الباب الثاني

الدراسة النظرية

الفصل الثاني أختبارات مواد الخرسانة

1.2.2: المقدمة

صناعة الخرسانة تتطلب السيطرة على جودة المكونات الاساسية الداخلة في صناعتها اثناء مرحلة التجهيز و الخزن لضمان انتاج خرسانة ذات مواصفات مقبولة وفق التصميم المطلوب لها، و يتطلب التعرف على اختبارات المواد الداخلة في صناعتها والتي شملت اختبارات مادة الاسمنت و اختبارات الركام بنوعيه الخشن والناعم و اختبارات ماء الخلط ايضا لتحديد القبول او الرفض في الاستخدام قبل الدخول في صناعة الخرسانة .

2.2.2 : اختبارات الاسمنت Tests of The Cement

ان صناعة الاسمنت تتطلب سيطرة نوعية عالية ، لذا يتطلب عدد من الاختبارات في معمل الاسمنت للتأكد من ان الاسمنت الناتج ذو خواص مرغوبة ومطابق لمتطلبات المواصفات العالمية ، ولكن من الضروري ايضا اختبار الخواص الاساسية للاسمنت المستعمل لغرض معين ومن هذه الاختبارات اختبارات النعومة واختبار القوام القياسي وزمن التجمد واختبار الثبات واختبار مقاومة الاسمنت .(الخلف واخرون ، 1984) . ويتطلب اخذ عينات الاسمنت الفرعية في حالة الصوامع اثناء الملئ او التفريغ ،وفي حالة الاسمنت المعبأ في اكياس فيؤخذ العينات الفرعية من ستة اكياس (شكاير) علما تكون عينة الاسمنت بوزن عشرة كيلو غرام على الاقل .(العريان وأخرون، 1974).

1.2.2.2: اختبار نعومة الاسمنت Fineness of Cement test

زيادة نعومة الاسمنت تؤدى الى زيادة المساحة السطحية له وهذا يؤدى الى سرعة تفاعل الاسمنت مع كمية الماء المضاف له وزيادة النعومة ايضا تؤدى الى تقليل زمن الشك وتعطى الاسمنت مقاومة مبكرة وتساعد على ثبات حجمه وتقلل من انكماش الخرسانة . تحدد نعومة الاسمنت بطريقتين:- (محمود ابوزيد، 2012).

اولا : طريقة النخل Sieve Analysis Process

نوزن عينة W من الاسمنت المراد اجراء الاختبار له في حدود 100غم ،يتم نخل العينة على المنخل رقم 170 (0.09mm) لمدة ربع ساعة يدويا او خمسة دقائق اذا كان النخل ميكانيكيا علما ان الحبيبات التي تحتجز على المنخل 170 لا تتفاعل بصورة تامة مع الماء ،يتم وزن المتبقي على المنخل 170والى اقرب 0.1 غم وليكن W_1 ويجب ان تكون نسبة المتبقي على المنخل 170 لا تزيد عن 10% بالوزن للاسمنت البورتلاندي العادي ولا تزيد عن 5% للاسمنت سريع التصلب طبقا للمعادلة (2-2-1) ،ويتطلب النظافة التامة للمنخل والوعاء قبل الاختبار. (امام وأخرون،2007)

$$\text{proportion in sieve } 170 = \frac{W_1}{W} \times 100 \qquad 1-2-2$$

ثانيا : طريقة بلين Blaine Process

يهدف الاختبار الى تحديد المساحة السطحية لحبيبات الاسمنت والتي تساعد على معرفة الاسمنت ومقارنة العينة المختبرة من الاسمنت بعينة مرجعية لسمنت قياسي معلوم المساحة السطحية النوعية وتلك المساحة السطحية النوعية هي مجموع المساحات السطحية لحبيبات الاسمنت لوحدة الوزن ويتم حسابها باستخدام جهاز بلين بمعلومية الزمن اللازم لمرور كمية محددة من الهواء خلال طبقة من عينة الاسمنت ذات ابعاد ومسامية محددتين ويستخدم هذا الاختبار كاختبار اساسي للحكم على مدى صلاحية الاسمنت وباستخدام جهاز بلين كما في الشكل (2-2-1) وحسب المواصفات الامريكية (ASTM C204-7) وكلما زادت المساحة السطحية النوعية زادت نعومة الاسمنت و يجب ان لا تقل المساحة السطحية النوعية عن(2250) سم^2\اغم للاسمنت البورتلاندي العادي وعن (3250) سم^2\اغم للاسمنت سريع التصلد. (الخلف وأخرون، 1984)،(امام وأخرون،2007)

- خطوات الاختبار

– يتم وضع ورق ترشيح فوق القرص المعدنى و وضع طبقة من الاسمنت فى حدود (2.7) غرام من الاسمنت فوق ورقة الترشيح وتغطى بالمكبس.

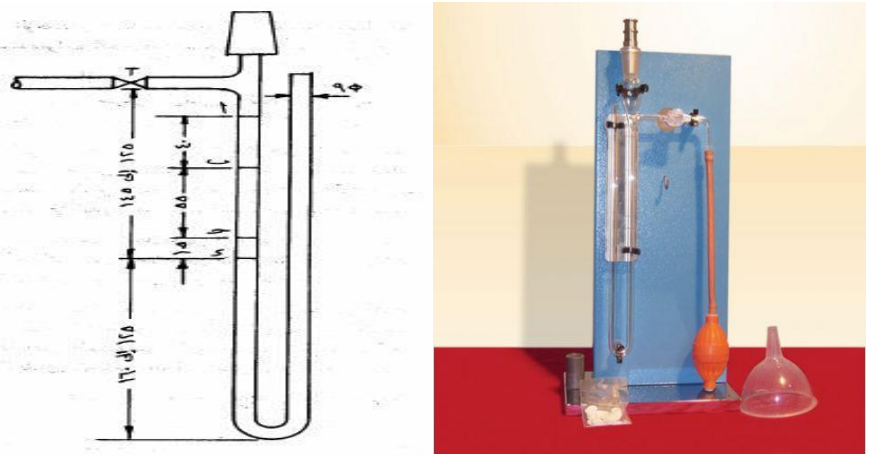
– يرفع المكبس ويدفع بهواء ليمر خلال طبقة الاسمنت بعد سحب المحلول المانومترى بواسطة الشفط ثم يغلق الصنبور و يقاس مدى اختراق الهواء خلال طبقات الاسمنت عن طريق قياس الزمن (t) الذى يمر حتى وصول السائل من العلامة العلوية الى العلامة السفلية بالثانية ونكرر العملية حوالى مرتين او ثلاثة ويؤخذ المتوسط و الحصول على المعادلة (2-2-2).

$$S=K\sqrt{T} \qquad 2-2-2$$

S= المساحة السطحية النوعية Cm^2/gm

K= ثابت الجهاز

T= متوسط الزمن المسجل الذي يستغرقه السائل المانومتري للهبوط من العلامة العلوية الى العلامة السفلية لأقرب 0.2 ثانية



الشكل(2-2-1) جهاز بلين

2.2.2.2: اختبار القوام القياسي و زمن الشك Standard Consistence & Setting Test

يتضمن هذا الاختبار ايجاد كمية الماء اللازمة لانتاج عجينة الاسمنت ذات القوام القياسي والتي تستعمل لتعيين زمن التجمد الابتدائي والنهائي ولفحص خاصية الثبات ، وان الاجهزة المستعملة في هذا الاختبار جهز فيكات Vicat apparatus كما وضح في الشكل(2-2-2) ويتألف الجهاز من:

1. ابرة فيكات لتعيين كمية الماء القياسية.
2. الطرف الأسطوانى لتعيين زمن الشك الابتدائى.
3. الابرة ذو الطرف الدائرى لتعيين زمن الشك النهائى.

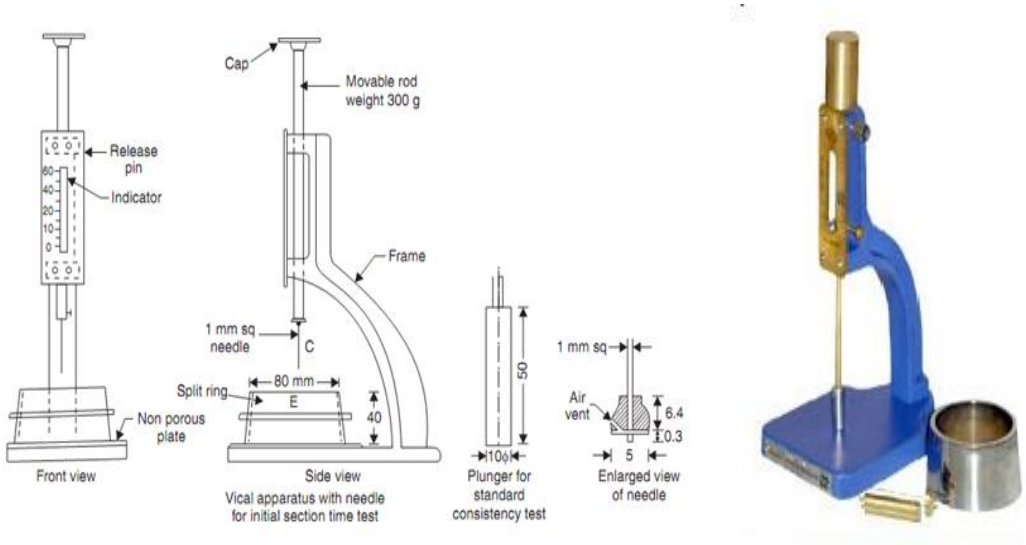
أولا : اختبار تعيين كمية المياه القياسية

1- نزن كمية من الاسمنت ولتكن (400)غرام ويضاف اليها كمية من المياه كنسبة مئوية من وزن الاسمنت ويتم الخلط لمدة 4 دقائق(تحسب مدة الخلط من بداية اضافة الماء للاسمنت).
2- توضع عجينة الاسمنت فى قالب جهاز فيكات ويسوى سطحها ثم يوضع القالب فى الجهاز.
3- يتم انزال الطرف الاسطوانى حتى يمس سطح العجينة ثم يترك لينزل تحت تأثير وزنها ويتم قراءة التدريج.
4- يتم تكرار العملية السابقة وبنسب مختلفة من الماء للحصول على كمية الماء حتى تصبح الابرة على بعد من(5-7) مم من قاع الاناء فتكون كمية المياه المضافة هى كمية المياه القياسية،كمية المياه القياسية هى كمية المياه اللازمة لتكوين عجينة أسمنت قياسية تسمح للطرف الاسطوانى لجهاز فيكات بالنفاذ خلالها الى مسافة (5-7) ملم من قاع قالب جهاز فيكات ،وتتراوح هذه القيمة من (26-33)%، ويجب ان تكون حرارة الاسمنت والماء والغرفة بحدود (18-23) م ^{0} . (ASTM : C 187 – 98) .(الخلف وأخرون، 1984).

ثانيا : اختبار تعيين زمن الشك الابتدائى والنهائي

- خطوات الاختبار

1- تستخدم العجينة القياسية للاسمنت من الاختبار السابق ونملئ بها قالب جهاز فيكات ويسوى سطحها ويتم وضع القالب داخل جهاز فيكات ويقاس الزمن من بدء اضافة الماء الى نفاذ ابرة جهازفيكات لنقطة تبعد مسافة لا تزيد 5 مم عن قاع قالب جهاز فيكات ويسمى هذا الزمن بزمن الشك الابتدائى.
2- نستبدل ابرة جهاز فيكات بالابرة ذو الطرف الدائرى ويتم انزال الابرة فى أماكن متفرقة حتى يتم الحصول على أثر للابرة بمسافة لا تزيد عن 0.5 مم ولا يظهر أثر للجزء الدائرى المثبت حولها فيكون الزمن منذ لحظة اضافة الماء الى هذه اللحظة هو زمن الشك النهائى.



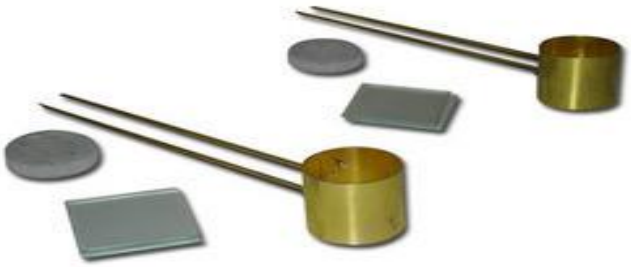
شكل(2-2-2) جهاز فيكات

3.2.2.2 : فحص الثبات Soundness

ثبات الحجم للاسمنت هو مقدار التغير غير الضار في حجم عينة الاسمنت المتصلدة ويهدف هذا الاختبار الى قياس تمدد الاسمنت باستخدام طريقة لوشاتليه Le Chatelier والجهاز كما في الشكل (2-2-3) ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية جميع انواع الاسمنت ما عدى الاسمنت ذو النعومة 4100 حيث يجري عليه اختبار التمدد بطريقة الاوتوكلاف .(امام وأخرون، 2007).

- خطوات الاختبار

1. يتم الاختبار في مكان درجة حرارته (25±2) م^{o} و رطوبته النسبية بحدود (50-80)%، كما يلاحظ ان تكون درجة حرارة كل من الاسمنت والماء المستخدمين هي نفس درجة الحرارة التي تجري عندها التجربة .
2. تحضر كمية من الاسمنت وزنها 200 غم ويضاف اليها كمية الماء اللازمة لجعلها عجينة ذات قوام قياسي بعد خلطــها لمدة 4 دقائق وتجهز عينتان على الاقل في قوالب لوشاتلية بالعجينة القياسية ونضع القالب بين لوحي زجاج ويوضع فوقه ثقل مناسب.
3. يتم غمر القوالب في ماء درجة حرارته 20 م^{o} ولمدة 24 ساعة وتقاس المسافة بين طرفي مؤشري القالب ولتكن(أ).
4. يتم غمر القوالب في ماء درجة حرارتة 20م^{o} ونرفع درجة الحرارة تدريجيا الى ان تصل الى درجة الغليان لمدة 30 دقيقة ونترك القوالب في الماء لمدة ساعة .
5. يتم رفع القوالب وقياس المسافة بين الريشين ولتكن(ب) تمدد الاسمنت = (ب – أ) ويجب ان لا يزيد التمدد عن10مم بموجب المواصفات البريطانية (B.S12:1971)، في حالة عدم مطابقة الاسمنت لهذا الشرط يعاد الاختبار على الاسمنت بعد تهويته ونشره على شكل طبقات ارتفاعها بين(70-80)ملم على سطح جاف وفي جو رطوبته النسبية بين(50-80)% لمدة 7 ايام وتشترط المواصفات المذكورة بأن لايزيد مقدار التمدد في هذه الحالة عن 5 ملم (الخلف وأخرون،1984)



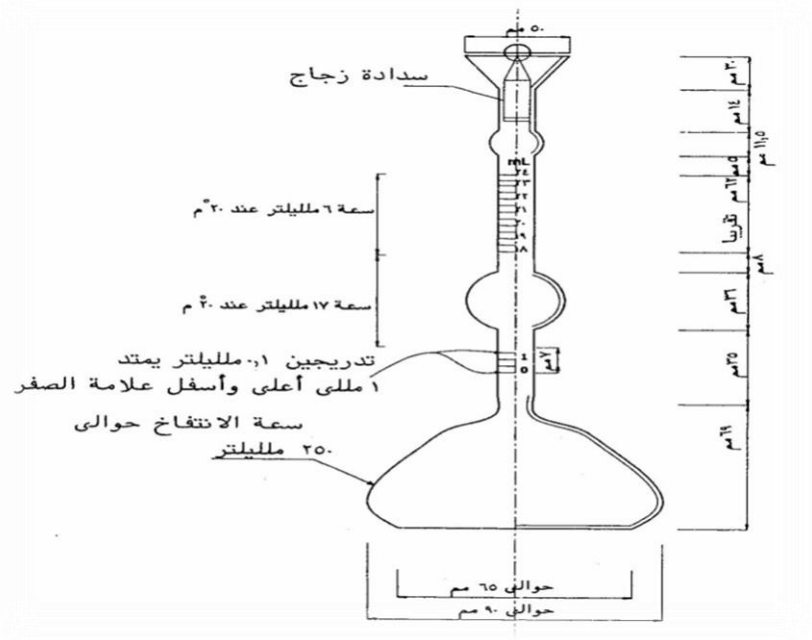
الشكل (2-2-3) جهاز لوشاتيليه

4.2.2.2 : اختبار الوزن النوعي للاسمنت Specific Gravity of Cement

الوزن النوعى للاسمنت حوالى(3-3.25) وتتوقف قيمته على مكونات الاسمنت الكميائية ويعين الوزن النوعى للاسمنت(γ_{ce}). (محمود ابو زيد،2012)

1. تملئ قنينة الكثافة كما في الشكل(2-2-4) بالكيروسين او اى سائل لايتفاعل مع الاسمنت وليكن حجمه (V_1) .
2. نضيف الى السائل وزن معلوم من عجينة الاسمنت وليكن (W) ويقدر (64) غم ونطرق خفيفا على الجوانب لطرد فقاعات الهواء .
3. نقوم بقرأة الحجم عل القنينة وليكن (V_2) .
4. يحسب الوزن النوعى للاسمنت γ_{ce} منقسمة وزن الاسمنت المضاف الى حجم السائل المزاح كما في المعادلة (2-2-3).

$$\gamma_{ce} = \frac{W}{V_2 - V_1} \qquad 3\text{-}2\text{-}2$$



الشكل (2-2- 4) قنينة الكثافة الستعملة في ايجاد الوزن النوعي

5.2.2.2 : اختبار مقاومة الضغط للاسمنت Compressive Strength of Cement

يهدف هذا الاختبار الى تعيين مقاومة الضغط لمونة الاسمنت باختبار مكعبات قياسية من مونة الاسمنت ويتم خلطها يدويا او ميكانيكيا وتدمك ميكانيكيا بماكنة اهتزاز قياسية ويعتبر هذا الاختبار اختبار قبول او رفض للاسمنت ويستعمل على جميع انواع الاسمنت .(امام وأخرون، 2007)

- خطوات الاختبار لمونة الاسمنت(جلال سرسم وأخرون، 2006)

1. تحضر كمية مناسبة من مونة الاسمنت Mortar تكفى لعمل 6 مكعبات طول ضلع المكعب (7.07) سم كل مكعب على حدا بنسبة 3 : 1 بالوزن مع اضافة ماء حوالى 10 % من وزن الرمل و الاسمنت معا ولا تجري اختبارات المقاومة على العجينة الاسمنتية الخالصة لصعوبة الصب والاختبار والاختلاف بالنتائج .وتكون الاوزان اللازمة لتحضير مكعب واحد من مكعبات الاختبار هى (185)غم اسمنت و (555)غم رمل قياسى و(74) سم^3 ماء والرمل القياسى المستخدم هو الرمل الذى يمر جميعه من المنخل القياسى 0.85 مم .
2. يتم ربط جوانب المكعبات جيدا وتدهن بالزيت ويتم وضع المونة داخلها وتخلط جيدا لمدة 4 دقائق ويراعى ان تكون كافة الاجهزة والادوات نظيفة وتكون درجة حرارة الاسمنت والرمل والغرفة بحدود 20±2 م^o .
3. يوضع القالب على ماكنة الاهتزاز ويثبت جيدا ويتم الهز لمدة دقيقتين .
4. ثم يرفع المكعب من الماكنة ويوضع فى جو رطوبته النسبية 90% مع تغطية سطح القالب بصفيحة غير مسامية من المطاط او الفولاذ لمنع تبخر الماءوتترك لمدة لمدة 24 ساعة .
5. ترفع المكعبات من القوالب بعد مرور 24 ساعة وتضع عليها علامات تمييز وتغمر المكعبات فى الماء نظيف وبدرجة حرارة (20±2) م^o وتختبر بعد ثلاثة ايام لاول ثلاثة مكعبات وثلاثة المكعبات الاخرى بعد سبعة ايام ويكون وجه الاختبار للمكعب هو الوجه الجانبى للصب. ويتم الاختبار حسب ما مثبت في المواصفة البريطانية (B.S.1881:part 4).
6. تكون مقاومة الضغط هي النسبة بين حمل الكسرلمتوسط 3 مكعبات الى مساحة وجه المقطع حيث ان مساحة المقطع تساوى 50 سم2 والمواصفات لا تقل مقاومة الضغط لمكعب من مونة الاسمنت عن3 أيام مساوي.18 نيوتن/مم^2 و 7يوم مساوية 27 نيوتن/مم^2.

3.2.2 : اختبارات الركام Aggregate Tests

يشمل هذا الجزء على الاختبارات التي تجرى على الركام وتقسم الى اختبارات طبيعية وكيميائية وميكانيكة والتي تساعد في الحكم على جودة الركام. يتم تجميع العينة من عدة كميات صغيرة تؤخذ من مناطق مختلفة في اعلى ومنتصف واسفل جملة الركام و لا تقل عن 10 مناطق بحيث تكون حبيبات الركام الصغيرة و الكبيرة في العينة مطابقة بقدر المستطاع لتلك الموجودة في جملة الركام كما لايجوز ان يقل وزن العينة الناتجة عن القيم الموجودة في الجدول

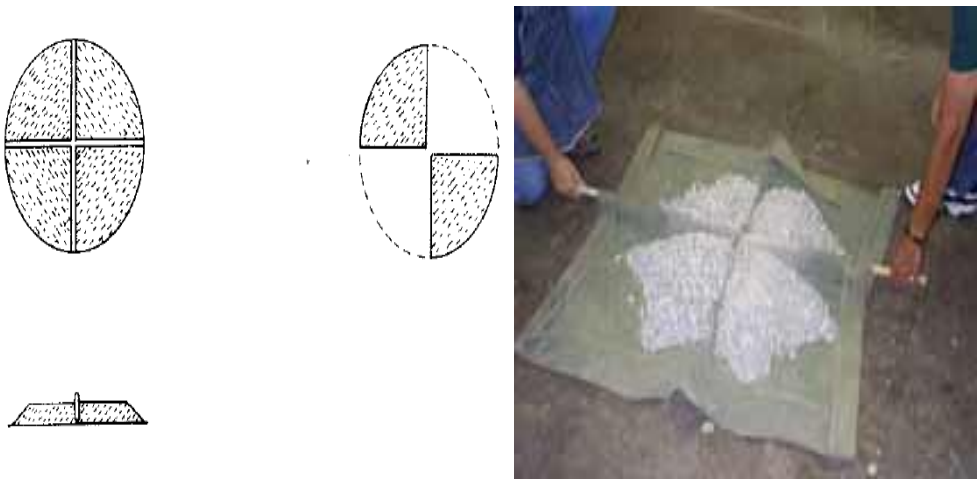
(2-2-1) للحبيبات ذات المقاسات المختلفة وذلك بموجب بموجب المواصفات القياسيةالبريطانية (B.S 812:1967) ويتضح من الجدول المذكور ان العينة الرئيسية كبيرة نوعا ما ويجب تقليل العينة قبل الاختبار وهنالك طريقتان لتقليل وتقسيم حجم العينة الى جزئين متشابهين . (الخلف وأخرون، 1984) وهما:-

اولا".التقسيم الرباعي Quartering

تجمع المادة على هيئة مخروط ثم تقلب لتكوين مخروط جديد وتكرر العملية هذه مرتين وتترك الحبيبات لتنساب على سطح المخروط وبذلك سيتم سقوط الحبيبات ذات المقاسات المماثلة وتوزيعها بصورة متساوية حول محيط المخروط وبعد ذلك يسوى المخروط النهائي على هيئة قرص مستدير بصورة تدريجية الى ان يتم نشر المادة بسمك واحدالى اربعة اقسام متساوية ويبعد ربعان متقابلان من الاقسام الاربعة ويجمع الجزئان الاخران الى مخروط بطريقة مماثلة ويتم تسويته وابعاد الربعين المتقابلين وتكرر هذه العملية الى ان يتم الحصول على الكمية المطلوبة من العينة.كما في الشكل(2-2-5).

الجدول(2-2-1) الحد الادنى لوزن عينات الركام المستعملة لغرض الفحص بموجب المواصفات القياسية البريطانية (B.S 812:1967)

الحد الاقصى لمقاس حبيبات الموجودة في العينة		الحد الادنى لوزن العينة المجهزة	
ملم	انج	كغم	باوند
25 واكبر	1 واكبر	50	112
اصغر من 25 واكبر من 5	اصغر من 1 واكبر من 3/16	25	56
5 واصغر	3/16 واصغر	13	28



الشكل (2-2-5) طريقة التقسيم الرباعي لتحضير عينة اختبار الركام

ثانيا".التقسيم النصفي Riffling

بموجب هذه الطريقة تقسم العينة الى نصفين باستعمال الجهاز المبين بالشـــكل رقم (2-2-6) والمعروف بأسم قاسم العينات ويتكون من صندوق يحوي عددا من التقسيمات العمودي والمتوازية مع صندوقين اخرين يوضعان على جانبيه وذلك لغرض تجميع العينة المقسمة ،ويتم تفريغ العينة الرئيسية على العرض الكلي للصندوق وبذلك ستنقسم الى جزئين ويتم تجميعها في الصندوقين الكائنين على جهتي صندوق قاسم العينات وبعد ذلك يهمل احد الجزئين ويقسم الجزء الاخر بطريقة مماثلة وتكرر عملية التقسيم الى 1/4 وتم الى 1/8 وذلك الى ان يتم الحصول على الوزن المطلوب من العينة.

الشكل(2-2-6) جهاز قاسم العينات

1.3.2.2 : الاختبارات الطبيعية للركام

1.1.3.2.2 اختبار التحليل المنخلي للركام Sieve Analysis of Aggregate

هذا الاختبار هو احد الاختبارات الهامة لتحديد صلاحية الركام لاستخدامه في الخلطات الخرسانية وهو يختص بتحديد التدرج الحبيبي (توزيع مقاسات حبيبات الركام) في كمية من الركام المستخرج من المصادر الطبيعية ،في حالة الركام الذي يحتوي على مواد طينية او مواد تؤدي الى تكتل الحبيبات فيتم غسل الحبيبات ثم تعيين التدرج الحبيبي لها بعد ان يتم تجفيفها و يهدف الاختبار الى :- (امام وأخرون، 2007)

1. توزيع مقاسات حبيبات الركام فى كمية من الركام
2. معاير النعومة للركام الناعم.
3. المقاس الاعتبارى الأكبرللركام.

- الاجهزة و الادوات المستخدمة في الاختبار

1. ميزان حساس لاتقل حساسيته عن 0.1% من وزن عينة الركام.
2. فرن جيد التهوية يمكن التحكم في درجة حرارة حتى 105±5 درجة مئوي .

3. مجموعة المناخل (غرابيل sieves) لكل من الركام الكبير والصغير والخليط الشامل كما فيالجدول(2-2-2) و الشكل(2-2- 7) يمثل مجموعة المناخل القياسية للتجربة.
4. هزاز مناخل ميكانيكي.
5. صينية يمكن إدخالها بدون حدوث أى تغير في وزنها.
6. إناء كبير يسمح باحتواء العينة بالإضافة إلى 5 مرات حجمها ماء.

جدول(2-2-2) المناخل القياسية لاختبار التدرج الحبيبي للركام (امام واخرون ،2007)

لوح من الصلب الطري مثقب بثقوب مربعة قطر المنخل 450،300mm للركام الكبير	نسيج شبكي اسلاك مظفرة بفتحات مربعة قطر المنخل 300،200mm ركام صغير
75	3.35
63	2.36
50	1.7
37.5	1.18
26.5	0.85
19	0.600
13.2	0.425
9.5	0.3
6.7	0.212
4.75	0.15
	0.075*
* يمكن في بعض التطبيقات استخدام المنخل 0.063 mm	

الشكل(2-2-7) الغرابيل القياسية

- **خطوات التجربة لعينة الركام بدون غسيل**

1. تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية كماهو مبين في أخذ عينات الركام.
2. تجفف عينة الاختبار حتى يثبت وزنها لأقرب0.1 % من وزن العينة فى الفرن الحساس لمدة(24±4) ساعة .وليكن الوزن (W).

3. ترتب المناخل طبقا لمقاس فتحة المنخل ترتيبا تصاعديا ابتداء" من الوعاء ثم تنخل العينة ويبدأ النخل بالمنخل الاكبر وينتهي بالمنخل الاصغر .
4. تجري عملية النخل بهز المناخل ميكانيكيا او يدويا ولمدة كافية لاتقل عن 5 دقائق .
5. يراعى اثناء نخل الركام الكبير الا تجبر حبيباته على المرور من فتحات المنخل بالضغط عليها باليد ، وفي حالة المناخل قياس 20مم و أكبر يسمح بمساعدة الحبيبات على المرور من فتحات هذه المناخل ، و يراعى اثناء النخل للركام الصغير امكان فرك التكتلات المتجمعة ان وجدت بضغطها على جدار المنخل وكذلك تستخدم فرشاة مناسبة لحك ظهر المنخل لاخلاء فتحاته من الركام الصغير وكما يراعى استعمال فرشاة ناعمة فوق وجه المنخل مقاس 0.15 مم لمنع حدوث تجمع الركام الناعم مع عدم احداث اي ضغط على سطح هذا المنخل.
6. توزن مقادير الركام المحجوزة على كل منخل على حدة بالميزان الحساس ولتكن اوزانها W_1، W_2 و W_3 الخ ويراعى عند اجراء عملية النخل الا تحمل اوجه المناخل بوزن كبير بحيث لا تزيد الكمية المحجوزة فوق مناخل الاختبار بعد انتهاء عملية النخل .

- **خطوات التجربة في حالة عينة الركام مغسولة**

1. توضع عينة الركام المجففة W فى الفرن داخل الإناء المذكور فى الأجهزة المستخدمة ويضاف إليها ماء ليصل إلى منتصف الإناء ويقلب الركام جيدًا حتى تنفصل الحبيبات الأقل من 0.075 مم عن الحبيبات الأكبر مقاسًا.
2. يسكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخل 0.075 مم بحيث يكون المنخل 1.18 مم واقي فوقه مع مراعاة ما أمكن عدم السماح للحبيبات الكبيرة بالهبوط على المنخل مع ماء الغسيل.
3. تكرر الخطوات على هذا النحو إلى أن يصبح ماءالغسيل رائق ثم توضع عينةالركام المغسولة فى الإناء مع البقايا المحجوزة على المنخلين 0.075 مم و 1.18 مم داخل الصينية المذكورة. فى الأجهزة المستخدمة.
4. يوضع الركام المغسول فى فرن درجة حرارته 105±5 درجة مئوي حتى يثبت وزنه ثم يبرد ويوزن وليكن وزنه W_m.
5. يحدد وزن المواد المارة من منخل الاختبار 0.075 ليكون $W - W_m$
6. يستكمل الاختبار كما تم فى حالة اختبارعينة الركام بدون غسيل

- النتائج

1. تحسب النسبة المئوية للركام المحجوزعلى كل منخل والنسبة المئوية للركام المار منه من واقع الأوزان المحجوزة على كل منخل كما هو مبين بالجدول (2-2-3) .
2. فى حالة عينة الركام بعدغسلها يضاف ($W - W_m$) وهو وزن المواد المارة من منخل الاختبار0.075 ، إلى وزن المواد المارة من أصغر فتحة منخل.
3. يمكن توضيح التدرج الحبيبي للركام الحبيبي للركام بيانيًا بواسطة منحني إحداثياته الرأسية تمثل النسبة المئوية المارة من المنخل واحداثياتها لأفقية تمثل فتحات المناخل .

4. يعين من النسبة المئوية للمار المقاس الاعتباري الأكبر للركام .
5. يحسب معاير النعومة للركام الصغير

جدول(2-2-3) طريقة حساب النسبة المئوية المحجوزة والمارة في التحليل المنخلي للركام

فتحة المنخل مم	الوزن المحجوز لكل منخل	الوزن الكلى المحجوز على كل منخل	النسبة المئوية المحجوز من الركام ×100	النسبة المئوية المارة من الركام
37.5	W_1	W_1	(W_1/W^*)	النسبة المئوية المحجوزة −100
20.0	W_2	W_1+W_2	$(W_1+W_2)/W$	النسبة المئوية المحجوزة − 100
10.0	W_3	$W_1+W_2+W_3$	$(W_1+W_2+W_3)/W$	النسبة المئوية المحجوزة − 100
5.0	W_4	$W_1+W_2+W_3+W_4$	$W_1+W_2+W_3+W_4)/W$	النسبة المئوية المحجوزة − 100

$W^*=W1+W2+W3+W4$

2.1.3.2.2 : اختبار تعيين النسبة المئوية لأمتصاصAbsorption الركام

اولا : تحديد الامتصاص للركام الكبير (الخشن) Coarse Aggregate

امتصاص الركام الكبير للماء: هو النسبة المئوية للزيادة فى وزن الركام الجاف (أكبرمن 5 مم) بعد غمره فى الماء لمدة 24 ساعة.ويستخدم في الاختبار الاجهزة والعدد التالية:-

1. ميزان ذوسعة مناسبة (3 كجم أو أكثر حسب وزن عينة الاختبار)
2. سلة من السلك (ذات فتحات من 1-3 مم)
3. خزان غير منفذ للماء وممكن لسلة السلك السابق ذكره الدخول فيه بحرية تامة.
4. قطعتان من القماش
5. وعاء له نفس سعة السلة السلك.
6. منخل مقاس 5 مم.
7. فرن تجفيف .

- خطوات الاختبار

1. يتم غسل العينة قبل الاختبار على منخل 5 مم لإزالة كل المواد الناعمة والطمي والطين بالنسبة للركام المعتاد (عداالخفيف أو الثقيل)،يجب ان لا يقل وزن عينة الاختبارعن 100 مرة بالغرام الى المقاس الاعتباري الأكبر للركام بالمليمتر.
2. يتم وضع عينة الاختبار فى سلة السلك ،ثم تغمر فى وعاء فيه كمية مناسبة من الماء عند درجة (15- 25) م° بحيث لاتقل المسافة بين أعلى نقطة فى السلك وسطح الماء عن 50 مم .
3. بعد الغمر يزال الهواء المحبوس بالعينة وذلك برفع السلة والعينة 25 مم مع التأكد من أن السلة والعينة مغمورتان غمرًا تامًا فى الماء ، ثم يسمح لهما بالهبوط 25 مرة بمعدل مرة كل ثانية.

4. تترك السلة وعينة الركام مغمورتين غمرًا تاما بالماء لمدة 24 ساعة.
5. ترج السلة والعينة ثم تخرجان من الماء ويمسح الماء العالق عليهما ، ثم يتم بعد ذلك تفريغ الركام من السلة و يوضع على واحدة من قطعتى القماش الجاف ويجفف سطح العينة برفق ويستعان بقطعة القماش الجافة الأخرى إذا تطلب الأمر ذلك.
6. يتم نشر قطع الركام الكبيرعلى سطح قطعة القماش الثانية على طبقة واحدة وتترك معرضة للهواء الجوى بعيدا عن ضوء الشمس المباشرحتى يختفي غشاءالماء المغلف لسطح حبيبات الركام بينما يكون الركام مازال مبتلا . يتم وزن العينة وليكن وزنها (m_1).
7. توضع العينة فى وعاء مسطح ثم توضع فى الفرن درجةحرارته (105±5) م° ولمدة 24 ساعة ، ثم تبرد العينة دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن وليكن وزنها (m_2).

- النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتصاص الركام الكبير للماء (α) من المعادلة(2-2-4)التالية :

$$\alpha = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \qquad 4-2-2$$

حيث ان m_1 وزن العينة المبللة ،وان m_2 هو وزن العينة الجافة . والجدول (2-2-4) يبين حدود القبول والرفض لنسبة امتصاص الركام الكبير. (امام وأخرون، 2007)

الجدول(2-2-4) حدود القبول والرفض لنسبة امتصاص الركام الكبير

نوع المادة	نسبة الامتصاص
(الحصى)الزلط، الحجر الجيري المكسر	0.5-1%
الجرانيت	0-1%
الحجارة	لا تزيدعن 2.5%

ثانياً : تحديد الامتصاص للركام الصغير (الناعم) Fine aggregate

امتصاص الركام الصغير (الناعم) للماء: هوالنسبة المئوية للزيادة فى وزن الركام الصغيرالجاف بعد غمره فى الماء لمدة 24 ساعة. يهدف هذا الاختبار لتعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير (اقل من 5 مم) للماء بالوزن . ويستخدم في الاختبار الاجهزة والعدد التالية:-

1. ميزان ذوسعة مناسبة.
2. قالب معدني على شكل مخروط ناقص ذي قطر داخلي في الاعلى (40±3) مم وقطر داخلي سفلي (90±3) مم وبارتفاع(75±3) مم ومصنوع من المعدن لايقل سمكه عن 0.8 مم.
3. قضيب دمك معدنى.
4. فرن تجفيف.

- خطوات الاختبار

1. يؤخذ حوالى 1 كجم من عينة الركام الصغير.
2. تجفف العينة فى إناء مناسب حتى تصل إلى وزن ثابت عند حرارة (110±5) م° وتترك العينة لتبرد ثم تغطى بالماء بالغمر ثم تترك لمدة (24 ±4) ساعة.
3. يصب الماء الزائد (من التغطية بالغمر) من وعاء لآخر وتجنب فقدان جزيئات المواد الناعمة ثم تبسط العينة على سطح مستو غير ماص للماء ومعرض لتيار هواء دافئ ذى سرعة بطيئة ثم يمزج تكراريا لتأمين تجفيف متجانس. إلى أن تصل العينة لحالة الانسياب الحر.
4. يحدد ما إذا كان هناك رطوبة سطحية على الركام الصغير أم لا باختبار العينة باستخدام المخروط كما يلى :
   - يمسك القالب بثبات على سطح غيرماص للماء مع وضع القطر الأكبر لأسفل .
   - يوضع جزء من الركام الصغير المجفف جزئيا سائبا فى القالب بملئة حتى يفيض .
   - يتم دمك الركام الصغير فى القالب بواسطة 25 دقة خفيفة بقضيب الدمك من أعلى سطح الركام 5 مم ثم يترك ليسقط حرًا. ثم يسوى السطح العلوى ويزال الركام الزائد .
   - يرفع المخروط رأسيا لأعلى ويلاحظ قوام الركام الصغير إذا كانت الرطوبة السطحية مازالت متواجدة وسيأخذ الركام شكل القالب ،بينما إذا هبط الركام قد وصل إلى حالة جفاف السطح .
5. تؤخذ عينة من الركام الصغير بعد تجهيزها وتوضع بوعاء مناسب وتترك معرضة للهواء الجوى بعيدا عن ضوء الشمس المباشر أو أي مصدر آخر للحرارة . يتم وزن العينة وليكن وزنها (m_1) .
6. توضع العينة فى وعاء مسطح ثم توضع بفرن تجفيف درجة حرارته (105±5) م° ولمدة 24 ساعة ويسمح للعينة أن تبرد دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن وليكن وزنها (m_2).

- النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير للماء (β) من المعادلة 2-2-5 و يجب ان لا تزيد نسبة الامتصاص عن 2% التالية :

$$\beta = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \qquad 5-2-2$$

3.1.3.2.2 : اختبار الوزن الظاهري النوعي للركام Specific Gravity of Ag.Test

الوزن النوعي الظاهري للركام الصغير والكبير :هو ناتج قسمة وزن الركام الجاف الى وزن الماء المساوي له بنفس الحجم (وزن الماء المزاح) ، ويكون الاساس في وزن الركام بان يكون مشبع داخليا وجاف سطحيا .و الهدف من احتساب الوزن الظاهري هو لحساب الحجم الذى يشغله الركام فى الخلطات المختلفة المحتوية على ركام و المصممة أو المحللة على أساس الحجم المطلق ويتعلق بالكثافة النسبية للمادة الصلبة المكونة له وغير محتوية بداخلها على

فراغات التى يمكن وصول ماء إليها.ويكون الركام المستخدم في الاختبار بان يكون مغسولا"بالماء وخاليا من الاتربة . (امام وأخرون، 2007)

- الاجهزة المستعملة

– ميزان حساس.

– فرن تجفيف.

– مقياس الكثافة النوعية: قارورة أو مخبار مدرج أو وعاء مناسب يمكن وضع عينة الاختبار به

- خطوات الاختبار

اولا": إجراء الاختبار للركام الصغير

1. تجفف العينة (لا تتعدى 100 جرام) فى فرن مهوي درجة حرارته تتراوح بين 100– 110 م° ثم تبرد العينة فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن (W_1) .
2. يسكب ماء درجة حرارته بين(15–25) م° فى قنينة ذات رقبة مدرجة تدريجًا قياسيًا، مثل زجاجة (لوشاتلييه) إلى علامة مناسبة على الجزء المدرج، وتسجل قراءة التدريج ولتكن(V_1) ثم يضاف الركام الصغير (W_1) إلى داخل القنيه ويترك مغمورًا لمدة ساعة مع إزالة فقاعات الهواء الموجودة وذلك بطرق القنينه طرقًا خفيفا وبعد ساعة من إضافة الركام الصغيرتسجل القراءة الثانية ولتكن(V_2) فيكون الفرق بين القراءتين هو حجم الركام وليكن (V) وتحسب من المعادلة 2–2–6 التالية :

$$V=V_2-V_1 \qquad 6-2-2$$

ثانيا": إجراء الاختبار للركام الكبير

1. تغمر العينة (2كليو جرام تقريبًا) فى ماء درجة حرارته (15–25) مئوية لمدة 24 ساعة ثم ترفع ويجفف سطحها.
2. تصب كمية معلومة الحجم من الماء فى وعاء معلوم السعة وليكن (V_3) إلى ما يقرب من منتصفه ثم تضاف حبيبات الركام إلى الوعاء لتملأ نصفه تقريبًا ثم تضاف كمية أخرى من الماء إلى أن يمتلئ الوعاء تمامًا ويعين حجم الماء المستعمل جميعه وليكن(V_4)
3. ترفع العينة من الماء وتجفف فى فرن مهوى درجة حرارته تتراوح بين(100–110) م° .
4. تبرد العينة فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن(W_2)

- النتائج

يحسب الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير من المعادلة(2–2–7).

$$\rho_f = \frac{W1}{V} \qquad 7-2-2$$

يحسب الوزن النوعي الظاهري للركام الكبيرمن المعادلة(2–2–8) .

$$\rho_c = \frac{W1}{V_3-V_4} \qquad 8-2-2$$

4.1.3.2.2 : ختبار الوزن الحجمي والنسبة المئوية للفراغات للركام

الوزن الحجمي للركام المكبوس او غيره هو ناتج قسمة وزن الركام على الحجم الذي يشغله الركام . والغرض من هذا الاختبار هو معرفة وزن المتر المكعب لكل من الرمل المكبوس والحصى. (العريان وأخرون، 1974)

- عينة الاختبار

تحضر عينة من الرمل وزنها 5 كغم ،وتحضر عينة من الحصى وزنها 25 كغم .

- الاجهزة والادوات المستعملة

1. وعاء معدني اسطواني الشكل ويجب ان تكون مقاساته الداخلية مضبوطة ويحتفظ بشكله مع الاستعمال المتكرر
2. قضيب كبس(دمك)معدني مستقيم بقطر 15 مم وبطول 50 سم ويكون احد طرفيه على شكل مخروطي بنهاية مستديرة طولها 25مم
3. ميزان حساسيته 0.5 % من وزن عينة الاختبار

اولا": طريقة اختبار الوزن الحجمي

1. تحدد سعة الوعاء حسب المقاس الاعتباري الاكبر للركام وليكن A
2. يوزن الوعاء فارغا وجافا ونظيفا
3. يملئ الوعاء بالركام المكبوس او غير المكبوس وكما يلي:

أ.الركام المكبوس

يملئ الوعاء بالركام المخلوط خلطا جيدا ويكبس بالقضيب لعدد 25 مرة ،ثم يضاف مقدار اخر مساو له في الكمية ويدك ايضا 25 مرة اخرى بالقضيب وبعدها يملئ الوعاء لأكثر من سعته ويدك ايضا 25 مرة ثم يزال الزيادة باستعمال قضيب الكبس كمسطرة تسوية .

ب. الركام غير المكبوس

يملئ الوعاء لاكثر من سعته بواسطة جاروف من ارتفاع لا يزيد عن 5 سم فوق الوعاء ويجب اتخاذ العناية الكافية ما امكن لمنع انفصال الاحجام المكونة لعينة الاختبار ثم يزال الركام الزائد عن سعة الوعاء باستعمال قضيب الدك كمسطرة تسوية ويعين الوزن الصافي الذي يملأ الوعاء وليكن B.

- النتائج

يحتسب الوزن الحجمي من المعادلة 2-2-9 التالية

$$\gamma = \frac{B}{A} \qquad 9\text{-}2\text{-}2$$

γ= الوزن الحجمي للركام

B= الوزن الصافي للركام

A= سعة الوعاء الحقيقية

ثم يحتسب من ذلك وزن المتر المكعب للركام بالكيلو غرام ويعين الوزن الحجمي للركام عن طريق اجراء ثلاثة اختبارات على الاقل ويكون الفرق المسموح 1%.

ثانيا": حساب النسبة المئوية للفراغات

تحتسب من المعادلة 2-2-10 التالية :

$$\%V = \frac{\rho.\gamma_w - \gamma}{\rho.\gamma_w} \qquad 10-2-2$$

V % =النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام .

ρ = الوزن النوعى الظاهري لحبيبات الركام كما تم تعيينها فى اختبار تعيين الوزن النوعى

γ_w = كثافة الماء = 1 طن/م^3 . (امام وأخرون، 2007)

γ = الوزن الحجمي للركام.

5.1.3.2.2 :اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الناعم Bulking of the sand

هو مقدار الزيادة في حجم حبيبات الرمل نتيجة اضافة الماء اليه او عندما يكون مبتلا في الاساس لسبب تغليف طبقة من الماء لحبيبات الرمل مما يؤدي الى تباعدها عن بعضها البعض نتيجة لتأثير ظاهرة الشد السطحي .والهدف من الاختبار هو لحساب الزيادة الحجمية للرمل باختلاف الرطوبة وخاصة لمعرفة التاثير على الكميات المستعملة بالحجم وان نسبة التضخم في الرمل تتراوح بين (20%) للرمل الخشن و (40%) للرمل الناعم ، وتوضيح أن وجود رطوبة بالرمل الجاف ثم تقليبه تعمل على زيادة حجم الرمل .(جلال سرسم وأخرون، 2006).

- الاجهزة المستعملة

1. وعاءاسطواني نحاسي سعته 1 لتر
2. مخبار زجاجي مدرج عدد اثنان
3. لوح غير مسامي
4. ميزان حساس

- خطوات الاختبار

1- يتم وزن 2000 غرام من الرمل الجاف.
2- يملئ الوعاء بالرمل الجاف ويكبس جزئيا ثم يعين وزن الرمل الجاف.
3- يسكب الرمل من الوعاء على اللوح غير المسامي ويضاف إليه الماء بمقدار 1% من وزن الرمل الجاف. و يقلب الرمل جيدا حتى يصبح متجانسا .
4- يعاد ملىء الوعاء بالرمل الرطب ويكبس جزئيا بنفس الطريقة عندما كان الرمل جافا ويسوى سطح الرمل ويوضع الرمل الزائد في مخبار مدرج ويعين حجم هذه الزيادة .
5- تكرر هذه العملية على أن تكون النسب المئوية للماء المضاف مختلفة بالنسبة لوزن الرمل اي تغير نسبة الرطوبة له ويمكننا من رسم خط بياني .
6- يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء إضافة الماء والتقليب .

- النتائج

تدون نتائج الاختبار فى جدول يبين به النسبة المئوية للماء المضاف والزيادة المناظرة فى حجم الرمل.

6.1.3.2.2 : اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة في الركام بالوزن

يتم تحديد نسبة الطين والمواد الناعمة في الركام بطريقتين وكما يلي:-

اولا": طريقة المنخل القياسي 75 مايكرون: لتحديد نسب الطين والمواد الناعمة التي تمر من المنخل القياسي 75 مايكرون من وزن الركام .

- الاجهزة والمواد المستخدمة

1. وعاء مقاوم للصدأ ذو مقاس وحجم يسمح بتقليب العينة دون فقد للركام أو الماء.
2. المنخلان القياسيان مقاس75 ميكرون ومقاس 141 ميكرون (1.25 مم).
3. فرن تجفيف.
4. ميزان حساس.

- خطوات الاختبار

1. فى حالة الركام الصغير تؤخذ عينة لايقل وزنها عن250جم وفى حالة الركام الكبير أو الشامل يكون وزن العينة تبعا لمقاس الركام الاكبر كما في الجدول (2-2-8).
2. يتم تجفيف العينة فى الفرن حتى (110±5) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (A).
3. تغمر العينة بالماء ثم تقلب بشدة.
4. يتم إزالة المواد الطينية والناعمة عن طريق سكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخلين مقاس 75ميكرون، ومقاس 141 ميكرون بحيث يكون المنخل مقاس 141 ميكرون هو الأعلى .
5. تكرر الخطوات السابقة على نفس العينة حتى يصبح ماء الغسيل رائقا تماما .
6. تعاد المواد المحجوزة على المنخلين إلى العينة المغسولة بالوعاء.
7. تجفيف العينة بالمواد المعادة فى الفرن حتى (110±5) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (B) .

- النتائج

تحسب النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة بالركام F% من المعادلة(2-2-11)التالية:

$$\%F = \frac{A-B}{A} \times 100 \qquad 11-2-2$$

يجب ألا تتعدى النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة القيم المذكورة بالجدول (2-2-5) ،والجدول(2-2-6) حدود المواد الناعمة بالركام يمكن التحقق من النتيجة بتبخير مياه الغسيل المارة من المنخل (0.075مم) لدرجة الجفاف او ترشح ثم تجفف و يوزن الراسب وليكن وزنه (C) فتكون النسبة المئوية لكميات الطين والمواد الناعمة المارة من المنخل القياسي (0.075 مم) وتحسب من المعادلة(2-2-12). (العريان وأخرون، 1984)

$$\%F = \frac{C}{A} \times 100 \qquad 12-2-2$$

جدول (2-2-5) اوزان عينة اختبارتحديد الطين والمواد الناعمة بطريقة النخل (جلال سرسم، 2006)

المقاس الاعتباري الاكبر للركام مم	اقل وزن لعينة الاختبار غم
4.75	500
10	2000
20	2500
$\leq$ 40	5000

جدول(2-2-6) حدود النسب المئوية للمواد الناعمة بالركام (امام وأخرون، 2007)

نوع الركام	الحد الاقصى لنسبة الطين و المواد الناعمة بالوزن %
رمل	3
رمل ناعم من كسر الحجر	5
الركام الكبير من الحصى او الحصى المكسر	1
الركام الكبير من كسر الحجر	3

ثانيا": طريقة الترسيب بموقع العمل

يمكن بهذه الطريقة تحديد كمية الطين والمواد الناعمة في الرمل وبطريقة تقريبية بموقع العمل ولا تطبق هذه الطريقة على رمال الاحجار المكسرة .(العريان وأخرون، 1974)

- طريقة الاختبار

1. يوضع 50 سم^3 من الماء النقي في مخبار مدرج سعته 200 سم^3.
2. تضاف عينة الرمل تدريجيا للمخبار المدرج لحين الوصول الى علامة 100 سم^3.
3. يضاف الماء النقي حتى يصير الحجم الكلي للمخلوط 150 سم^3.
4. يرج المخلوط بشدة لدرجة تجعل حبيبات الطين الملتصقة بالرمل وتتعلق بالماء.
5. يوضع المخبار المدرج على سطح مستو ثم بطرق طرقا خفيفا على جدار المخبار حتى تصبح طبقة الرمل مستوية السطح وتترك لمدة 3 ساعات.

- النتائج

تحسب النسبة المئوية بالحجم لكمية المواد الناعمة بالركام الصغير بحساب النسبة بين ارتفاع الطبقة المترسبة فوق سطح الركام الصغير وارتفاع الركام الصغير أسفل الطبقة المترسبة يجب الا تزيد النسبة المئوية بالحجم لكمية الطين والمواد الناعمة بالرمل الطبيعي عن 3 % ورمل ،كسرالأحجارعن 5 %. وفي حالة تجاوز هذه النسبة يتم إجراء اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالوزن بالمعمل على ألا تتجاوز هذه النسبة الحدود المبينة بهذا الاختبار.

2.3.2.2 : الاختبارات الكيميائية للركام

1.2.3.2.2 :اختبار تحديد كمية الشوائب العضوية بالركام الصغير

يقصد بهذا الاختبار الاستدلال عن كمية الشوائب العضوية الموجودة في الرمل الطبيعي وبطريقية تقريبية ويفيد الاختبار في معرفة ما اذا كان من الضروري لاجراء اختبارات اخرى على الرمل قبل البت في قبوله . (العريان وأخرون، 1974)

- الاجهزة المستعملة

مخابر مدرجة عدد اثنان ذو غطاء زجاجي وسعته 300 سم^3 و بقطر 5 سم .

- طريقة اجراء الاختبار

1.نملئ المخبار المدرج بالرمل كما ورد وبدون تجفيف الى العلامة 100 سم ^{3} .

2.اضافة محلول 3 % هيدروكسيد الصوديوم ليكون حجم الرمل والمحلول 150 سم ^{3} بعد الرج ثم يغطى المخبار بغطائه الزجاجي .

3.يحضر محلول قياسي في مخبار مدرج سعته 200 سم^3 والمحلول يتكون من 2.5سم^{3}من محلول 2 % حامض التنيك المذاب في 10% كحول و 97.5 سم^3 من محلول 3 % هيدروكسيد الصوديوم ثم يغطى المخبار بغطائه الزجاجي و يرج بشدة ثم يترك لمدة 24 ساعة .

- النتائج

تقدر كمية الشوائب العضوية الموجودة بالرمل بمقارنة لون المحلول الموجود فوق الرمل مع لون المحلول القياسي بعد مدة 24 ساعة السابق الذكر ، فاذا كان لون المحلول فوق الرمل افتح من لون المحلول القياسي يعتبر الرمل مقبولا" والشوائب الموجودة فيه غير مؤثرة ،واذا كان اللون اقتم من لون المحلول القياسي فيعتبر غير مقبول الا اذا اجريت عليه اختبارات اخرى تبين مدى الضرر من استخدامه ويستحسن اجراء اختبار مقاومة الانضغاط ومقارنة النتائج مع خرسانة اخرى فيها رمل معروف بجودته .

2.2.3.2.2 : تعيين محتوى الكلوريدات Chlorides Content

تعتبر الكلوريدات من الاملاح الضارة بالركام الكبير والصغير وتكون على هيئة (Cl^-) بعد ذوبانه بالماء ومعايرته بمحلول قياسي من نترات الفضة، والكلوريدات التي هي على هيئة (Cl^-) تمثل الكلوريدات الذائبة فى الماء المتواجدة فى الركام المصنع والركام من مصادره الطبيعية. ويهدف هذا الاختبار الى تحديد نسبة الكلوريدات الموجودة .(امام وأخرون،2007).

- الاجهزة والمواد المستخدمة

ميزان حساس ، سخان كهربائي مسطح ،فرن تجفيف ،ماء مقطر و زجاجيات معملية

- اختيار العينة

تؤخذ عينة من الركام ممثلة للمستخدم فى الخرسانة ، و تطحن العينة و تمر من منخل مقاس 2.36 مم ، وتجفف فى فرن التجفيف عند درجة 105 م^o.

- خطوات الاختبار

1. يحضرمحلول 0.5 قياسي من نترات الفضة.
2. يؤخذ وزن(2–5) غم للركام الصغير،(20– 35)غم للركام الكبير و يضاف حوالى 150 مل ماء مقطر و يسخن لمدة 15 دقيقة عند درجة الغليان.
3. يرشح المحلول وتغسل ورقة الترشيح من(5– 6)مرات بالماء الساخن ثم يبرد الرشيح ويضاف عليه نقطتان أوثلاث من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم 5%.
4. يعاير الرشيح مع محلول نترات الفضة وتكون نقطة انتهاء المعايرة هى النقطة التى يتحول فيها لون الرشيح من الأصفرإلى الأحمر (لون كرومات الفضة) .

- النتائج

تحسب النسبة المئوية للكوريدات القابلة للذوبان مقدرة على هئية Cl^- من المعادلة(2–2–13) ويجب ان لاتزيد النسبة المئوية للكلوريدات عن 0.04 % للركام الكبير، 0.06 % للركام الصغير.

$$\% Cl^- = \frac{V\,N}{W} \times 0.0355 \times 100 \qquad 13\text{–}2\text{–}2$$

Cl^- = نسبة الكلوريدات المئوية.

V=حجم نترات الفضة (مل).

N= عيارية نترات الفضة.

W= وزن العينة.

3.2.3.2.2 : اختبار تحديد محتوى الكبريتات (SO_3) Sulphates

يعين هذا الاختبارمحتوى الكبريتات فى الركام على هيئة (SO_3) ثالث أكسيد الكبريت ولتعيين الكبريتات الكلية يضاف حمض الهيدروكلوريك ليذيب الكبريتات غيرالقابلة للذوبان في الماء. ويهدف الاختبار تعيين محتوى الكبريتات بالركام .(امام وأخرون، 2007).

- الاجهزة والمواد المستعملة

ميزان حساس ، سخان كهربائي مسطح ، فرن تجفيف ، ماء مقطر و زجاجيات معملية.

- العينات المختبرة

تكون العينات ممثلة للركام المستخدم ومطحوناً ومجروش ، وتطحن العينة وتمرمن منخل مقاس(2.36) مم ، وتجفف فى فرن التجفيف عند درجة(105) م°.

- طريقة الاختبار

1. يؤخذ وزن (2–5) غم للركام الصغير ، و (20– 30) غم للركام الكبير المجروش.
2. يوضع حوالى(10) مل من حمض الهيدروكلوريك المركز مع الركام ويسخن حتى الغليان ثم يضاف (10) مل أخرى ويبخر مرة أخرى حتى يصل حجم المحلول الى5 مل.
3. يضاف حوالي(50) مل من الماء المقطر و يغلى المحلول ثم يرشح مع الغسيل حوالي 5 مرات.

4. يضاف(10) مل من محلول مشبع ساخن من كلوريد الباريوم . يترك لمدة ساعة ثم يرشح مع الغسيل بالماء المقطر الساخن عدة مرات على ورق ترشيح عديم الرماد.
5. يحرق الراسب فى وعاء معلومة الوزن عند درجة حرارة(900) م^{o} ثم يوزن بعد الحرق.

- النتائج

تحسب النسبة المئوية للكبريتات SO_3 من المعادلة(2-2-14) ويجب ألا تزيد النسبة المئوية للكبريتات على هيئة SO_3 عن(0.4%) لكل من الركام الصغير و الركام الكبير.

$$\%SO_3=100\ K\times \frac{W1}{W} \qquad 14-2\ -2$$

$\%SO_3$ = النسبة المئوية للكبريتات

K = 0.343 نسبة ثالث أوكسيد الكبريت فى كبريتات الباريوم.

W = وزن العينة (غم)

W1= وزن الراسب المحترق (غم)

3.3.2.2 : الاختبارات الميكانيكية للركام

1.3.3.2.2 : أختبار معامل التهشيم Crushing Value للركام الكبير

معامل التهشيم :هوالنسبة المئوية المارة بالوزن من المنخل القياسي(2.36) مم وذلك بعد تعريض عينة الاختبار لحمل ضغط تدريجي قدره(400)كيلو نيوتن بما يقدر تقريبا(40) طن ،ويهدف هذا الاختبار لتعيين مقاومة الركام الكبير والتى تعطي مقياسا نسبيأ المدى مقاومة الركام الكبير للتهشيم تحت تأثيرحمل ضغط تدريجى ، و هى خاصية هامة للركام المستخدم فى الخرسانة المعرضة للتآكل. والاختبار قابل للتطبيق على حبيبات الركام الكبير التى تمرمن المنخل القياسى 14مم والمحجوزة على المنخل القياسي(10) مم . (امام وأخرون، 2007)

- الاجهزة المستخدمة

1. مكيال أسطوانى معدنى قطره الداخلى 120مم وارتفاعه الداخلي 180مم ويراعى أن يكون هذا المكيال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
2. قضيب معدنى مستقيم للدمك قطاعه مستدير بقطر 15مم وطوله 600 مم بطرف مدبب.
3. أسطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين لهامكبس وقاعدة من الصلب.
4. المناخل القياسية ذات فتحات مربعة مقاسات 14مم، 10مم ، 2.36مم.
5. فرن مهوى حرارته (105±5) درجة مئوية.
6. ماكينة اختبار.
7. مطرقة مطاط .
8. صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفي 3 كجم من الركام.

- عينة الاختبار

1. تنخل كمية من الركام على المنخلين القياسيين(14 و 10) مم على التعاقب.
2. يستعمل فى إجراء الاختبار الركام المار من المنخل القياسى 14 مم و المحجوز على المنخل القياسى10 مم ، يملئ المكيال إلى ثلثه بالركام المذكور ويدمك بقضيب الدمك 25 مرة ثم توضع كمية أخرى مماثلة من الركام وتدمك 25 مرة أخرى ثم يملئ المكيال لمستوى أعلى من سطحه ويدمك 25 مرة ثم يزال الركام الزائد عن سعة المكيال بتسوية سطحه بقضيب الدمك وتكون كمية الركام التى يحتويها المكيال حينئذ هى عينة الاختبار.
3. تجفف عينة الاختبار بوضعها فى الصينية المعدنية داخل الفرن المهوى درجة حرارته(105±5) درجة مئوية لمدة أربع ساعات ثم يبرد الركام.
4. تجهيز عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات السابقة.

- خطوات الاختبار

1. توضع الأسطوانة الصلب مفتوحة الطرفين فى مكانها على القاعدة.
2. توضع عينة الاختبار فى الأسطوانة الصلب على ثلاث دفعات متساوية تقريبًا وتدمك كل دفعة 25 مرة بواسطة قضيب الدمك ثم يسوى سطح الركام فى الأسطوانة و يوضع فوقها المكبس الصلب ويراعى عدم حشر المكبس فى الأسطوانة.
3. توضع الأسطوانة والقاعدة والمكبس فى ماكنة اختبارالضغط ثم يحمل المكبس تدريجيًا بمعدل منتظم حتى يصل حمل الضغط إلى 400 كيلونيوتن فى مدة 10 دقائق ثم يرفع الحمل بعد ذلك.
4. يفرغ الركام من الاسطوانة فى الصينية المعدنية باستخدام المطرقة المطاط والفرشاة السلك لتنظيف الأسطح الداخلية للأسطوانة وتوزن العينة لأقرب غرام وليكن وزنها (M_1) ثم تنخل العينة على المنخل القياسي (2.36)مم ويعين وزن الركام المحجوز على المنخل والركام المار من المنخل لأقرب غرام ولتكن الأوزان (M_2،M_3) على التوالي ،إذا كان مجموع الوزنين M_2 وM_3 يختلف عن وزن العينة الكلي M1 باكثر من(10)غم ترفض العينة ويعاد الاختبار على عينة اخرى. وباتباع نفس الخطوات .

- **النتائج**

1. يحسب لكل اختبار من الاختبارين معامل التهشيم للركام الكبير(ACV) من معادلة (15-2-2).

$$ACV = \frac{M_3}{M_1} \times 100 \qquad 15-2-2$$

ACV= معامل التهشيم

M_1= وزن عينة الركام المستخدمة فى الاختبار.

M_3= وزن عينة الركام المارة من منخل 2.36 مم.

2. يجب أن يكون الفرق بين النتيجتين أقل من 7% من متوسط النتيجتين ،أما فى حالة إذا كان الفرق بين النتيجتين أكبر من 7% من المتوسط يجب أن يعاد الاختبار مرة أخرى على عينتين جديدتين ثم يحسب متوسط الأربع نتائج . والجدول (2-2-7) يبين حدود معامل التهشيم تبعا لاستخدام الخرسانة.

جدول (2-2-7) حدود معامل التهشيم تبعا لاستخدام الخرسانة

الاستخدام	معامل التهشيم %
الركام المستعمل فى الخرسانة التى لا تتعرض أسطحها للتآكل	لا يتعدى 30
الركام المستعمل فى الخرسانة التى تتعرض أسطحها للتآكل مثل ممرات المطارات والطرق	لا يتعدى 25

2.3.3.2.2 : أختبار تعيين مقاومة الركام الكبير للبري Abrasion بجهاز لوس انجلوس

معامل البري (السحق) هو النسبة المئوية للفاقد فى الوزن نتيجة البري فى جهاز لوس أنجلوس وان اختبار البري هو قياس لتأثر سطح مجموعة معينة بالاحتكاك والاندثار ويستعمل لفحص الركام المستعمل في خرسانة الطرق والسطوح المعرضة لاحتكاك شديد لحركة المرور وغيرها ويتم الاختبار بتعريض مجموعة الركام الكبير للتصادم مع كرات فولاذية قياسية في اسطوانة جهاز لوس انجلوس التي تتحرك حركة دائرية وتعرف بنسبة البري او نسبة التأكل واذا كانت النسبة عالية يعني ان الركام مقاومته للبري قليلة. (جلال سرسم، 2006)

- الاجهزة المستخدمة

1.جهاز لوس أنجلوس للبرى كما في الشكل (2- 2-8).
2.المناخل القياسية مقاس 16 مم ومقاس 1.7 مم .
3.كرات البري من الحديد الزهر أو الصلب بقطر 48 مم و وزن الواحدة حوالي 400 غم.
4.ميزان حساس .
5.فرن تجفيف .

الشكل(2-2- 8) ماكنة لوس انجلوس

- اخذ العينات المختبرة

1. تغسل عينة الركام الكبير (5–10)كغم بالماء ثم تجفف فى فرن درجة حرارته (105±5) م° حتى يثبت الوزن .
2. يفصل الركام إلى مقاسات مختلفة عن طريق النخل على المناخل الموضحة في الجدول (2–2–8).
3. يتم إعادة تجميع عينة الاختبار من الركام بخلط الأوزان التى يمكن تجميعها طبقا للقيم الموضحة في الجدول (2–2–8).

- طريقة الاختبار

1. توزن عينة الاختبار بعد إعادة خلطها وليكن وزنها (W_1) ويحدد نوع تدرج هذه العينة من الجدول (2–2–8).
2. يتم تحديد عدد كرات البري طبقًا لنوع تدرج العينة من الجدول (2–2–9).
3. توضع العينة وكرات البري داخل ماكنة لوس أنجلوس وتدارالماكنة بسرعة(10–31) دورة في الدقيقة بحيث يكون عدد الدورات الكلية(500) لكل من تدرجات العينات(أ، ب،ج، د) و(1000) دورة لكل من تدرجات العيينات هـ ، و ، ز.
4. يرفع الركام من الماكنة وينخل على منخل مقاس 16 مم ثم ينخل المار من هذا المنخل على المنخل القياسى مقاس 1.7 مم.
5. يؤخذ الركام الكلي المحجوزعلى المنخلين السابقين ويغسل جيدًا بالماء للتخلص من المواد الناعمة الملتصقة بالسطح ثم يجفف فى فرن (105±5) درجة مئوية حتى ثبوت الوزن (W_2).

جدول(2–2–8) تجميع عينة الاختبار بعد النخل (امام وأخرون، 2007)

فتحة المنخل (مم)		تجميع وزن عينة الاختبار تبعا لنوع التدرج (غم)						
المار	المحجوز	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
75	63	-	-	-	-	1500	-	-
63	50	-	-	-	-	1500	-	-
50	37.5	-	-	-	-	1500	5000	-
37.5	25	1250	-	-	-	-	5000	5000
25	19	1250	-	-	-	-	-	5000
19	12.5	1150	1500	-	-	-	-	-
12.5	9.5	1150	1500	-	-	-	-	-
9.5	6.3	-	-	1500	-	-	-	-
6.3	4.75	-	-	1500	-	-	-	-
4.75	2.38	-	-	-	5000	-	-	-
		500 دورة				1000 دورة		

جدول (2–2–9) تحديد عدد كرات البري (امام وأخرون، 2007)

نوع التدرج	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
عدد الكرات	13	11	8	6	11	11	11

- النتائـج

تحسب قيمة النسبة المئوية للبري (Ab) من المعادلة (2-2-16) ، يجب ألا تتعدى قيمة البري بماكنة لوس أنجلوس(20 %) للحصى الطبيعي و (30 %) لكسر الحجر.

$$Ab=100\times\frac{W_1-W_2}{W_1} \qquad 16-2\ -2$$

4.2.2 : اختبارات ماء الخلط

يستخدم اي ماء صالح للشرب كماء خلط و لا يشترط أن يكون الماء الغيرصـالح للشرب غيرصالح للخلط فبعض أنواع الماء الغير صالح للشرب يمكن إستخدامها في بعض أنواع الخرسانة اذا كان المشروع بعيدا" ولا يوجد ماء صالح للشرب فيجب اجراء تجربتين قبل استخدامها وكما يلي:-

1. نحضر مكعبات من اسمنت و ماء غير صالح لشرب ومكعبات من اسمنت و ماء صالح للشرب فـاذا كان مقاومة الاسمنت والماء غير صالح للشرب تصل الي 90% أو اكثر من مقاومة الاسمـنت والماء الصالـح للشرب ولعمر (7،28) يوم فيمكن استخـدامه . حسب المواصفات الامريـكية المرقـمة (ASTM C-109) والمواصفة البريطانية (BS 3146:1980). (Neville, 2010)
2. لا يزيد زمن الشك الابتدائي لعينات الأسمنت المجهزة بهذا الماء بأكثر من(30) دقيقة على زمن الشك الابتدائي لعينات بنفس الأسمنت جهزت بالماء الصالح للشرب وعلى ألا يقل زمن الشـك الابتدائي بأية حال عن(45) دقيقة .
3. يشترط في ماء الخلط ألا يزيد محتوى الأملاح فيه على :
   2غم في اللترمن الأملاح الكلية الذائبة (T.D.S).
   0.5 غم في اللترمن أملاح الكلوريدات على هيئة Cl .
   0.3 غم في اللترمن أملاح الكبريتات على هيئة SO_3 .
   1 غم في اللترمن أملاح الكربونات والبيكربونات.
   0.1 غم في اللترمن أملاح كبريتيد الصوديوم.
   0.2 غم في اللترمن المواد العضوية.
   3 غم في اللتر من المواد غيرالعضوية وهى الطين والمواد العالقة غير الرسوبية.
4. لايقل بصفة عامة الأس الهيدروجيني (ph) لماء الخلط عن (7) ويجب إجراء تحاليل لمعرفة الرقم الفعلي قبل استخدام الماء. (عبد الرحمن مجاهد، 1999) و يزيد الحد الاقصى لفقدان المقاومة الى (15%) كحد اقصى مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة لذلك يجب عند تصميم الخلطة الخرسانية استخدام نفس نوع الماء الذي يستخدم في الخلط. وحددت مواصفات ماء الخلط بالمواصفات الامريكية (ASTM C1602-06)

والمواصفات البريطانية (B.S.EN 1008:2002) .(Neville, 2010)،(العريان وأخرون،1974)

يتطلب عدم ظهور اي علامات لعدم ثبات الحجم او تغيير كبير في زمن الشك او انخفاض للقوة باكثر من(10%) بالمقارنة مع الماء المقطر يتم رفض الماء المورد .(شريف فتحي، 2003).

1.4.2.2 : اختبار تعيين الاملاح الذائبة

يهدف الاختبار الى تعيين محتوى الأملاح الذائبة فى الماء (غم/لتر) بتبخير حجم معلوم من الماء حتى الجفاف.

- الاجهزة المستخدمة

ميزان حساس ، فرن تجفيف، طبق تبخير من البلاتين

- طريقة الاختبار

1. يجهز (1) لترمن عينة الماء بترشيحها لفصل المواد العالقة منها.
2. ترشح عينة المياه ترشيحا دقيقا ويؤخذ من الرشيح حجم مناسب لإجراء الاختبار عليه.
3. توضع حوالى (25) مل من العينة فى طبق تبخير معلوم الوزن.
4. تبخرعلى حمام مائي حتى الجفاف ثم ينقل إلى فرن تجفيف عند درجة(105±5) م$^{\circ}$ عند ثبات الوزن.
5. يتم تعيين الأملاح الذائبة من معادلة(2− 2−16) و يشترط ألا يزيد محتوى الأملاح الكلية الذائبة على 2 غم/لتر .

$$S = 1000 \times \frac{W_1 - W}{V}$$ 16−2−2

S = الاملاح الذائبة (غم التر)

W = وزن طبق التبخير فارغ (غم)

W_1 = وزن طبق التبخير بالراسب (غم)

V = حجم العينة (مل)

2.4.2.2 : اختبار تعيين الكلوريدات Cl^- Chloride as

تعيين الكلوريدات الذائبة فى الماء بمعايرتها بمحلول(0.025) عياري من نترات الفضة في وجود ثنائي كرومات البوتاسيوم أوكرومات البوتاسيوم وتحسب على هيئة (Cl^-).

- الاجهزة المستخدمة

ميزان حساس ، فرن تجفيف ، زجاجات و ادوات مختبرية.

- طريقة الاختبار

1. يجهز(1) لتر من عينة المياه بعد ترشيحها لفصل أي مواد عالقة.
2. تؤخذ من العينة المرشحة (5) مل وتخفف إلى حوالى (50) مل بالماء المقطر.

3. يتم ضبط الأس الهيدروجيني للعينة إلى(8.3) وذلك باستخدام حامض الكبريتيك المخفف(1:19) او هيدروكسيد الصوديوم (10)غم\لتر.
4. يضاف (5–10) قطرات نقط من الكاشف (ثنائي كرومات البوتاسيوم).
5. يعايرالخليط بمحلول نترات الفضة عيارية (0.025)عياري حتى يظهراللون الأحمر.

- النتائج

يتم تعيين محتوى الكلوريدات من المعادلة(2–2–17) ويشترط ان لاتزيد الكلوريدات على هيئة Cl^- عن (0.5)غم \لتر. (امام وأخرون، 2007)

$$Cl^- = 35.5 \times 1000 \times \frac{V \cdot N}{V_1} \qquad 17 -2 -2$$

Cl^- = كمية الكلوريدات (غم \ لتر)

V= حجم نترات الفضة المستخدمة في المعايرة

N= عيارية نترات الفضة

V_1= حجم العينة المختبرة (مل)

3.4.2.2 : اختبار تعيين الكبريتات Sulfate as SO_3

تحدد الكبريتات الذائبة في الماء وتكون بهيئة SO_3 .

- الاجهزة المستخدمة

ميزان حساس ، فرن ، زجاجات معملية

- طريقة الاختبار

1. يجهز(1) لترمن عينة الماء بعد ترشيحها لفصل المواد العالقة.
2. تؤخذ(100) مل من عينة الماء بعد ترشيحها فى كأس زجاجي سعة(250) مل.
3. يضاف من(1–2) مل من حامض الهيدروكلوريك (1:1) مع إضافة عدة نقط من كاشف المثيل البرتقالي.
4. يضاف(10) مل من محلول(10 %) كلوريد الباريوم و يلاحظ ترسيب راسب أبيض.
5. يسخن المحلول لدرجة حوالي(80) م^{o} لمدة لاتقل عن ساعة تقريبا.
6. يضاف محلول إضافي من كلوريد الباريوم حتى يتم التأكد من الترسيب الكامل للكبريتات.
7. يرشح الراسب على ورق ترشيح ويغسل عدة مرات بالماء المقطر الساخن و يعاد الكشف على نظافة الرشيح من الكبريتات
8. تحرق ورقة الترشيح بعد تجفيفها فى بوتقة جافة معلومة الوزن لمدة ساعة عند درجة حرارة (900) م^{o}.

- النتائج

يتم تعيين محتوى الكبريتات من المعادلة (2–2–18) يشترط ألا يزيد محتوى الكبريتات على هيئة (SO_3) عن (0.3) غرام فى اللتر الواحد.

$$SO_3 = 343\times\frac{W}{V}$$ 18-2-2

SO_3 = الكبريتات غم\لتر

W = وزن الراسب بعد الحرق غم

V = حجم العينة المختبرة

4.4.2.2 : اختبار تعيين الاملاح الكربونات والبيكوربونات

يهدف الاختبار الى تعيين محتوى الكربونات والبيكربونات الموجودة في الماء .

- الاجهزة المستعملة

ميزان حساس ، سخان كهربائي مسطح و زجاجات معملية

- طريقة الاختبار

1. تجهز عينة مرشحة من الماء لفصل المواد العالقة
2. يجهزمحلول(1) عياري كربونات الصوديوم الجافة بإذابة(53) غم منها فى لتر ماء مقطر.
3. يجهز(1) عياري حمض كبريتيك مركز بتخفيف 28 مل من الحامض بالماء المقطر إلى حجم لتر واحد .
4. يعاير الحامض بيكربونات الصوديوم(1) عياري وتضبط عياريته إلى(1) عياري بالضبط ثم يؤخذ منه(20) مل ويخفف إلى لتر بالماء المقطر في دورق قياسي لتحضير حامض (0.02) عياري(1 مل من الحامض 0.02 عياري يكافىء 1 مل غرام كربونات كاليسوم).
5. يؤخذ (50) مل من العينة ويضاف إليها دليل المثيل البرتقالي وتعاير بالحمض(0.02) عياري حتى يتغير اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي.
6. يؤخذ(50) مل من العينة ويضاف إليها الفينولفثالين وتعاير بالحامض(0.02) عياري حتى اختفاء اللون الأحمر.
7. يضاف المثيل البرتقالي على نفس العينة وتكمل المعايرة حتى نقطة التعادل (اللون الأصفرإلى البرتقالي).
8. يتم تعيين محتوى الكربونات والبيكربونات

- اولا في حالة كربونات الكالسيوم من المعادلة(2-2-19) التالية :

$$Alk= \frac{V_1}{V}$$ 19-2-2

Alk = القلوية الكلية مقدرة ككربونات كالسيوم (غم/لتر).

V_1= حجم الحامض المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل المثيل البرتقالي (مل).

V= حجم العينة (مل) .

- ثانيا فى حالة القلوية الكلية كربونات وبيكربونات من المعادلة (2-2-20)التالية.

$$Alk=2\times \frac{V_2}{V} \qquad 20-2-2$$

Alk= قلوية الكربونات مقدرة ككربونات كالسيوم (غم/لتر).

V2 = حجم حمض الكبريتيك المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الفينوفيثالين.

قلوية البيكربونات = القلوية الكلية – قلوية الكربونات (غم/لتر).

- و يشترط ألا يزيد محتوى الكربونات والبيكربونات على 1(غم/لتر).

5.4.2.2 اختبار تحديد المواد العضوية

يهدف الاختبار إلى تعيين المواد العضوية (غم/لتر) في الماء.

- الاجهزة المستعملة

ميزان حساس ، فرن تجفيف ، فرن حريق يصل(600) درجة مئوية و طبق بلاتين.

- خطوات الاختبار

1. تجهز عينة من الماء المرشحة الخالية من المواد العالقة
2. يؤخذ (10) مل من الماء المرشح فى طبق بلاتين نظيف ويترك ليتبخرعلى حمام رملي عند درجة حرارة (105) م^{o} حتى الجفاف وثبات الوزن.
3. يسخن الطبق البلاتيني عند درجة حرارة (600) م^{o} ويترك ليبرد.
4. يضاف(100) مل من الماء المقطر ويعاد تجفيفه مرة أخرى عند درجة حرارة(180) م^{o} لمدة ساعة وتوزن.

- النتائج

يتم تقدير المواد العضوية من المعادلة(2-2-21) و يشترط ألا تزيد كميتها عن(0.2) غم/لتر

$$Org=1000\times \frac{W_1-W_2}{V} \qquad 21-2-2$$

Org = الموادالعضويةعند 600 درجة مئوي غم/لتر

W1= الوزن عند 105 درجة مئوية

W2= الوزن عند 600 درجة مئوية

V = حجم العينة مل