناد الأحمال الثقيلة.

17–1/1/2 النوع الثاني (Second Type)

الملاط المناسب للسطوح التي تتطلب مقاومة للحوامض ومقاومة للصدمات الحرارية.

17–1/2 المكونات (Composition)

17–1/2/1 المادة السائلة الراتنجية (Flowable Resin Material)

إن المادة الراتنجية هي إما ايبوكسي راتنجي أو بولي أستر راتنجي، أو أي مادة لها القدرة على مقاومة المواد الحامضية.

17–1/2/2 المواد المالئة (Filler Materials)

تكون المواد المالئة عادة سلولوزية أو ذات طبيعة كاربونية، وتختار المادة المالئة على أساس كونها مقاومة للمواد الحامضية.

17–1/3 المتطلبات (Requirements)

يجب أن يحقق الملاط متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3856 لسنة 2002)[1] أو المواصفتين (ASTM C395-01–)[2] أو (ASTM C466–03)[3].

17–2 البنتونايت (Bentonite)

17–2/1 التعريف (Definition)

البنتونايت عبارة عن مادة لدائنية مسامية تتكون من معادن طينية من مجموعة المونتموريلونايت التي تتميز بوجود كاتيونات (أيونات موجبة) التبادل الأيوني مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم، وهي الكاتيونات

المسؤولة عن خصائص الانتفاخ والامتصاص للبنتونايت. وتوجد ثلاثة أنواع من البنتونايت:

17-1/1/2 البنتونايت الصودي الطبيعي.

17-2/1/2 البنتونايت الكلسي الطبيعي.

17-3/1/2 البنتونايت الصودي المصنع، ويصنع باحلال عنصر الكالسيوم في البنتونايت الكلسي محل عنصر الصوديوم وذلك باضافة كاربونات الصوديوم.

17-2/2 الاستعمالات (Uses)

للبنتونايت استعمالات كثيرة منها:

17-1/2/2 يستعمل كطين حفر في أعمال ركائز الصب الموقعي وحفر آبار النفط والمياه.

17-2/2/2 يستعمل كمادة لاحمة في عمليات تجميع خامات الحديد أو كرمل مسبوكات.

17-3/2/2 يستعمل كمادة مساعدة للهضم في أعلاف الحيوانات.

17-4/2/2 يستعمل كحبيبات امتصاص للتنقية وإزالة الالوان في مجالات الصناعة.

17-3/2 طريقة أخذ النماذج (Sampling)

يمكن اعتماد الدليل الاسترشادي المرجعي المرقم (1016 لسنة 2002)[4] كدليل لأخذ نماذج البنتونايت.

17-4/2 المظهر العام (General Appearance)

تتكون مادة البنتونايت من مسحوق ناعم جداً ذي لون أصفر- برتقالي فاتح أو رمادي إلى رمادي خفيف أو يكون ذا لون خردلي خالياً من الاتربة أو أي مادة غريبة أخرى.

17-5/2 التصنيف (Classification)

يجب أن يطابق تصنيف البنتونايت التصنيف المبين في الجدول (17-1/2).

الجدول 17-1/2: تصنيف البنتونايت[5].

الصنف	الاستعمال	الدرجة	
الصنف 1	الصناعات الكيميائية مثل إزالة لون الزيوت النباتية والنفطية وصناعة المطاط	-	
الصنف 2	المسابك	الدرجة أ	الدرجة ب
الصنف 3	حفر آبار النفط وركائز الصب الموقعي	-	

17-6/2 الخصائص العامة (General Properties)

يجب أن تحقق الخصائص متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3840 لسنة 2002)[5].

17-3 ألواح التغليف الكاتمة للصدى

يجب أن تحقق هذه الألواح متطلبات المواصفة السعودية للمباني المرقمة (9500A-2005)[6] أو أية مواصفة عالمية معتمدة.

17-3/1 المواد (Materials)

17-3/1/1 ألواح رغوة البوليسترين

يجب أن تكون ألواح رغوة البوليسترين التي تستعمل لخفض الإرتطام الصوتي ذات كثافة متوسطة وتحقق متطلبات المواصفة العراقية إن وجدت أو المواصفة الألمانية المرقمة (DIN 18164-2)[7] أو أية مواصفة عالمية معتمدة.

17-3/1/2 ألواح الألياف المعدنية (Mineral Fibers Panels)

تكون ألواح الألياف المعدنية التي تستعمل لخفض الارتطام الصوتي ذات كثافة متوسطة إلى عالية وتحقق متطلبات المواصفة الألمانية المرقمة (DIN 18165-2)[8] أو أية مواصفة عالمية معتمدة.

ملاحظة: تستعمل مواد تخفيض الصوت المحمول بالهواء إما لتحسين إرتداد الصوت داخل الفضاءات الداخلية أو لتحسين المستوى الكلي للعزل الصوتي في المبنى. ومثال ذلك الجدران ذات الدعائم الرأسية. تعمل ألواح الألياف المعدنية التي يكون سمكها حوالي (30 مم) على امتصاص الترددات العالية للصوت بفعالية جيدة، ولامتصاص الترددات المنخفضة يتطلب الامر زيادة سمك الألواح.

17-3/2 الهيئة أو الوصف (Appearance and Description)

17-3/2/1 تتكون مواد العزل من ألواح أو حصائر الألياف المعدنية غير القابلة للاحتراق وذات كثافة ما بين منخفضة ومتوسطة.

17-3/2/2 يمكن تغطية السقوف الثانوية (الكاذبة) بحصائر في أعلاها أو بألواح من المواد العازلة، يكون سطح أحد الوجهين ذا لون رمادي غامق أو أسود يعمل على توازن السطح وعلى تشكيل حاجز للرؤية خلال ألواح السقوف ذات الثقوب.

17-3/2/3 تستعمل ألواح العزل ذات الكثافة المتوسطة فقط والتي تبلغ كثافتها حوالي (4 كغم/م^3) لعزل التجاويف الداخلية في الجدران.

17-3/3 طريقة التثبيت (Method of Installation)

يجب تثبيت القطع الكاتمة للصدى على وفق ما نصت عليه المواصفات الفنية للأعمال المدنية (م.ب.ع. 300)[9].

17-4 المونة المقاومة للحوامض (النوع الكبريتي) (Chemical Resistant Mortars-Sulphur Type)

17-4/1 تعريف المونة (Mortar Definition)

المونة المقاومة للحوامض من النوع الكبريتي هي عبارة عن خليط متكون من الكبريت ومواد مالئة قابلة

للانتشار فيه مثل السليكا أو الكاربون أو الفلور وقد تحتوي على كمية من المضافات.

17-2/4 المتطلبات (Requirements)

يجب أن تحقق الخصائص الفيزيائية والكيميائية متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3719 لسنة 2000)[10].

17-5 المواد الإسفلتية المستعملة في أعمال التسطيح والأسس
(Asphalt Material Used for Roofing and Foundations)

17-5/1 عام (General)

يعتبر الأسفلت من المواد الرابطة ذات اللون الأسود والتي تتكون من مواد هايدروكاربونية (hydrocarbon) تذوب في محلول ثنائي كبريتيد الكاربون CS_2 (Carbon Disulphide). وتكون هذه المادة صلبة في درجة الحرارة الطبيعية ولكنها تصبح مائعة ولينة في درجات الحرارة العالية.

الأسفلت هو أحد نواتج تقطير النفط الخام التي تنتج بحسب مواصفات خاصة لكي تلبي متطلبات الاستعمال مثل أعمال التبليط وأعمال التسطيح للأبنية وغيرها من الإستعمالات.

17-5/2 مصادر الأسفلت

يمكن الحصول على الأسفلت من المصادر التالية:

17-5/2/1 الأسفلت الطبيعي (Native Asphalt): يستخرج من البحيرات الطبيعية.

17-5/2/2 الأسفلت الصخري (Rock Asphalt): يستخرج من الترسبات الصخرية الحاوية على المواد الأسفلتية.

17-5/2/3 الأسفلت النفطي (Petroleum Asphalt): ناتج من تقطير النفط الخام، ويشكل أهم الأنواع المستعملة في الوقت الحاضر لأعمال الطرق والأبنية.

17-5/2/4 القير (Tar): يستخرج من تقطير الفحم الحجري.

17-5/3 أهم المشتقات الأسفلتية المستعملة في أعمال الأبنية (أعمال التسطيح والأسس)

17-5/3/1 المستحلب القيري المستعمل كطلاء واقٍ في السقوف والأسس (الفلنتكوت)

(Emulsified Asphalt Used as a Protective Coating for Built Up Roof and Foundations)

يشترط عند استعمال هذا الطلاء أن تكون السطوح خالية من الأتربة وبقايا مواد البناء وجافة، ويجب أن يحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1173 لسنة 1988)[11]. حيث يعمل هذا المستحلب على غلق الشقوق الشعرية الموجودة في خرسانة السطوح والأسس وكذلك تهيئة سطح نظيف للطبقات اللاحقة من الأسفلت.

17-5/3/2 القير المستعمل في التسطيح والأسس (Asphalt Used in Roofing and Foundations)

يستعمل القير كطبقة واقية من الرطوبة في السطوح وأعمال الأسس، ويجب أن يحقق المتطلبات المذكورة في المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1196 لسنة 1988)[12] من ناحية المتطلبات الفيزيائية. ويصنف إلى أربعة أصناف بحسب نسبة الليونة والنفاذية واللدونة. ويشترط أن تكون حدود إنحدار السطوح التي يناسبها إستعمال الأنواع الأربعة من القير كما مبين في التالي.

17-5/3/2/1 حدود الانحدار التي يناسبها إستعمال الأنواع الأربعة من القير[12]

(أ) النوع الأول: يمتاز هذه النوع بكونه لاصقا جيدا وله خصائص التئام تلقائي وتتأثر سيولته نسبيا بدرجة حرارة السطح. ويستعمل في السطوح المائلة التي لا يزيد انحدارها على (4%).

(ب) النوع الثاني: تتأثر سيولة هذا النوع بدرجة حرارة السطح تأثرا معتدلا، لذا يستعمل للسطوح المائلة ذات الإنحدار الذي يتراوح بين (4%-12%).

(ت) النوع الثالث: لا تتأثر سيولة هذا النوع بدرجة حرارة السطح نسبيا، لذا يستعمل للسطوح المائلة ذات الإنحدار الذي يتراوح بين (8%- 25%).

(ث) النوع الرابع: لا تتأثر سيولة هذا النوع بدرجة حرارة السطح، لذا يستعمل في السطوح المائلة للمناطق التي تسود فيها درجات الحرارة عالية نسبيا خلال أيام السنة وبانحدار يتراوح بين (16%- 50%).

17-5/3/2/2 الفحص والنمذجة (Testing and Sampling)

(أ) القير المستعمل في التسطيح: ينفذ الفحص بحسب متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1196 لسنة 1988)[12] وتؤخذ النماذج بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (685 لسنة 2001)[13].

(ب) القير المستعمل في منع نفاذ الرطوبة والماء (قير الأسس): ينفذ الفحص بحسب متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3773 لسنة 2001)[14] وتؤخذ النماذج بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (685 لسنة 2001)[13].

17-5/3/3 اللباد القيري المانع للرطوبة (Bitumen Felt for Water Proofing)

يستعمل اللباد القيري كإحدى طبقات مانع الرطوبة للسطوح في الأبنية ويشترط أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (4 لسنة 1988)[15] من حيث متطلبات الكتلة والمكونات والأطوال. وكذلك يحقق المتطلبات النوعية لهذه المواصفة من حيث قوة القطع والمرونة ومقاومة الحرارة والفقدان بالتسخين والتشقق.

17-5/3/4 المعجون القيري المرن لإحكام الفواصل الخرسانية للإستعمال على الحار

(Asphaltic Sealer for Concrete Joints, Hot Poured, Elastic Type)

(أ) المجال: يجب أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1110 لسنة 1988)[16] ويستعمل في أعمال التبليط والجسور والتسطيح بالبلاطات والمنشآت المشابهة الاخرى ولا يستعمل هذا المعجون في أعمال مدارج المطارات أو تبطين قنوات الري والبزل.

(ب) التصنيف: يصنف المعجون القيري إلى صنفين يختلفان في متطلبات السيولة والارتباط ويتطابقان في بقية المتطلبات وهما:

(أولاً) الصنف (أ): المستعمل في أعمال الطرق والجسور والاعمال المشابهة الاخرى.

(ثانياُ) الصنف (ب): المستعمل في أعمال التسطيح بالبلاطات.

(ت) متطلبات عامة: المعجون القيري مادة مرنة له قابلية التصاق جيدة تعمل على إحكام الفواصل الخرسانية خلال تعرضها إلى دورات عديدة من تعاقب التمدد والتقلص بسبب تغير درجة الحرارة. ومن المتطلبات التي يجب أن تتحقق في مادة المعجون أنها يجب أن لا تسيل من الفواصل أو تلتصق بالعجلات ويجب أن تكون قابلة للإنصهار بالتسخين لتحويلها الى قوام سائل ملائم لملء الفواصل.

(ث) المتطلبات الفيزيائية

(أولاً) درجة السكب: يجب أن تكون أقل بمقدار (11 °س) على الاقل من درجة حرارة التسخين الآمن (درجة حرارة التسخين الآمن هي درجة الحرارة القصوى التي يمكن أن تبلغها المادة المسخنة بحيث لا تتجاوز حدود السيولة المسموح بها).

(ثانياً) الاختراق: لا يتجاوز الاختراق (9 مم) تحت ظروف (25° س) ووزن (150) غرام ولفترة (5) ثوانٍ.

(ثالثاً) السيولة: لا تتجاوز السيولة (5 مم) في درجة (60° س) بالنسبة للصنف (أ) ولا تتجـــاوز (5 مم) في درجة (70 °س) بالنسبة للصنف ب.

(رابعاً) النمذجة: تؤخذ كمية 4.5 كغم من كل وجبة من المعجون القيري كما حددته المواصفة القياسية العراقية المرقمة (685 لسنة 2001)[13] الخاصة بالقير.

(خامساً) الارتباط: يفحص المعجون في درجة حرارة (−18 °س) بالنسبة للصنف (أ) ودرجة صفر سليزي بالنسبة للصنف (ب) مع تعريضه إلى ثلاث دورات متعاقبة وتعتبر العينة فاشلة إذا ظهر شق عمقه أكثر من (5 مم) في أي مكان من العينة أو بين العينة والقطع الخرسانية الملتصقة بها. ويقاس عمق الشق أو الانفصال عموديا على جانب المعجون وتعتبر عينة الفحص ناجحة إذا إجتازت عينتان من أصل ثلاث متطلبات الفحص. وإذا فشلت المجموعة الاولى من العينات في تحقيق متطلبات فحص الأرتباط يعاد الفحص على مجموعة جديدة من العينات بدرجة حرارة أعلى بمقدار (11 °س) على الاقل من التي أخذت منها العينات الفاشلة على أن تكون أقل من درجة حرارة التسخين الآمن بمقدار (11 °س) على الأقل.

17−6 البلاط الخزفي غير المزجج المقاوم للحوامض (Ceramic Unglazed Acid Resistant Tiles)

تتضمن هذه الفقرة متطلبات البلاط السيراميكي غير المزجج المقاوم للحوامض وكذلك طرائق أخذ النماذج والفحص.

يعتبر البلاط السيراميكي المقاوم للحوامض (ماعدا حامض الهيدروفلوريك) مناسباً لحماية السطوح من التآكل بفعل الحوامض والمواد الكيميائية، وكذلك يستعمل لمقاومة التآكل بالحك وتحمل السوائل الحارة والباردة ومواد التنظيف القوية ويكون سهل التنظيف ويجب أن لايحتوي على فجوات تنمو فيها البكتريا.

يستعمل هذا النوع من البلاط بكثرة لتغطية الأرضيات في معامل الصناعات الكيميائية والغذائية والدوائية، ويستعمل لتبطين الخزانات وجدران المفاعلات الكيميائية مثل المراجل والخلاطات والأوعية الأخرى المستعملة لتسخين المواد تحت الضغط. ويستعمل هذا البلاط عادة مع ملاط مقاوم للمواد الكيميائية. يجب أن تحقق مواصفات هذا البلاط مثل المظهر والأبعاد وغيرها متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1627 لسنة 1991)[17] وكذلك تكون طرائق الفحص وأخذ النماذج على وفق هذه المواصفة.

17-7 المراجع

[1] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2002/3856، *"السطوح الراتنجية المتراصة المقاومة للحوامض"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

[2] ASTM, C 395-01, "*Standard Specification of Chemical Resistant Resin Mortar"*, USA, 2012.

[3] ASTM, C 466-03, "*Standard Specification of Chemically Setting Silicate and Silica Chemical Resistant Mortar"*, USA, 2012.

[4] الدليل الإسترشادي العراقي 2002/1016، *"أخذ نماذج البنتونايت"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

[5] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2002/3840، *"البنتونايت"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2002.

[6] المواصفة السعودية للمباني 9500A، *"العزل الصوتي"*، المملكة العربية السعودية، 2005.

[7] DIN 18164-2, "*Rigid Cellular Plastics Insulating Building Material Part2; Expanded Polystyrene Materials for Impact Sound Insulation"*, Germany, 2001.

[8] DIN 18165-2, "*Fiber Insulating Building Material Part2; Impact Sound Insulation"*, Germany, 2001.

[9] م.ب.ع. (مواصفة بناء عراقية) 300، *"المواصفات الفنية للأعمال المدنية"*، وزارة الإعمار والإسكان والبلديات العامة، جمهورية العراق، قيد الإصدار حالياً.

[10] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2000/3719، *"المونات المقاومة للحوامض*– النوع الكبريتي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2000.

[11] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1173، *"المستحلب القيري المستخدم كطلاء واقٍ في السقوف"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[12] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1196، *"القير المستعمل في التسطيح"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[13] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2001/685، *"مواد مانع الرطوبة"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2001.

[14] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 2001/3773، *"القير المستعمل في منع نفاذ الرطوبة والماء (قير الأسس)"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 2001.

[15] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/4، *"اللباد القيري المانع للرطوبة والماء"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[16] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1988/1110، *"المعجون القيري المرن لإحكام الفواصل الخرسانية للإستعمال على الحار"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1988.

[17] م.ق.ع. (مواصفة قياسية عراقية) 1991/1627، *"البلاط السيراميكي غير المزجج المقاوم للحوامض"*، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1991.

الملحق "أ"

تكرارات الفحوص المختبرية للمواد الإنشائية (إسترشادية)

1- جدول المواد الإنشائية:

ت	اسم المادة	تكرارات المختبر الحالية المعمول بها	التكرارات المقترحة	الملاحظات
1	السمنت	نموذج واحد لاتقل كتلته عن 7 كغم لكل ارسالية (في حالة السمنت المعبأ أو الفل).	نموذج واحد لكل ارسالية على ان لاتزيد على 250 طناً بحسب قناعة المهندس المقيم.	-
2	الطابوق	نموذج واحد لكل 50000 الف طابوقة.	نموذج واحد لكل ارسالية على ان لاتزيد على 250000 طابوقة من نفس النوع والمصدر.	-
3	حديد التسليح	نموذج واحد لكل كمية وبحسب الجدول المبين وبحسب القطر الاسمي. القطر الاسمي (ملم) / الكمية المطروحة (طن) اقل من 10 / 25 10-16 / 35 20-32 / 45 فوق 32 / 55	نموذج واحد لكل ارسالية على ان لاتزيد على 250 طناً ولكل قطر. في حالة تغيير المصدر يؤخذ نموذج اضافي.	بحسب المواصفة الامريكية ASTM A615, 615M-O1b
4	البلاط (الكاشي) العادي والموزائيك	نموذج واحد لكل 5000 بلاطة (كاشية).	نموذج واحد لكل (10000) بلاطة (كاشية) ولنفس المصدر.	-
5	الكتل (البلوك) الثرمستون	نموذج واحد لكل 10000 وحدة ونموذجي فحص لكل 10000-100000 وحدة. نموذج واحد لكل 2000 وحدة.	نموذج واحد لكل 10000 وحدة ونموذجي فحص لكل 10000-100000 وحدة. نموذج واحد لكل 5000 وحدة.	بحسب المواصفة الامريكية ASTM C140(البلوك)
6	الحصى الخابط	نموذج واحد لكل 1500م^3.	نموذج واحد لكل 2000م^3 للصنف الواحد.	بحسب (مواصفات المرور السريع)
7	الركام الناعم والخشن (رمل،حصى)	نموذج واحد لكل 150م^3	الرمل: نموذج واحد لكل 300م^3. الحصى:نموذج واحد لكل 300م^3.	بحسب (مواصفات المرور السريع)

ملاحظة: العمود المعنون (التكرار المقترح) في هذا الجدول والجداول التي ستليه يمثل مقترحاً لتكرار الفحوص مقدماً من قبل المركز الوطني للمختبرات الإنشائية لم تتم الموافقة والتصديق عليه حتى إعداد هذا الدليل وعليه فهو يعد إسترشادياً وليس ملزماً ويترك للجهة المنفذة أو المشرفة الخيار في إعتماده من عدمه.

2- الاملائيات الترابية:

أ- المقالع:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
1	الحد المائي ومعامل اللدونة	AASHTO T89-2010, T90-2008	50000م^3 او عند تغيير المادة	–	1500م^3 او لكل مصدر ايهما اقل	50000
2	الكثافة الجافة العظمى والرطوبة المثلى	AASHTO T180-2010	50000م^3 او عند تغيير المادة	–	1500م^3 أو لكل مصدر أيهما اقل	50000
3	التحمل الكاليفورني والانتفاخ	AASHTO T193-2010	50000م^3 او عند تغيير المادة	–	كل 1كم ولكل جهة للطبقة النهائية	50000
4	الاملاح الذائبة	Earth manual designation E8	20000م^3	–	1500م^3	20000
5	محتوى الجبس بدلالة SO_3	BS1377-3-1990	50000م^3	–	1500م^3	50000
6	المواد العضوية	BS1377-3-1990(T3) or AASHTO T194-2008	50000م^3	–	1500م^3	50000

*يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل كمية مذكورة.

ب- الفحوص الحقلية

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	فحص الكثافة الموقعية بطريقة الاسطوانة القاطعة (core cutter)	ASTM D2937-2004	نموذج واحد كل 50 م.ط ولكل اتجاه من الطريق	نموذجي فحص لكل 2000م^2 لكل طبقة كحد ادنى	نموذجي فحص لكل 2000م^2 لكل طبقة كحد ادنى	نموذجي فحص لكل 2000م^2 لكل طبقة كحد ادنى

3- الحصى الخابط:

أ- الأكداس:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
1	التدرج	AASHTO T27-2006	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3	تختار مصادر المواد وتفحص قبل 20 يوماً من تجهيز المواد ويجرى الفحص بالقبول او الرفض موقعيا من قبل المهندس المشرف	نموذج واحد للفحص لكل 1500م^3 او لكل مصدر ايهما اقل	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3
2	حد السيولة واللدونة	AASHTO T89-2010, T90-2008	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3			نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3
3	العلاقه بين الكثافة والرطوبة	AASHTO T180-2010	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3			نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3
4	التحمل الكاليفورني	AASHTO T193-2010	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3			نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3
5	التآكل الميكانيكي	AASHTO T96-2006	نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3			نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3
6	الفحوص الكيميائية -الاملاح الذائبة -الجبسم -العضوية	Earth manual designation E8 BS1377-3-1990(T5)			فحص واحد لكل جانب ولكل(1كم طول) او عند تغيير المواد ايهما اقل	فحص واحد لكل جانب ولكل (1كم طول) او عند تغيير المواد ايهما اقل

ب- طبقة الحصى الخابط المفروش:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
1	التدرج	AASHTO T27-2006	نموذج واحد للفحص لكل 25 م.ط.	–	–	نموذج واحد للفحص لكل 500 م.ط.
2	الحد المائي ومعامل اللدونة	AASHTO T89-2010, T90-2008	نموذج واحد للفحص لكل 500 م.ط.	–	–	نموذج واحد للفحص لكل 500 م.ط.
3	العلاقة بين الكثافة والرطوبة	AASHTO T180-2010	نموذج واحد للفحص لكل 1كم طول	–	–	نموذج واحد للفحص لكل ا كم طول
4	التآكل الميكانيكي	AASHTO T96-2006	نموذج واحد للفحص لكل 1كم طول	–	–	نموذج واحد للفحص لكل 1 كم طول
5	التحمل الكاليفورني	AASHTO T193-2010	نموذج واحد للفحص لكل 2كم طول	–	–	نموذج واحد للفحص لكل 2كم طول

ج- الكثافة الموقعية:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
*	بطريقة القمع الرملي	AASHTO T191-2006	نقطة واحدة لكل 250م.ط. من كل اتجاه من الطريق	–	نقطة واحدة لكل 200م.ط. او 1000م^2 ايهما اقل	نقطة واحدة لكل 200 م.ط.

4- أعمال الأسفلت:

أ- المواد:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	الركام الخشن والناعم					
	التدرج	AASHTO T27-2006	يؤخذ نموذج واحد للفحص من كل واحد من القواديس الحارة لكل خلطة تجريبية او لكل كدس حجمه 1500م^3			نموذج واحد للفحص لكل 1500م^3
	التآكل الميكانيكي	AASHTO T96-2006	نموذج واحد للفحص لكل 5000 م^3 من المزيج			نموذج واحد للفحص لكل 5000م^3
	القطع المستطالة والمسطحة	ASTM D4791-2005	فحص واحد لكل انتاج يومي			فحص واحد لكل انتاج يومي
1-	معامل اللدونة	AASHTO T89-2010, T90-2008	نموذج واحد للفحص لكل 5000 م^3 من المزيج	-	كلما تغيرت المواد او عند اعداد معادلة المزج	نموذج واحد للفحص لكل 5000م^3 من المزيج
	نسبة التكسير	ASTM D5821-2001	نموذج واحد للفحص لكل 5000 م^3 من المزيج (الحصى المكسر فقط)			نموذج واحد للفحص لكل 5000م^3 من المزيج (الحصى المكسر فقط)
	التغطية والتقشر	AASHTO T182-1993	نموذج واحد للفحص لكل 2000 م^3 من المزيج			نموذج واحد للفحص لكل 2000م^3 من المزيج
	التآكل الكيميائي	AASHTO T104-2007	فحص واحد لكدس حجمه 1500م^3			فحص واحد لكدس حجمه 1500م^3

تتمة جدول المواد

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	الكتل الطينية والجزيئات القابلة للتفتت	AASHTO T112-2008	فحص واحد لكدس حجمه 1500م^3	–	كلما تغيرت المواد او عند اعداد معادلة المزج	فحص واحد لكدس حجمه 1500م^3
	المكافئ الرملي	AASHTO T176-2008				
2–	الفلر المعدني					
	التدرج	AASHTO T37-2007	نموذج واحد للفحص لكل 5000م^3 من المزيج او كل 500 طن	–	لكل ارسالية يجرى فحصا التدرج ومعامل اللدونة	نموذج واحد للفحص لكل 5000م^3 من المزيج اوكل 5000 طن
3–	السمنت الأسفلتي					
	النفاذية	AASHTO T49-2007	نموذج واحد للفحص لكل 200 طن	كل شحنة تجهز تتضمن شهادة فحص لكافة الفحوص المطلوبة	يؤخذ النموذج من الخزان أو الصهريج أو البرميل بحجم (1) لتر إن كان حجم الإرسالية (10000) لتر أو أقل, أو بحجم (3) ألتار إن كان حجم الإرسالية أكبر من ذلك	نموذج واحد للفحص لكل صهريج
	النفاذية بعد التسخين	AASHTO T49-2007	نموذج واحد للفحص لكل 1000 طن			ملاحظة/ الفحوص الكاملة تجرى لكل 10000 طن او ثلاثة اشهر
	نقطة الليونة	AASHTO T53-2009	نموذج واحد للفحص لكل 2000 طن			
	نقطة الليونة بعد التسخين	AASHTO T53-2009	نموذج واحد للفحص لكل 2000 طن			
	نقطة الوميض	AASHTO T48-2006	ملاحظة / الفحوص الكاملة تجرى لكل 10000 طن او لكل ثلاثة أشهر			
	السحب	AASHTO T51-2009				
	الاذابة	AASHTO T44-2000				
	الفقدان بالتسخين	AASHTO T179-2009				

ب- الخرسانة الأسفلتية:

ت	الفحص	االمواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	المزيج الإسفلتي					
	محتوى الاسفلت	AASHTO T164-2010 or T308-2010	يجرى فحص واحد لكل يوم عمل او كل 2000 م^3 من المزيج	يؤخذ نموذج واحد يومياً من المعمل او من الطريق ويكون الفحص بفترات قصيرة	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل يوم عمل ومن كل معمل	تجرى كافة الفحوص لكل يوم عمل
	تدرج المواد للمزيج	AASHTO T30-2010				
	ثبات وزحف مارشال	AASHTO T245-2008	*لطبقة الاساس والطبقة الرابطة يجرى فحص واحد لكل يوم عمل او1000م^3 من المزيج يجرى فحص واحد لكل يوم عمل او لكل500م^3 من المزيج			
	الكثافة المختبرية	AASHTO T209-2010				
	الفراغات الهوائية	AASHTO T166-2010				
	الانتفاخ بعد28يوماً	R6 (35-new)	يجرى فحص واحد لكل 10000م^3 من المزيج			يجرى فحص واحد لكل 10000م^3 من المزيج
	معامل القوة المتبقية	AASHTO T165-2006, T167-2010	يجرى فحص واحد عند تغيير مصدر الركام او مصدر الاسفلت			يجرى فحص واحد عند تغيير مصدر الركام او مصدر الاسفلت
	فحص نوعية الاسفلت المخفف لطبقة الأساس والطبقة الرابطة	AASHTO T44,T49, T51,T72, T78,T79, T102	يجرى فحص واحد لكل 25 طناً			يجرى فحص واحد لكل 25 طناً

ج- الفحوص الحقلية:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	نسبة الحدل وسمك الطبقة	AASHTO T230, AASHTO T148-2007 ASTM D2950	يجرى فحص واحد لكل 1000م^2 من الطبقة النهائية أو نموذج لباب واحد لكل 50م.ط. أو فحص واحد لكل 500 م^2 من الطبقة النهائية عند الفحص بالطريقة النووية	يؤخذ نموذجا فحص لكل يوم عمل	يؤخذ نموذجا فحص لكل يوم عمل	يجرى فحص واحد لكل 250 م.ط.
	كمية الاسفلت المخفف المرشوش لطبقة الأساس والطبقة الرابطة	R6 (34-new)	يجرى فحص واحد كل يوم عمل او لكل 500م.ط.	–	–	يجرى فحص واحد كل يوم عمل او لكل 500م.ط.

5- الخرسانة السمنتية:

أ- المواد:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
	الركام الخشن والناعم					
1-	التدرج	ASTM C136-2001 or BS812-103-1-1985	–	–	يجرى فحص واحد لكل 150م^3	يجرى فحص واحد لكل 300م^3
	المواد المارة من المنخل المرقم 200	ASTM C117-2003				
	التآكل الميكانيكي	AASHTO T96-2006				
	الشوائب العضوية	ASTM C40-1999				
	التآكل الكيميائي	ASTM C88-2005				
	معامل الترقيق	AS 812-105-1-1989				

تتمة جدول المواد

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
تتمة 1	معامل الاستطالة	AS 812-105-2-1990	–	–	يجرى فحص واحد لكل 150م^3	يجرى فحص واحد لكل 300م^3
	الأملاح الكبريتية	BS 812-118-1988				
	الكتل الطينية والجزيئات القابلة للتفتت	AASHTO T112-2008 او الدليل الاسترشادي 1992/500				
	الخواص الميكانيكية الأخرى	BS 812				
2–	السمنت البورتلاندي					
	الفحوص الفيزيائية	الدليل الاسترشادي 1990/198	–	–	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل ارسالية	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل ارسالية
	الفحوص الكيميائية	م ق ع 1987/7	–	–		
	ماء الخلط	م ق ع 1992/1703	–	–	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل مصدر عدا المياه الصالحة للشرب	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل مصدر عدا المياه الصالحة للشرب

تتمة جدول المواد

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
تتمة 2	المضافات للخرسانة	ASTM C494-1999, ASTM C403-1999	–	–	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل طن واحد من المساحيق أو لكل 500 لتر من المضافات السائلة	يؤخذ نموذج واحد للفحص لكل طن واحد من المساحيق أو لكل 500 لتر من المضافات السائلة
	طلاء تخطيط الطرق (الثرموبلاستك)	BS 3262-1987	–	–	تؤخذ 3 اكياس لكل ارسالية	تؤخذ 3 اكياس لكل ارسالية
	طلاء تخطيط الطرق الابيض والاصفر	م ق ع 1986/1101	–	–		

ب- حديد التسليح:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
1-	قضبان محززة ذات قطر اقل من 10 مم	ASTM A615-2001			يفحص نموذج واحد لكل 25 طناً	يفحص نموذج واحد لكل 25 طناً
	قضبان محززة ذات قطر (10-16) مم				يفحص نموذج واحد لكل 35 طناً	يفحص نموذج واحد لكل 35 طناً
	قضبان محززة ذات قطر (20-32) مم				يفحص نموذج واحد لكل 45 طناً	يفحص نموذج واحد لكل 45 طناً
	قضبان محززة ذات قطر فوق (32) مم				يفحص نموذج واحد لكل 55 طناً	يفحص نموذج واحد لكل 55 طناً
2-	حديد مضفور	ASTM A615-2001	يفحص نموذج واحد لكل 60 طناً	-	-	يفحص نموذج واحد لكل إرسالية في حالة ثبات النوعية

ج-الخرسانة المتصلبة والطرية:

ت	الفحص	المواصفة	التكرارات المعمول بها			التكرار المقترح
			المرور السريع	الطرق والجسور	دليل المهندس المقيم	
1-	مقاومة الانضغاط المكعبات الخرسانية	الدليل الاسترشادي المرجعي 1992/348	-	3 مكعبات خرسانية بعمر 7 أيام و3 بعمر 28 يوماً لكل نموذج يتم التقويم بعمر 28 يوماً الفصل B8/ التعديل 1999	-	3 مكعبات خرسانية بعمر 7 أيام و3 بعمر 28 يوماً لكل نموذج يتم التقويم بعمر 28 يوماً الفصل B8/ التعديل 1999
2-	الهطول	الدليل الاسترشادي المرجعي 1992/354	-	تفحص كل دفعة او خلطة	-	تفحص كل دفعة او خلطة
3-	درجة حرارة الخرسانة		-	تفحص كل دفعة او خلطة	-	تفحص كل دفعة او خلطة
4-	الأنابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة	AASHTO T280-2006	يفحص انبوبان لكل 100 انبوب (وبحسب توجيهات المهندس المقيم)	-	-	يفحص انبوبان لكل 100 انبوب (وبحسب توجيهات المهندس المقيم)
5-	فحص اللباب الخرساني	الدليل الاسترشادي المرجعي 1997/818	تفحص أربع لباب (الكود العراقي /1987)	-		تفحص أربع لباب (الكود العراقي /1987)
6-	وسائد الارتكاز المطاطية للجسور	ASTM D4014	تفحص ثلاث نماذج لكل 50 وسادة وتؤخذ وسادة إضافية واحدة لكل 50 وسادة إضافية	-	-	تفحص ثلاث نماذج لكل 50 وسادة وتؤخذ وسادة إضافية واحدة لكل 50 وسادة إضافية

الملحق "ب"

الإشتراطات المطلوبة في خصائص وفحوص المواد الإنشائية

أولا: الأعمال الترابية [SORB / R5]

أ- يجرى فحص صلاحية مقلع التربة لكل (1500 م^3) أو عند تغيير المقلع أيهما أقل.

ب- يباشر حدل الطبقات الترابية عندما تكون نسبة الرطوبة فيها ضمن المنطقة المحصورة بين (± 2%) من الرطوبة المثلى وتقاس درجة الحدل بأخذ نموذج واحد لكل (100 م^2) من المساحة المطمورة وللأبنية التي تقل مساحتها عن (100 م^2) تؤخذ نقطتان فقط بصرف النظر عن المساحة.

ت- لا تستعمل التربة لأعمال الطمر (الملء) اذا كانت حاوية على (12%) وزنا من المواد العضوية، وكذلك التربة التي تحتوي على أكثر من (10%) وزنا من الأملاح القابلة للذوبان.

ثانيا: **أعمال الحصى الخابط [SORB / R6]**

أ- الإلتزام بمواصفات الحصى الخابط للأصناف [A,B,C] المذكورة في مواصفات الطرق والجسور.

ب- تؤخذ النماذج للفحص المختبري لكل (1500 م^3) و تقاس درجة الحدل بأخذ نموذج واحد لكل (100 م^2) من المساحة المطمورة وللأبنية التي تقل مساحتها عن (100 م^2) تؤخذ نقطتان بصرف النظر عن المساحة.

ت- يمكن قبول الانحرافات في نتيجة فحص التدرج بالمناخل (الغرابيل) سواء للأكداس أو الكميات المفروشة إن لم يكن مجموعها لجميع الغرابيل يزيد على (15%) ولا يزيد الإنحراف الواحد منها على (4%) لكل غربيل وأن لا يزيد الإنحراف في الغربال المرقم (200) عن (2%) على أن يكون الحصى الخابط ناجحاً في فحص التحمل الكالفوريني (C.B.R) وحدود أتربيرغ.

ث- السماحات في الفحوص المختبرية:

1- الإنحراف عن نسبة الحدل المطلوبة:

- اذا كان النقص من (3-5%) فيقبل مع زيادة سمك الطبقة 4 سم ان أمكن.

- اذا زاد النقص على (10%) فيعاد حرث الطبقة وتحدل لحين الوصول إلى النسبة المطلوبة.

2- لا تقل نسبة التحمل الكاليفوريني C.B.R عن (35%) للصنف B عند كثافة قدرها (95%) من الكثافة الجافة (ASTM D 1883).

3- يجب أن لا يزيد سمك الطبقة الواحدة على (20 سم).

4- يجب حدل كل طبقة بحيث لا تقل كثافتها عن (90%) من الكثافة الجافة (AASHTO-T180).

5- يجب أن لا يزيد حد السيولة على (25%) ومعامل اللدونة على (6%) للمواد العابرة من الغربال المرقم (40).

6- لا تتجاوز نسبة التآكل (45%).

7-لا تزيد الكتل الطينية على (25%) (AASHTO – T112).

8- لا تزيد المواد العضوية على (2%) عند قياسها بطريقة الفحص بحسب المواصفة البريطانية القياسية المرقمة(BS 1377).

9- الأملاح القابلة للذوبان لا تزيد على (10%) ونسبة الكبريتات لا تزيد على (5%).

10- الزيادة والنقصان في السمك مقبول لغاية (10%) وبخلافه تقشط المنطقة وتفرش وتحدل.

11- في حالة الفشل يجب اجراء المعالجة واعادة الفحص كاملا ولا يجوز اجراء فحص جزئي (أملاح، غرابيل) للفشل.

ثالثاً: <u>الجص ومنتجاته</u> (المواصفة القياسية العراقية المرقمة 28 لسنة 2010)

أ- يسمح بتفاوت النعومة بمقدار (8%) للجص الإعتيادي و (5%) للجص الفني.

ب- الألواح الجبسية المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1676 لسنة 1992):

- مقدار التفاوت في طول اللوح وعرضه ±3 مم.

- مقدار التفاوت في السمك يتراوح بين ±2 مم إلى ±6 مم بحسب السمك.

ت- الطابوق والكتل الجيرية الرملية بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (548 لسنة 1989):

- مقدار التفاوت في الأبعاد للطابوق ±3 مم للقيم المفردة و ±2 مم للمعدل.

- يسمح بالتفاوت في الكتل المصمتة بحدود ±4 مم للقيم المفردة و ±3 مم للمعدل.

رابعاً: <u>المنتجات الحرارية للأغراض البنائية</u>

المنتجات الحرارية المستعملة في أفران صهر الزجاج المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1749 لسنة 1992).

التفاوت المسموح للأشكال التي هي أكبر من أو مساوية إلى 100 مم هو ±1 مم.

خامساً: <u>الخشب</u> (BS 6566-1985)

أ- محتوى الرطوبة في الأخشاب المستعملة في الأعمال الخشبية الخارجية لايقل عن (15%) ولايزيد على (19%).

ب- محتوى الرطوبة في الأخشاب المستعملة في الأعمال الخشبية الداخلية للأبنية المجهزة بتدفئة مركزية لايقل عن (8%) وبزيادة غير محددة.

ت- محتوى الرطوبة في الأخشاب المستعملة في الأعمال الخشبية الداخلية للأبنية غير المجهزة بتدفئة مركزية لايقل عن (13%) ولايزيد على (17%).

سادساً: <u>الركام</u> (المواصفة القياسية العراقية المرقمة 45 لسنة 1984)

أ- يؤخذ نموذج واحد لكل 150 م^3 من الركام الناعم أو الخشن، أو نموذج واحد لأي كدس يقل عن ذلك.

ب- يسمح باستعمال الركام الناعم في حالة وجود انحراف في تدرجه لا يزيد مجموعه على (5%) في بعض الغرابيل المشار إليها في المواصفة المذكورة آنفاً.

ت- في حالة حصول انحراف في نتيجة فحص تدرج الركام الخشن فيعالج ويعاد الفحص كاملاً.

ث- ليس من الضروري فحص محتوى الأملاح الكبريتية في الركام الخشن الذي لا يحتوي على إكساءات ملحية واضحة إعتماداً على المواصفة القياسية العراقية المرقمة (45 لسنة 1984).

سابعاً: <u>الزجاج</u> (المواصفة القياسية العراقية المرقمة 1318 لسنة 2001)

يسمح بالتفاوت للسمك و الطول و العرض و كما يلي:

أ- الزجاج المسطح العادي: التفاوت المسموح به للأسماك من (2 مم) إلى (25 مم) يتراوح بين (±0.2 مم) و (±0.4 مم) والتفاوت المسموح به في الطول والعرض هو (±1.5 مم) إلى (±2.5 مم) بحسب سمك اللوح.

ب- الزجاج المعوم والمصقول: التفاوت المسموح به للأسماك من (3 مم) إلى (19 مم) يتراوح بين (±0.3 مم) و (±0.8 مم) والتفاوت المسموح به في الطول والعرض يتراوح بين (±1 مم) و (±5 مم) بحسب سمك اللوح.

ت- الزجاج المنقوش: التفاوت المسموح به للأسماك من (2 مم) إلى (6 مم) يتراوح بين (±0.3 مم) و (±0.5 مم) والتفاوت المسموح للطول والعرض يتراوح بين (±1 مم) و (±2 مم) بحسب سمك اللوح.

ثامناً: <u>السمنت</u> (المواصفة القياسية العراقية المرقمة 5 لسنة 1984)

أ- يسمح باستعمال السمنت لأغراض البناء والخرسانة على أن يحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقية المرقمة (5 لسنة 1984).

ب- يمكن استعمال أنواع أخرى من السمنت شرط أن تحقق متطلبات المواصفة العربية والعالمية المعتمدة.

ت- يؤخذ نموذج لكل وجبة تصل إلى الموقع في اليوم الواحد اذا كان التجهيز من المصدر نفسه، وفي حالة تغيير المصدر فيؤخذ أكثر من نموذج وبحسب المصادر فإذا زاد التجهيز اليومي على (150) طناً فيؤخذ نموذج لكل (150) طناً أو عند تغيير الوجبة.

ث- يجب استعمال السمنت المقاوم للأملاح في جميع الأعمال الملامسة للتربة أو المياه الجوفية.

ج- يفضل استعمال السمنت العادي لجميع الأعمال التي تقع فوق مستوى طبقة مانع الرطوبة (D.P.C.) أو فوق مستوى التربة الحاوية على الأملاح الكلوريدية.

تاسعاً: <u>الخرسانة ومنتجاتها</u>

أ- يجب أن تحقق جميع المواد الداخلة في صناعة الخرسانة متطلبات المواصفة العراقية المعتمدة أو أي مواصفات عربية أو عالمية.

ب- يسمح بوجود الإنحرافات كما مبين في الفقرات سادساً وثامناً وعاشراً من هذا الملحق.

ت- يسمح باستعمال الخرسانة التي تحقق متطلبات المدونة العراقية للخرسانة المسلحة والعادية (م.ب.ع. 304 لسنة 2014) من ناحية مقاومة الإنضغاط.

ث- يجب أن يكون الماء المستعمل في جميع أعمال البناء وأعمال الرش وأعمال الخرسانة هو الماء الصالح للشرب. ويجب أن لا تزيد كمية الأملاح الذائبة فيه على (3000) جزء من المليون (3000 .p.p.m).

ج- التفاوت المسموح بالأبعاد في البلاط (الكاشي) الاعتيادي بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1043 لسنة 1984)، مقداره (±1 مم) في الطول والعرض و(±3 مم) في السمك للبلاط (للكاشي) بأبعاد (200 مم) إلى (250 مم).

ح- التفاوت المسموح بالأبعاد في البلاط (الكاشي) الموزائيك المفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1042 لسنة 1984)، مقداره (±1 مم) في الطول والعرض و(±3 مم) في السمك.

خ- التفاوت المسموح بالأبعاد في الثرمستون بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (809 لسنة 1988)، مقداره (±3 مم).

د- التفاوت المسموح بالأبعاد في طابوق البناء الخرساني بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1675 لسنة 1992)، مقداره (±2 مم).

ذ- التفاوت المسموح بالأبعاد في حافات الأرصفة والسواقي المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1106 لسنة 1987)، مقداره (±0.6%) في الطول و (±0.3%) في العرض والارتفاع.

ر- التفاوت المسموح بالأبعاد في درجات السلم الخرساني المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1702 لسنة 1992)، مقداره ±5 مم في الطول و (±3 مم) في السمك.

عاشراً: <u>حديد التسليح</u> (BS 4449/2005)

أ- يجب أن يكون حديد التسليح من النوع المحزز (Deformed) ومن منشأ معروف وفي حالة استعمال نوعيات أخرى من حديد التسليح فيجب أن تستحصل موافقة الجهة المستفيدة.

ب- يجب اجراء الفحوص المختبرية على حديد التسليح وإذا ظهر نقصان في مقاومة الشد فيجب إعادة الفحص على نماذج أخرى منتخبة وتعرض النتائج على الجهة المصممة لإتخاذ القرار.

ت- لا يسمح باستعمال حديد التسليح الذي تظهر عليه طبقة عازلة من الأكسدة إلا في حالة استعمال العصف بالرمل لتنظيفه (sand – blast) قبل الإستعمال مع مراعاة تدقيق القطر الحقيقي لحديد التسليح.

حادي عشر: <u>المنتجات الطينية</u>

أ- البلاط السيراميكي المفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1392 لسنة 1988).

- يكون التفاوت في الأبعاد بحدود ±1.5 %.

- متطلبات المظهر العام:

- يقبل وجود كسر واحد في حافة البلاطة على أن لا يتجاوز عمقه (1 مم) وطوله (15 مم).

- يقبل وجود كسر واحد في زاوية واحدة من البلاطة عمقه لا يزيد على (2 مم).

– يقبل وجود مناطق غير مزججة على وجه البلاطة على أن لاتزيد على منطقة واحدة على حافة البلاطة بعمق لا يزيد على (2 مم) على حافة البلاطة وبمساحة لا تزيد على (25 مم^2)، ولا يسمح بوجودها على سطح البلاطة.

ب– البلاط (الكاشي) الكربلائي المفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2942 لسنة 1989).

– التفاوت المسموح به في الأبعاد (±1.5%).

– التفاوت المسموح به في استواء الوجه (2 مم).

– الحافات كما في البلاط السيراميكي المذكور آنفاً على أن تفحص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1392 لسنة 1988).

ت– الطابوق الطيني المفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (25 لسنة 1988)، حيث يكون الحد الأعلى للتفاوت المسموح به:

- (±3%) في الطول والعرض.

- (±4%) في السمك.

– (5 مم) في إستواء السطح.

ث– الطابوق المقاوم للحوامض المفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1854 لسنة 1994):

– التفاوت المسموح به في الأبعاد بحدود (±1.5%).

– التقوس لايزيد على (2.5 مم).

ج– كتل البناء الفخارية المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (2419 لسنة 1990):

– لا تقل نسبة الكتل السليمة الخالية من الشقوق والعيوب عن (90%) من الإرسالية ولا يتجاوز التثلم (10%) من حجم الكتلة.

– يكون التفاوت المسموح به في الأبعاد للأبعاد التي هي من (100 مم) إلى (320 مم) بحدود (±3%) إلى (±6%).

– إنحراف التربيع لا يزيد على5 مم لمسافة مقدارها (300 مم).

– الإنحراف والإنبعاج:

– للوجه الذي لا تزيد أبعاده على (240 × 240 مم) لا يزيد الإنحراف على (4 مم).

– للوجه الذي لا تزيد أبعاده على (240 × 320 مم) لا يزيد الإنحراف على (5 مم).

ح– القرميد الفحوص بحسب المواصفة الأوربية المرقمة (BS EN 1304/1998):

– يكون التفاوت المسموح به في الأبعاد للقرميد المستوي (±3%).

– يكون التفاوت المسموح به في الأبعاد للقرميد المسنم (±7%).

خ- البلاطات الطينية المفخورة المستعملة في أعمال الري والبزل المفحوصة بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (3916 لسنة 2004) يكون الحد الأعلى للتفاوت المسموح به:

- (±10 مم) في الطول.
- (±5 مم) في العرض.
- (±1.5 مم) في السمك.

ثاني عشر: **<u>الرخام (المرمر)</u>** الفحوص بحسب المواصفة القياسية العراقية المرقمة (1387 لسنة 1989)

أ- يكون التفاوت المسموح به في الأبعاد للرخام المستعمل للأرضيات بحدود (±0.2%).

ب- لا يزيد التفاوت في إستواء السطح على (1 مم) لكل (1 م) في أي إتجاه.

ت- لا يزيد التفاوت في طول بلاطة الرخام أو عرضها على (±0.25%) ولا يزيد على (±3%) في سمكها.

الملحق "ت"

المصطلحات الفنية مرتبة بحسب الحروف الهجائية العربية

(أ)

أتربة دياتومية	Diatomaceous earth
أخشاب	Woods
إزارة	Skirting
إسفلت مخفف	Cut-back asphalt
أسود الكاربون	Carbon black
أسود المعدن	Mineral black
أشرطة حاملة	Cover strips
أشرطة خاتمة	Seal gaskets
أشرطة خاتمة مطاطية خلوية	Cellular elastomeric gaskets
أشرطة خاتمة مطاطية مصمتة	Dense elastomeric gaskets
أصباغ الدستمبر برابط غراء	Size-bound distemper
أصباغ المطاط المكلور	Chlorinated rubber paints
أصباغ الوارنيش	Varnishes
أصباغ بنسجة	Texture paints
أصباغ خلات متعددة الفينيل المستحلبة	Polyvinyl acetate paints
أصباغ زيتية	Oil paints
أصباغ سمنتية	Cement paints
أصباغ مائية	Water paints
أصباغ مائية ذات أساس دهني	Oil bound distemper
أصباغ مستحلبة	Emulsion paints

Irrigation and drainage works lining	أعمال تبطين الري والبزل
Eaves	إفريز
Alkyd	ألكيد
Gypsum –plaster boards	ألواح جبسية
Absorption	إمتصاص
Water absorption	إمتصاص الماء
Fatty acid salts	أملاح الحامض الدهني
Clay pipes	أنابيب طينية
Vitrified clay pipes, extra strength	أنابيب طينية فائقة المقاومة
Freezing and thawing	انجماد وذوبان
Deflection	انحراف
Internal finishing	إنهاءات داخلية
Cast iron	آهين (حديد صب)
Ochre	اوكر
Iron oxide	أوكسيد أحمر (أوكسيد الحديد)
Oleate	أوليات

(ب)

Water jet	بثق الماء
Blisters	بثور
Perlite	بيرلايت
Burnt clay tiles	بلاطات طينية مفخورة
Borates	بورات
Pozzolana	بوزولانا

(ت)

تبريد الخبث بالهواء (تبريد بطيء)	Air cooling of slag
تبريد سريع للخبث	Rapid cooling of slag
تصلب (تماسك)	Setting
تحليل منخلي	Sieve analysis
تراكب	Overlapping
تركيب كيميائي	Chemical composition
تسريب	Leak
وسائد	Flashings
تصنيف	Classification
تعفن فطري	Fungal decay
تغير حجمي	Volume change
تفاعل قلوي للركام	Alkali aggregate reaction
تقسيم ربعي	Quarter division
تشظي	Spalling
تميؤ السمنت	Cement hydration

(ث)

ثبات	Soundness
ثلمة بسبب الكرة الساقطة	Impact of the dropping ball
ثنائي سيليكات الكالسيوم	Calcium ortbosilicate

(ج)

جبس	Gypsum
جبس سمنت كين	Gypsum Keene's plaster
جدران حاملة للأثقال	Bearing walls

جذور الصنوبر	Pine stumps
جص إعتيادي	Ordinary gypsum
جص فني	Technical gypsum
جص لا مائي ذائب محروق	Soluble anhydrous calcined gypsum
جص لا مائي غير ذائب محروق	Insoluble anhydrous calcined gypsum
جص نصف مميه محروق	Hemihydrates calcined gypsum
جمر بركاني	Volcanic lava
جنفاص	hessian sheets
جير	Lime
جير حي	Quick lime
جير دهني	Oily lime
جير شبه هيدروليكي	Semi hydraulic lime
جير مطفأ	Hydrated lime
جير مغنيسي	Magnesium lime
جير هيدروليكي	Hydraulic lime

(ح)

حامض الاوليك	Oleic acid
حبيبات خبث الفرن العالي النفاخ	Granulated blast furnace slag
حجر جبسي	Gypsum rock
حجر جيري من مياه الينابيع (الترافرتين)	Travertine
حجر كلسي	Lime stone
حجر رملي	Sandstone
حجر طبيعي	Natural Stone
حديد التسليح	Reinforcing steel

حديد الزهر	Pig- iron
حديد الشيلمان	I-Beam
حرارة الإماهة	Heat of hydration
حشرات متلفة للخشب	Wood-destroying insects
حلزوني	Spiral
حلقات معدنية	Washers
حوامض اللكنوسلفونات	Lignosulfonic acids
حوامض كاربوكسيلية هيدروكسيلية	Hydroxylated carboxylic acids

(خ)

خامات الحديد	Iron ore
خبث تمددي أو رغوي	Foam or expanded slag
خبث محبب	Granulated slag
خبث مكور	Pelletized slag
ختم (انهاء) لماع	Gloss finish
ختم مطفأ	Matt finish
خرسانة حرارية	Refractory concrete
خرسانة طرية	Fresh concrete
خشب أحمر	Red wood
خضاب (مواد ناعمة ملونة)	Pigments
خواص الركام الحرارية	Thermal properties of aggregate

(ر)

رابط	Binder
راتج الفنزول	Vinsol resin
رخام	Marble

رذاذ	Spray
رطوبة سطحية	Surface moisture
ركام خشن	Coarse aggregate
ركام صناعي	Artificial aggregate
ركام طبيعي خفيف الوزن	Natural light weight aggregate
ركام ناعم	Fine aggregate
رماد الوقود المسحوق	Pulverized fuel ash
رماد بركاني	Volcanic ash
رماد قشور الرز	Rice husk ash
رماد متطاير	Fly ash
رمل عالي السيليكا	High silica sand

(ز)

زجاج بركاني أسود	Black volcanic glass
زجاج بركاني منخرب	Pumice
زجاج خلوي	Cellular glass
زجاج مسطح	Flat glass
زجاج مسلح	Wired glass
زجاج مطلي	Coated glass
زحف	Creep
زيت القطران	Tar-oil
زيت جوز الهند	Coconut oil

(س)

ستايرين	Styrene
سمنت الخبث	Slag cement

سمنت ألوميني كالسيومي	Calcium aluminate cement
سمنت بورتلاندي أبيض	White portland cement
سمنت بورتلاندي إعتيادي	Ordinary portland cement
سمنت بورتلاندي سريع التصلب	High early strength Portland cement
سمنت بورتلاندي معدل	Modified portland cement
سمنت بورتلاندي مقاوم للأملاح	Sulphate resisting portland cement
سمنت بورتلاندي واطئ الحرارة	Low heat portland cement
سنام	Hip
سيانين الأفثاليك الأزرق	Phthalocyanine blue
سيليكات المغنيسيوم المميأة (السربنتين)	Serpentine

(ش)

شرائح	Battens
شكل بـلوري	Crystal form

(ص)

صنوبر راتنجي	Tall oil
صوان أوبالي	Opaline cherts

(ض)

ضغط هيدروستاتيكي	Hydrostatic pressure

(ط)

طابوق طيني	Clay bricks
طابوق الرمل الجيري	Sand lime bricks
طابوق مغنيسي	Magnesia brick
طابوق مقاوم للحوامض	Acid resistant brick
طباشير نقي	Whiting

طبقات الإنهاء	Finishing layers
طبقات تحتانية	Under coats
طبقة الأساس	Prime coat
طبقة الإنهاء	Finishing coat
طبقة الخارصين	Zinc flashing
طبقة الطرطشة	Prick up coating
طريقة الخلط	Mixing method
طلاء خارصيني	Zinc coating
طور زجاجي	Glass phase
طين صفائحي	Shale

(ع)

عدم الشفافية (عتمة)	Opacity
عزل حراري	Thermal insulation

(غ)

غبار السيليكا	Silica fume

(ف)

فحص بروكتر المعدل	Modified proctor test
فحم بني داكن	Lignite
فحم صلب	anthracite
فرمكيولايت	Vermiculite
فرن دوار	Rotary kiln
فقدان بالإيقاد	Loss on ignition

(ق)

قابلية التشغيل	Workability
قاسمة النماذج	Sample divider
قار	Bitumen
قرميد (بلاطات)	Clay Tiles
قرميد ركني (بلاطات)	Valley tiles
قرميد مستوٍ (بلاطات) للتسطيح	Clay plain roofing tiles
قرميد مسنم (بلاطات)	Nipped clay tiles
قنوات	Valleys
قواطع، جدران غير محملة	Partitions

(ك)

كتل البناء الفخارية المجوفة	Fired hollow clay building blocks
كتل جبسية	Gypsum blocks
كثافة	Density
كرانيت	Granite
كاربونات الكالسيوم البلورية	Calcite
كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم البلورية	Dolomite
كوبال	Copal

(ل)

لبيدة الشاطئ	Sinter strand
لمعة قشرة البيض	Eggshell gloss

(م)

ماء التبلور	Water of crystallization
ماء متحد	Combined water

High reactivity metakaolin	مادة الميتاكاؤلين عالية الفعالية
Extender	مادة باسطة
Spacers	مباعدات
Physical requirements	متطلبات فيزيائية
Chemical requirements	متطلبات كيميائية
Ridge	متن
Scope	مجال
Shovel	مجرفة
Dryer	مجفف
Water content	محتوى مائي
Deformed	محزز
Thinner	مخفف (مذيب)
Purlins	مدادات
Organic-solvents	مذيبات عضوية
Curing compounds	مركبات الإنضاج
Moisture proof compounds	مركبات مانعة للرطوبة
Red lead	مزيج الرصاص الأحمر (أوكسيد الرصاص)
Spacing	مسافات التباعد
Nails	مسامير
Prestressed	مسبق الجهد
Emulsified asphalts	مستحلبات إسفلتية
Plaster of Paris	مسحوق باريس
Clips	مشابك
Galvanized wire netting	مشبك الأسلاك المغلونة

Metal lath	مشبك معدني
Conventional castables	مصبوبات تقليدية
Self-flow castables	مصبوبات تلقائية الانسياب
Chemical admixtures	مضافات كيميائية
Water proofing admixtures	مضافات مانعة لنفاذ الماء
Retarding admixtures	مضافات مبطئة (مؤخرة للتماسك)
Accelerating admixtures	مضافات معجلة
Curing	معالجة (إنضاج)
Modulus of elasticity	معامل المرونة
Modulus of rupture	معاير الكسر
Lime paste	معجون الجير
Putty for use on window glass	معجون تثبيت زجاج النوافذ
Mica	معدن المايكا
Scoop	مغرفة
Ladle	مغرفة (بوتقة) كبيرة
Shrinkage joints	مفاصل الإنكماش
Cold joints	مفاصل البرودة
Expansion joints	مفاصل التمدد
Construction joints	مفاصل الصب
Isolation joints	مفاصل العزل
Oversize & undersize	مقاس أعلى و الأقل من المعدل
Maximum aggregate size	مقاس الركام الأقصى (الأكبر)
Sulfate resistant	مقاوم للكبريتات
Flexural strength	مقاومة الإنحناء

مقاومة الانضغاط	Compressive strength
مقاومة التآكل (السحج)	resistance Abrasion
مقاومة الخرسانة القصيرة الأمد	Short-term concrete strength
مقاومة الخرسانة على المدى البعيد	Long –term concrete strength
مقاومة الشد	Tensile strength
مقاومة مستعرضة	Transverse strength
مقاومة الحك	Wear resistance
مقذوفات بركانية	Tuff
مواد أساس مخرشة	Etching primers
مواد راتنجية	Resin
مواد فوسفاتية	Phosphating compounds
مواد لاصقة ذات أساس سمنتي	Cement-based adhesives
مواد مانعة للتمدد	Untie expansion
مواد مذابة في الماء	Water-borne
مادة (عامل) مفقعة للهواء	Air-entraining agent
مونة حرارية	Refractory mortar
مونة مقاومة للحوامض	Chemical resistant mortar

(ن)

نسبة الخلط	Mixing ratio
نضح	Bleeding
نوع كبريتي	Sulphur type

(هـ)

هبوط متفاوت	Differential settlement
هطول	Slump

هلام	Gel
هواء مقصود	Air entrainment
هيبوتونات	Heptonates

(و)

ورق الجدران	Wall paper

الملحق "ث"

المصطلحات الفنية مرتبة بحسب الحروف الهجائية الإنكليزية

(A)

Abrasion resistance	مقاومة التآكل (السحج)
Absorption	إمتصاص
Accelerating admixtures	مضافات معجلة
Acid resistant brick	طابوق مقاوم للحوامض
Air cooling of slag	تبريد الخبث بالهواء (تبريد بطيء)
Air entrainment	هواء مقصود
Air-entraining agent	مادة (عامل) مفقعة للهواء
Alkali aggregate reaction	تفاعل قلوي للركام
Alkyd	ألكيد
Anthracite	فحم صلب
Artificial aggregate	ركام صناعي

(B)

Battens	شرائح
Bearing walls	جدران حاملة للأثقال
Binder	رابط
Bitumen	قار
Black volcanic glass	زجاج بركاني أسود
Bleeding	نضح
Blisters	بثور
Borates	بورات

Burnt clay tiles	بلاطات طينية مفخورة

(C)

Calcite	كاربونات الكالسيوم البلورية
Calcium aluminate cement	سمنت ألوميني كالسيومي
Calcium ortbosilicate	ثنائي سيليكات الكالسيوم
Carbon black	أسود الكاربون
Cast iron	آهين
Cellular elastomeric gaskets	أشرطة خاتمة مطاطية خلوية
Cellular glass	زجاج خلوي
Cement hydration	تميؤ السمنت
Cement paints	أصباغ سمنتية
Cement-based adhesives	مواد لاصقة ذات أساس سمنتي
Chemical admixtures	مضافات كيميائية
Chemical composition	تركيب كيميائي
Chemical requirements	متطلبات كيميائية
Chemical resistant mortar	مونة مقاومة للحوامض
Chlorinated rubber paints	أصباغ المطاط المكلور
Classification	تصنيف
Clay bricks	طابوق طيني
Clay pipes	أنابيب طينية
Clay plain roofing tiles	قرميد مستوٍ (بلاطات) للتسطيح
Clay Tiles	قرميد
Clips	مشابك

Coarse aggregate	ركام خشن
Coated glass	زجاج مطلي
Coconut oil	زيت جوز الهند
Cold joints	مفاصل باردة
Combined water	ماء متحد
Compressive strength	مقاومة الانضغاط
Construction joints	مفاصل الصب
Conventional castables	مصبوبات تقليدية
Copal	كوبال
Cover strips	أشرطة حاملة
Creep	زحف
Crystal form	شكل بـلوري
Curing	معالجة (إنضاج)
Curing compounds	مركبات الإنضاج
Cut-back asphalt	إسفلت مخفف

(D)

Deflection	انحراف
Deformed	محزز
Dense elastomeric gaskets	أشرطة خاتمة مطاطية مصمتة
Density	كثافة
Diatomaceous earth	أتربة دياتومية
Differential settlement	هبوط متفاوت
Dolomite	كاربونات الكالسيوم و المغنيسيوم البلورية
Dryer	مجفف

(E)

Eaves	إفريز
Eggshell gloss	لمعة قشرة البيض
Emulsified asphalts	مستحلبات إسفلتية
Emulsion paints	أصباغ مستحلبة
Etching primers	مواد أساس مخرشة
Expansion joints	مفاصل التمدد
Extender	مادة باسطة

(F)

Fatty acid salts	أملاح الحامض الدهني
Fine aggregate	ركام ناعم
Finishing coat	طبقة الإنهاء
Finishing layers	طبقات الإنهاء
Fired hollow clay building blocks	كتل البناء الفخارية المجوفة
Flashings	وسائد
Flat glass	زجاج مسطح
Flexural strength	مقاومة الإنحناء
Fly ash	رماد متطاير
Foam or expanded slag	خبث تمددي أو رغوي
Freezing and thawing	انجماد وذوبان
Fresh concrete	خرسانة طرية
Fungal decay	تعفن فطري

(G)

Galvanized wire netting	مشبك الأسلاك المغلونة

Gel	هلام
Glass phase	طور زجاجي
Gloss finish	ختم (انهاء) لماع
Granulated blast furnace slag	خبث الفرن النفاخ المحبب
Granite	كرانيت
Granulated slag	خبث محبب
Gypsum	جبس
Gypsum blocks	كتل جبسية
Gypsum Keene's plaster	جبس سمنت كين
Gypsum –plaster boards	ألواح جبسية
Gypsum rock	حجر جبسي

(H)

Heat of hydration	حرارة الإماهة
Hemihydrates calcined gypsum	جص نصف مميه محروق
Heptonates	هيبوتونات
Hessian sheets	جنفاص
High early strength Portland cement	سمنت بورتلاندي سريع التصلب
High reactivity metakaolin	مادة الميتاكاؤلين عالية الفعالية
High silica sand	رمل عالي السيليكا
Hip	سنام
Hydrated lime	جير مطفأ
Hydraulic lime	جير هيدروليكي
Hydrostatic pressure	ضغط هيدروستاتيكي
Hydroxylated carboxylic acids	حوامض كاربوكسيلية هيدروكسيلية

(I)

I-Beam	حديد الشيلمان
Impact of the dropping ball	ثلمة بسبب الكرة الساقطة
Insoluble anhydrous calcined gypsum	جص لا مائي غير ذائب محروق
Internal finishing	إنهاءات داخلية
Iron ore	خامات الحديد
Iron oxide	أوكسيد أحمر (أوكسيد الحديد)
Isolation joints	مفاصل العزل

(L)

Ladle	مغرفة (بوتقة) كبيرة
Leak	تسريب
lignite	فحم بني داكن
Lignosulfonic acids	حوامض اللكنوسلفونات
Lime	جير
Lime paste	معجون الجير
Limestone	حجر كلسي
Irrigation and drainage works lining	تبطين أعمال الري والبزل
Long –term concrete strength	مقاومة الخرسانة على المدى البعيد
Loss on ignition	فقدان بالإيقاد
Low heat portland cement	سمنت بورتلاندي واطئ الحرارة

(M)

Magnesia brick	طابوق مغنيسي
Magnesium lime	جير مغنيسي
Marble	رخام

Matt finish	ختم (انهاء) مطفأ
Maximum aggregate size	مقاس الركام الأقصى (الأكبر)
Metal lath	مشبك معدني
Mica	معدن المايكا
Mineral black	أسود المعدن
Mixing ratio	نسبة الخلط
Mixing method	طريقة الخلط
Modified portland cement	سمنت بورتلاندي معدل
Modified proctor test	فحص بروكتر المعدل
Modulus of elasticity	معامل المرونة
Modulus of rupture	معاير الكسر
Moisture proof compounds	مركبات مانعة للرطوبة

(N)

Nails	مسامير
Natural light weight aggregate	ركام طبيعي خفيف الوزن
Natural Stone	حجر طبيعي
Nipped clay tiles	قرميد مسنم (بلاطات)

(O)

Ochre	اوكر
Oil bound distemper	أصباغ مائية ذات أساس دهني
Oil paints	أصباغ زيتية
Oily lime	جير دهني
Oleate	أوليات
Oleic acid	حامض الاوليك

Opacity	عدم الشفافية (عتمة)
Opaline cherts	صوان أوبالي
Ordinary gypsum	جص إعتيادي
Ordinary portland cement	سمنت بورتلاندي إعتيادي
Organic-solvents	مذيبات عضوية
Overlapping	تراكب
Oversize & undersize	مقاس أعلى و الأقل من المعدل

(P)

Partitions	قواطع، جدران غير محملة
Pelletized slag	خبث مكور
Perlite	بيرلايت
Phosphating compounds	مواد فوسفاتية
Phthalocyanine blue	سيانين الأفثاليك الأزرق
Physical requirements	متطلبات فيزيائية
Pig- iron	حديد الزهر
Pigments	خضاب (مواد ناعمة ملونة)
Pine stumps	جذور الصنوبر
Plaster of Paris	مسحوق باريس
Polyvinyl acetate paints	أصباغ خلات متعددة الفينيل المستحلبة
Pozzolana	بوزولانا
Prestressed	مسبق الجهد
Prick up coating	طبقة الطرطشة
Prime coat	طبقة الأساس
Pulverized fuel ash	رماد الوقود المسحوق

Pumice	زجاج بركاني منخرب
Purlins	مدادات
Putty for use on window glass	معجون تثبيت زجاج النوافذ

(Q)

Quarter division	تقسيم ربعي
Quick lime	جير حي

(R)

Rapid cooling of slag	تبريد سريع للخبث
Red lead	مزيج الرصاص الأحمر (أوكسيد الرصاص)
Red wood	خشب أحمر
Refractory mortar	مونة حرارية
Refractory concrete	خرسانة حرارية
Reinforcing steel	حديد التسليح
Resin	مواد راتنجية
Retarding admixtures	مضافات مبطئة (مؤخرة للتماسك)
Rice husk ash	رماد قشور الرز
Ridge	متن
Rotary kiln	فرن دوار

(S)

Sample divider	قاسمة النماذج
Sand lime bricks	طابوق الرمل الجيري
Sandstone	حجر رملي
Scoop	مغرفة
Scope	مجال

Seal gaskets	أشرطة خاتمة
Self-flow castables	مصبوبات تلقائية الانسياب
Semi hydraulic lime	جير شبه هيدروليكي
Serpentine	سيليكات المغنيسيوم المميأة (السربنتين)
Setting	تصلب (تماسك)
Shale	طين صفائحي
Short-term concrete strength	مقاومة الخرسانة القصيرة الأمد
Shovel	مجرفة
Shrinkage joints	مفاصل الإنكماش
Sieve analysis	تحليل منخلي
Silica fume	غبار السيليكا
Sinter strand	لبيدة الشاطئ
Size-bound distemper	أصباغ الدستمبر برابط غراء
Skirting	إزارة
Slag cement	سمنت الخبث
Slump	هطول
Soluble anhydrous calcined gypsum	جص لا مائي ذائب محروق
Soundness	ثبات
Spacers	مباعدات
Spacing	مسافات التباعد
Spalling	تشظي
Spiral	حلزوني
Spray	رذاذ
Styrene	ستايرين

Sulfate resistant	مقاوم للكبريتات
Sulphate resisting portland cement	سمنت بورتلاندي مقاوم للأملاح
Sulphur type	نوع كبريتي
Surface moisture	رطوبة سطحية

(T)

Tall oil	صنوبر راتنجي
Tar-oil	زيت القطران
Technical gypsum	جص فني
Tensile strength	مقاومة الشد
Texture paints	أصباغ بنسجة
Thermal insulation	عزل حراري
Thermal properties of aggregate	خواص الركام الحرارية
Thinner	مخفف (مذيب)
Transverse strength	مقاومة مستعرضة
Travertine	حجر جيري من مياه الينابيع (الترافرتين)
Tuff	مقذوفات بركانية

(U)

Under coats	طبقات تحتانية
Untie expansion	مواد مانعة للتمدد

(V)

Valley tiles	قرميد ركني (بلاطات)
Valleys	قنوات
Varnishes	أصباغ الوارنيش

Vermiculite	فرمكيولايت
Vinsol resin	راتج الفنزول
Vitrified clay pipes, extra strength	أنابيب طينية فائقة المقاومة
Volcanic ash	رماد بركاني
Volcanic lava	جمر بركاني
Volume change	تغير حجمي

(W)

Wall paper	ورق الجدران
Washers	حلقات معدنية
Water proofing admixtures	مضافات مانعة لنفاذ الماء
Water absorption	إمتصاص الماء
Water content	محتوى مائي
Water jet	بثق الماء
Water of crystallization	ماء التبلور
Water-borne	مواد مذابة في الماء
Water paints	أصباغ مائية
Wear resistance	مقاومة الحك
White portland cement	سمنت بورتلاندي أبيض
Whiting	طباشير نقي
Wired glass	زجاج مسلح
Wood-destroying insects	حشرات متلفة للخشب
Woods	أخشاب
Workability	قابلية التشغيل

(Z)

طلاء خارصيني	Zinc coating
طبقة الخارصين	Zinc flashing