1-5 مقـدمـة

شهدت صناعة الخرسانة تطورا كبيرا خلال العقود الأخيرة ومن أهم مجالات هذا التطور إنتاج الخرسانة ذاتية الدمك .

حيث تمثل هذه النوعية من الخرسانة تقدما كبيرا فى مفاهيم صناعة الخرسانـــــة والعلاقات التى تربط مكوناتها إلى الصفات المرغوبـــة للخرسانـــــة الطازجـــــة (متطلبات الأداء) والتى يمكن إيجازها بقدرة السريان المرتفعة نسبيا مع ثبات كافى لمكوناتها .

وقد تزامن تطوير هذه النوعية من الخرسانة مع الرغبة الملحة فى التغلب على مشكلة نقص العمالة الماهرة وقد تم إبتكار وتطبيق هذه النوعية من الخرسانة فى اليابان وبفضل التطور الكبير فى إنتاج الإضافات أصبح من الممكن إنتاجها ، ومن خلال الأبحاث العالمية والمحلية أمكن التحقق من المزايا المختلفة لهذه النوعية من الخرسانة .

وفى هذا البحث محاوله لإنتاج الخرسانة ذاتية الدمك بإستخدام المواد المحـــلية المتـــــــــاحة (الأسمنت ، الرمل ، الزلط ، الدولوميت ،الإضافات الكيميائية ،غبار السيلكا ،و بودرة الحجر الجيرى)، حيث يتم دراسة المتطلبات الخاصة بقابلية التشغيل وكذلك الإختبارات الخاصة والضرورية لهذه الخرسانة ، ويتضمن البرنامج العملى صب وإختبار عدد 4 خلطات مختلفة ، وقد تم دراسة تاثير المتغيرات الأتية (نوع الركام الكبير ، محتوى الركام الكبير،والمقاس الإعتبارى الأكبر) مع ثبات باقى المتغيرات الأخرى .

2-5 تطور الخرسانة ذاتية الدمك

- **الخرسانة ذاتية الدمك هى خرسانة لها درجه عالية من السيوله والإنسياب كما أن لها مقاومة عالية للإنفصال الحبيبى ويمكن صبها بنجاح فى القطاعات الضيقة والمزدحمة بحديد التسليح وذلك بدون الإستعانة بأى وسيلة دمك خارجية ،وتعتبر الخرسانة ذاتية الدمك نتاج**

التقدم التكنولوجى فى مجال إضافات الخرسانة حيث تعتبر كل من إضافات تحسين اللزوجة وإضافات تقليل ماء الخلط هما العنصرين الأساسين اللازمين لإنتاج هذة الخرسانة .

- **عام 1983فى اليابان بدأت مشاكل فى موضوع انسياب الخرسانة وكيفية زيادتها وكان ذلك ناتج عن قلة العمال الماهرة بعد الحرب العالمية الثانية فظهرت أبحاث تساعد فى هذا الموضوع وكان ذلك بداية ظهور الخرسانة ذاتيه الدمك التى لاتحتاج الى كمية عمال كبيرة ، وعام 1988 تم إستخدامها فى اليابان ثم استخدمت فى تركيا ثم أمريكـــــــا.**

- **تتفق الخرسانة التقليدية مع الخرسانة ذاتية الدمك فى وجود :**

– الأسمنت البورتلاندى .

– الركام الكبير والصغير .

- **ماء الخلط .**

ولكن تختلف الخرسانة ذاتية الدمك عن التقليدية فى :

- **وجود نسبة عالية من المواد الناعمة مثل (الرماد المتطاير ،غبار السيلكا ، وبودرة الحجر الجيرى) .**
- **الإضافات الكيميائية مثل (السوبر بلاستيسيزر ، إضافات تحسين اللزوجة) .**

و من أهم مميزات الخرسانة ذاتية الدمك الأتى :

- القدرة على الصب والملء فى فترة زمنية قصيرة .

- سهولة الصب فى الأماكن المزدحمة بحديد التسليح .

- تحتاج الى عمالة أقل .

- لايوجد إنفصال حبيبى .

- لاتحتاج إلى استخدام هزازات وبالتالى عدم وجود ضوضاء .

- لها مظهر ناعم حيث لايسوى سطحها بعد صبها .

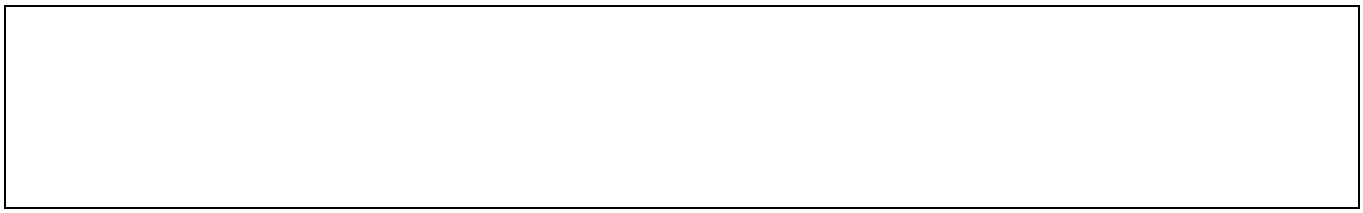
- أكبر معمرية من الخرسانة العادية .

- لا تعطى فرص للتدخل فى الموقع لإضافة ماء للخلطة نظرا لسيولتها .

و من تطبيقات الخرسانة ذاتية الدمك :

- **Ritto Bridge , Japan**
- **Higashi-oozu viaduct , Japan**
- **Akashi – kaikyo Bridge , Japan**
- **Company , Japan Nitrogen Gas tank , Osaka Gas**
- **Sandwich Struture Tunnel in kobe , Japan**

3-5 المتطلبات العامة للخرسانة ذاتية الدمك



5- 3 – 2 المتطلبات اللا زم توافرها فى المواد اللا زمة لعمل الخرسانة ذاتية الدمك :

يجب ان تفى المواد التى تدخل فى إنتاج الخرسانة ذاتية الدمك بكافة المتطلبات الواردة بالكود المصرى فيجب أن تكون المواد مناسبة لغرض استخدامها في الخرسانة كما يجب ألا تحتوى على مواد ضارة قد تؤثر على جودة وديمومة الخرسانة .

الأسمنت :

يجب أن يكون الأسمنت المستخدم مطابق للمواصفات المصرية وذلك على حسب نعومة الأسمنت المستخدم وزمن الشك الإبتدائى والنهائى وقدرة تحمل الأسمنت للضغط وتتراوح نسبته من (400 - 500) كجم / م 3 .

الركام :

يجب أن يحقق كل من الركام الصغير والكبير المستخدم فى الخرسانة ذاتية الدمك المتطلبات الواردة بدليل الإختبارات الملحق بالكود المصرى .

. الركام الكبير :

يجب أن يكون المقاس الإعتبارى الأكبر للركام الكبير أقل ما يمكن بحيث لايزيد عن 20مم ويكون من الزلط أو الدلوميت .

ـ الركام الصغير :

يعتبر الرمل الصالح للإستخدام فى الخرسانة العادية صالحا للإستخدام فى الخرسانة ذاتية الدمك مع مراعاة أن الجزء الناعم من الرمل ذو المقـــاس الإعتبارى أقل من 0.125 مم يعتبر من المواد المالئة أو المساحـــــــيق ويجب قياس محتوى رطوبة الركام بدقة للحصول على خرســـــانة ذاتية الدمك بجودة ثابتة .

ماء الخلط :

تعتبر المياه الصالحة للشرب والمياه الخالية من الأملاح والمواد العضوية صالحة للإستخدام فى الخرسانة ذاتية الدمك وذلك طبقا للمتطلبات الفنية بالكود المصرى .

الإضافات الكيميائية :

تستخدم الإضافات الكيميائية بصورة كبيرة فى الخرسانة ذاتية الدمـــك مثل الملدنـــات الـفائقة (السوبر بلاستيسيزر) التى تعتبر من العناصر الأساسية اللازمة للوصول للتشغيلية المطلوبة بالإضافه إلى إضافات أخرى مثل مخفضات الإنكماش وإضافات تحسين اللزوجة وإضافات مبطئة للشك .

الإضافات المعدنية والمواد المالئة :

تستخدم الإضافات المعدنية ذات الخواص البوزولانية كالرماد المتطاير أو خبث الأفران العالية وغبار السيلكا بغرض تحسين التشغيلية ومقاومة الانفصال الحبيبى كما يمكن استبدال نسبة من محتوى الأسمنت الموجود فى الخلطة بالمواد المالئة مثل مسحوق الحجر الجيرى والدلوميت والجرانيت لتحقيق الإنسيابية المطلوبة وخفض التكاليف .

الألياف :

قد تستخدم الألياف فى الخرسانة ذاتية الدمك لتحسين الخواص الميكانيكية كمقاومة الانحناء والمتانة وذلك مثل ألياف الصلب ، وخفض الانكماش اللدن والانفصال الحبيبى وزيادة المقاومة ضد الحريق وذلك مثل الألياف البوليمرية ولكن يجب التأكد من سهولة عملية الخلط والنقل والمرور والصب عند استخدام الألياف فى الخرسانة .

5 -4 تصميم الخلطات الخرسانية

- **يجرى تصميم الخلطة الخرسانية من حيث إختيار مكونات الخلطة ونسب الخلط طبقا للشكل التالى :**

غير مقبولة

- **ويراعى عند تصميم الخلطات الخرسانية إستخدام نسب الخلط الإسترشادية الأتية :**

القيم التالية توضح النسب والكميات التقريبية للمكونات اللازمة للحصول على خرسانة ذاتية الدمك :

- **محتوى الركام الكبير(28- 35 %) من حجم الخلطة الخرسانية .**
- **محتوى الرمل (40- 50 %) من وزن الركام الكلى .**
- **محتوى الأسمنت (400- 500) كجم / م3 .**
- **محتوى البودرة والمساحيق من (10 – 15 %) من وزن الأسمنت.**
- **محتوى السيلكا فيوم 10 % من وزن الأسمنت .**
- **محتوى الغبار المتطاير 1.5% من وزن الأسمنت .**
- **نسبة المياه \ للمساحيق من (0.8 – 1.1) بالحجم وعادة محتوى الماء لا يزيد عن 200 لتر / م3 .**

- **ويمكن تعديل هذه النسب والكميات لتحقيق متطلبات خاصة لمقاومة الضغط والأدائية للخلطة عن طريق:**

- **تغير محتوى المساحيق أوتغيير نوعها .**
- **تعديل نسب الرمل أو الركام الكبير بالخلطة .**
- **استخدام إضافات تحسين اللزوجة .**
- **تعديل جرعة إضافات تحسين التشغيلية .**
- **تغيير نوع الإضافات الكيميائية سواء المحسنة للتشغيلية و/أو إضافات تحسين اللزوجة إذا لزم الأمر .**
- **تغيير محتوى الماء بالخلطة وبالتالى تغيير نسبة الماء للمساحيق للخلطة .**

5 – 5 البرنامج العملى

5 – 5 – 1 مقدمة

يتضمن البرنامج العملى صب وإختبار عدد 4 خلطات مختلفة وقد تم دراسة تأثير المتغيرات الأتية :

- **نوع الركام الكبير .**
- **محتوى الركام الكبير .**
- **المقاس الإعتبارى الأكبر .**

مع ثبات :

- **نوع ومحتوى الأسمنت.**
- **نسبة م / س.**
- **المواد الناعمة (غبار السيلكا ، بودرة الحجر الجيرى).**
- **الإضافات الكيميائية(السوبر بلاستيسيزر، إضافات تحسين اللزوجة) .**

5 – 5 – 2 جدول البرنامج العملى

mix	**cement (opc) (Kg)**	**Agg . C**	**C.Agg) (:F.Agg**	**LSP**	**SF**	**HRWR**	**VEA**	**W/C**
M 1	450	G	% (60:40)	%15	%10	%2.5	%0.1	**0.42**
M 2	450	G	%(50:50)	%15	%10	%2.5	%0.1	**0.42**
M 3	450	F. G	%(60:40)	%15	%10	%2.5	%0.1	**0.42**

M 4	450	%20 D .C	%45 D .F	%(65:35)	%15	%10	%2.5	%0.1	0.42

جدول (5-1) يمثل النسب المستخدمة فى الخلطة

أسمنت بورتلاندى عادى - Cement (OPC) :

الركام الكبير (الخشن) - C.Agg :

- F.Agg : الركام الصغير (الناعم)

بودرة الحجر الجيرى - LSP :

سيلكا فيوم - SF :

إضافات تخفيض ماء الخلط - HRWR :

إضافات تحسين اللزوجة - VEA :

نسبة الماء إلى الأسمنت-W/C :

5 – 5 – 3 خواص المواد المستخدمة فى الخلطة

- **الأسمنت :**

تم إستخدام أسمنت بورتلاندى عادى خواصه كالأتى :

- **النعومة = (5 %)**
- **القوام القياسى = (26 %)**
- **زمن الشك الإبتدائى = (85 دقيقة)**
- **زمن الشك النهائى = (4 ساعات)**
- **ثبات الحجم (لوشاتيليه) =(2 مم)**
- **مقاومة الإنحناء = (39 كجم / سم2)**

- **الركام :**

تم إستخدام ركام خواصه كالأتى :

- **الوزن الحجمى :**

1. **للزلط = 1750 كجم / م3**

2. للدولوميت = 1645 كجم / م3
3. للرمل = 1671 كجم / م3

- الوزن النوعى :

1. للزلط = 2.52
2. للدولوميت = 2.56
3. للرمل = 2.49

- نسبة الفرغات :

1. للرمل = 30.62 %
2. للدولوميت = 42.5 %

- نسبة الطين والمواد الناعمة : 9.1 %

- الإمتصاص :

1. للزلط = 0.566 %
2. للدولوميت = 1.541%

- معامل التهشيم للزلط : 12.85%
- معامل البرى : 28.34%

- **الماء:**

- يكون الماء المستخدم فى خلطة الخرسانة نظيفا وخاليا من المواد الضارة مثل الزيت والأحماض والمواد العضوية و أى مواد قد تؤثر تاثيرا متلفا على الخرسانة أو حديد التسليح .

- **لايقل الأس الهيدروجينى لماء الخلط عن 7 .**
- **يعتبر الماء الصالح للشرب صالح للإستخدام فى خلط الخرسانة ذاتية الدمك .**
- **لا يسمح باستخدام ماء البحر فى خلط الخرسانة ذاتية الدمك .**

- **<u>الإضافات</u> :**

- **يجب ان تفى الإضافات بكافة المواصفات القياسية المصرية 0**
- **يجب ألا تؤثر الإضافات تأثيرا ضارا على الخرسانة أو صلب التسليح وبخاصة مدى تحملها مع الزمن .**

6-5 إختبارات الخرسانة الطازجة

الاختبار	الخاصية
انسياب مخروط الهبوط (slump flow)	قدرة الملء
زمن وصول قطر انسياب مخروط الهبوط إلى 50سم (T 50)	قدرة الملء
الحلقة ذات القوائم (j – Ring)	قدرة المرور
القمع على شك V (V – Funnel)	قدرة الملء
القمع على شكل V (V – Funnel at T 5 Min)	مقاومة الانفصال الحبيبى
صندوق الاختبار على شكل L (L – Box)	قدرة المرور
صندوق الاختبار على شكل U (U – Box)	قدرة المرور
صندوق الملء (Box – Fill)	قدرة المرور
الاتزان على منخل 5 مم (GTM Screen Stability test)	مقاومة الانفصال الحبيبى
زمن المرور من الفوهة (أورمت) (Orimet)	قدرة الملء

جدول (5-2) يمثل الإختبارات اللازمة للتأكد من خواص الخرسانة الطازجة

1-6-5 إختبار الإنسياب (Flow Slump)

وذلك لقياس الانسياب الحر فى حالة عدم وجود عوائق فى طريق الخرسانة .

قالب الاختبار :

عبارة عن مخروط ناقص مصنوع من معدن متين مفتوح من أعلى وأسفل

قطر فتحته العليا 10 سم والسفلى 20 سم وارتفاعه 30 سم .

ملحوظة :

فى الخرسانة ذاتية الدمك لا نحتاج إلى قضيب الدمك أو وضع الخرسانة داخل

المخروط على طبقات لأنها تكون ذات انسيابية عالية .

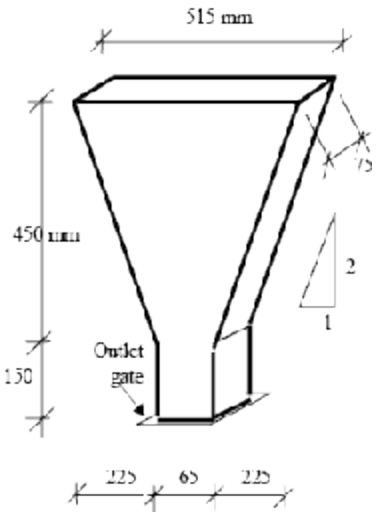
طريقة إجراء الاختبار :

- **ينظف السطح الداخلى للقالب بحيث لا توجد به أى مواد عالقة .**
- **يوضع القالب على سطح أفقى أملس .**
- **يملأ القالب بالخرسانة حتى حافة القالب مع تسوية السطح .**
- **يرفع القالب بعد ملئه مباشرة فى اتجاه رأسى ببطء وعناية .**
- **يقاس قطر الانسياب للخرسانة ويكون فى حدود(60 – 80 سم) .**
- **كما يقاس زمن وصول قطر الانسياب لمخروط الهبوط إلى 50سم (T 50) والتي تتراوح بين (2 – 5 ثوانى) .**

شكل (5-1) يمثل إختبار الإنسياب

2. إختبار القمع (Funnel -V)

ويقيس هذا الاختبار قدرة الخرسانة على تغيير مسارها والانتشار خلال منطقة ضيقة بدون حدوث انسداد أو توقف ، ويستخدم لذلك الجهاز الموضح .



شكل (5-2) يمثل أبعاد القمع على شكل (V)

طريقة إجراء الاختبار :

- **يتم غسل القمع بالماء ووضعة رأسيا ، ويتم تنظيف السطح الداخلى للقمع بقطعة قماش منداة .**
- **يوضع إناء الإستقبال أسفل بوابة القمع مع غلق البوابة .**
- **يملأ القمع بالخرسانة من أعلى بدون دمك .**
- **يتم تسوية سطح الخرسانة مع حافة القمع .**
- **تفتح البوابة خلال 10 ثوانى بعد ملء القمع و يحسب الزمن من لحظة فتح البوابة إلى لحظة خروج كل الخرسانة من القمع بواسطة ساعة الإيقاف ويسجل هذا الزمن (t o) ويتم إجراء الإختبار خلال 5 دقائق .**
- **يتم إعادة ملء القمع بالخرسانة مباشرة بعد الإنتهاء من تسجيل (t o)**

(مع ملاحظة عدم غسل أوترطيب القمع) وتترك لمدة 5 دقائق ثم تفتح

البوابة ويقاس الزمن كما سبق لتحديد (t 5) مع ملاحظة شكل السريان.

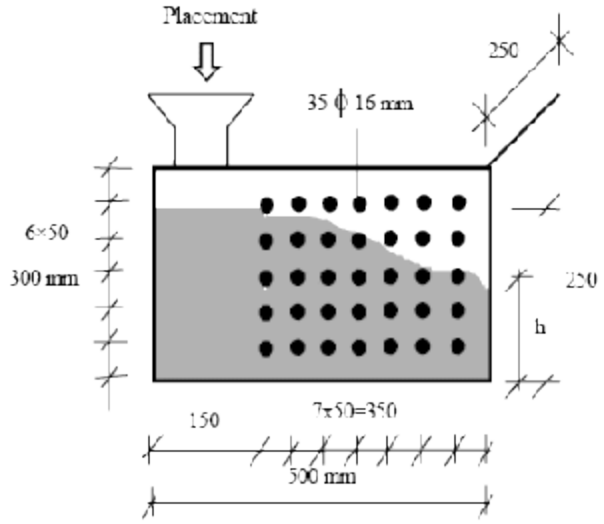
حدود القبول والرفض :

- **زمن السريان (t o) من (6 – 12 ثانية) .**
- **(t o - t 5) أقل من أو يساوى 3 ثوانى .**

شكل (5-3) يمثل أشكال القمع على شكل (**V**)

3-6-5 إختبار القدرة على الصب والملء (Fill–box)

وذلك لقياس قدرة الخرسانة على الصب والمرور في وجود منطقة مزدحمة بحديد التسليح دون حدوث توقف أو انسداد للخرسانة ، ويستخدم في ذلك جهاز خاص كما هو مبين بالشكل ، حيث يتم قياس النسبة المئوية للخرسانة التي تملأ الصندوق والتي ينبغي ألا تقل عن 90 % .



شكل (5-4)يمثل أبعاد صندوق الصب

خطوات الاختبار :

- **يوضع الجهاز أفقيا ويتم ترطيب أسطحه .**
- **يتم ملء الجهاز بالخرسانة بمعدل 1.5 إلى 2 لتر كل 5 ثوانى بإستخدام الجاروف إلى أن تغطى الخرسانة أعلى عائق فتنساب الخرسانة تحت تأثير وزنها .**
- **بعد وصول الخرسانة لحالة الثبات يتم قياس إرتفاع الخرسانة فى موضعين ليكون المتوسط (H_1) ثم يتم تكرار ذلك فى الجهة المقابلة ويكون المتوسط (H_2) .**

النتائج :

$H + {}_1H$

- **يتم حساب النسبة المئوية للملء = $\frac{}{} X\ 100$**

${}_1H2$

حدود القبول والرفض :

- **يجب ألا تقل النسبة المئوية للملء عن 90 % .**

شكل (5-5) يمثل أشكال صندوق الصب

4. إختبار صندوق الإختبار على شكل (L)

الإستخدام

- **يستخدم هذا الإختبار لتحديد قدرة المرور للخرسانة ذاتية الدمك .**

الإجهزة

- **يصنع صندوق الإختبار من مادة صلبة ذات سطح أملس غير قابلة لإمتصاص الماء ويفضل أن تكون الجوانب شفافة مع وجود أسياخ صلب رأسية خلف البوابة .**
- **يكون للصندوق بوابة منزلقة لمنع تدفق الخرسانة فى وقت الملئ وتصنع البوابة من مادة غير قابلة للتلف أثناء ملئ الخرسانة .**

- **مقياس مدرج و مثبت عند حافة الجزء الأفقى للجهاز لتسهيل قياس الزمن اللازم لوصول مقدمة الخرسانة الى 200مم و 400مم أو أى مسافة أخرى يتفق عليها.**
- **وعاء سعته 5 لتر – مسطرة مستقيمة لتسوية السطح العلوى – ساعة إيقاف – مقياس مدرج – قطعة قماش منداه .**
- **يجب أن يكون سهلا فى فكه وتجميعه – مع وضع زيت الفرم على الأسطح الملامسة للخرسانة .**

شكل (5-6) يمثل الصندوق علىشكل (L)

العينـــات

- **تؤخذ العينات طبقا للمواصفات المصرية ويكون حجم عينة الإختبار 14 لتر تقريبا .**

خطوات الإختبار

- **يوضع الجهاز أفقيا مع التأكد من سهولة فتح وغلق البوابة .**
- **يتم ترطيب أسطح الجهاز دون ترك أى قطرات مياه عالقة .**
- **يتم ملء الجزء الرأسى بالخرسانة مع تركها لمدة دقيقتين بعدها ترفع البوابة لتندفع الخرسانة فى الجزء الأفقى بالجهاز عبر أسياخ الصلب .**

- **قياس الزمن بالثوانى اللازم لمقدمة الخرسانة لكى تصل الى علامة 200م.**
- **قياس الزمن بالثوانى اللازم لمقدمة الخرسانة لكى تصل الى علامة 400مم.**
- **عند توقف الخرسانة يتم قياس H1,H2 .**
- **يتم عمل فحص بصرى .**

نتائج الإختبار

- يتم تسجيل زمن وصول مقدمة الخرسانة الى علامة 200مم (T 20) ثانية .
- يتم تسجيل زمن وصول مقدمة الخرسانة الى علامة 400مم (T 20)) ثانية .
- يتم حساب (H1/ H2)وتسمى قدرة المرور .

حدود القبول والرفض

- تكون الحدود المقبولة لقدرة المرور (H2/H1) أكبر من 8،. .

- قيم(T 20) وT 20)) تعبرعن قابلية الخرسانة للسريان ولا يوجد لها حدود .

ملاحظات

- يمكن بالفحص البصرى إكتشاف الإنسداد والإتزان فإذا تكومت الخرسانة خلف أسياخ الصلب فإنه يكون انسداد (تكتل) أو إنفصال حبيبي ، وعادة فإن الإنسداد يظهر بتجمع الركام بين أسياخ صلب التسليح ، وإن كانت حبيبات الركام الكبير موزعة على سطح الخرسانة حتى نهاية الخلطة فإنه يمكن اعتبارها متزنة .
- إذا انسابت الخرسانة مثل الماء فإن (H2/H1) تساوى (1) واقتراب النتائج للوحدة يعنى سريان أفضل للخرسانة .

4. **اختبار صندوق الإختبار على شكل (U) ((–U**
BOX

الإستخدام

يستخدم للتحقق من إمكانية مرور الخرسانة ذاتية الدمك المحتوية على ركام كبير مقاسه الإعتبارى 20 مم أو أقل خلال صلب التسليح .

الأجهزة

يصنع صندوق الإختبار من مادة صلبة ذات سطح أملس غير قابلة لإمتصاص الماءمع ملاحظة وجود ثلاث أسياخ صلب رأسية بقطر 12 مم المسافة بينهم 50 مم تثبت خلف البوابة التى تفصل بين الحجرتين .

- **يكون للصندوق بوابة منزلقة لمنع تدفق الخرسانة فى وقت الملء وتصنع البوابة من مادة غير قابلة للتلف أثناء ملئ الخرسانة .**
- **مسطرة قياس .**
- **يجب أن يكون سهلا فى فكه وتجميعه ، مع وضع زيت الفرم على الأسطح الملامسة للخرسانة .**

شكل (5-7) يمثل الصندوق على شكل((U

العينــات

- **تؤخذ العينات طبقا للمواصفات المصرية ويكون حجم عينة الإختبار 20 لتر تقريبا .**

خطوات الإختبار

- **يوضع الجهاز في وضع رأسى والحافة العلوية أفقية مع التأكد من سهولة فتح وغلق البوابة .**
- **يتم ترطيب أسطح الجهاز دون ترك أى قطرات مياه عالقة .**

- تملأ الحجرة الأولى بالخرسانة (البوابة مغلقة) ويكون ملء الخرسانة بصورة متواصلة دون إهتزاز أو دمك .
- تزال الخرسانة الزائدة ويسوى السطح مع سطح الإناء ثم يترك لمدة دقيقة .
- تفتح البوابة المنزلقة فى حركة سريعة ويتم ترك فترة للخرسانة للإنسياب الى الحجرة الثانية حتى يتوقف السريان .
- يتم قياس متوسط ارتفاع الخرسانة فى كل من الحجرتين($_2H$،$_1H$)) من قاع الإناء الى سطح الخرسانة لأقرب 1 مم بواسطة مسطرة قياس .

نتائج الإختبار

- يتم حساب قيمة الفرق فى إرتفاع سطح الخرسانة بين الحجرتين($_1H$-$_2H$)) .

حدود القبول والرفض

- يجب أن يكون الفرق فى إرتفاع سطح الخرسانة بين الحجرتين ($_1H$-$_2H$))أقل من أو يساوى 30مم .

ملاحظات

- **يجب ألا يزيد الزمن الكلى لإجراء الإختبار عن 5 دقائق .**
- **كلما كانت قيمة ($_1H-_2H$)) أقرب الى الصفر كلما كانت الخرسانة ذات درجة إنسيابية عالية ، ولها مقدرة عالية على المرور بين أسياخ صلب التسليح .**

6-6-5 إختبار المنصورة للإنسياب(MF-Cone)

الإستخدام

يقوم هذا الجهاز بقياس عدة إختبارات هى قدرة الصب والملء وقدرة المرور .

مكونات الجهاز

يتكون الجهاز من 3 أجزاء :

- **مخروط .**
- **إسطوانة .**
- **حلة .**

شكل (5-8) يبين مكونات جهاز المنصورة للإنسياب

شكل (5-9) يبين جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone)

خطوات التجربة

- **يتم وضع حوالى 27.5 لتر من الخرسانة فى المخروط حتى يتم ملئه إلى النهاية .**
- **يتم قياس الزمن من لحظة فتح البوابة إلى وصول الخرسانة إلى مسافة 19 سم من سطح المخروط وليكن T_1 ثانية .**
- **يتم قياس الزمن من لحظة فتح البوابة حتى خروج الخرسانة كاملة من المخروط أوثباتها فى المخروط السفلى وليكن T_2 ثانية .**
- **بعد وصول الخرسانة إلى الوعاء السفلى يتم قياس H_1 ، H_2 وإيجاد القيمة $(H_2 - H_1)$.**
- **يتم قياس نسبة الملء عن طريق قياس (H_1 / H_2) .**

شكل (5-10) يبين خطوات تجربة الإنسياب بإستخدام جهاز المنصورة للإنسياب

7-5 إختبارات الخرسانة المتصلدة

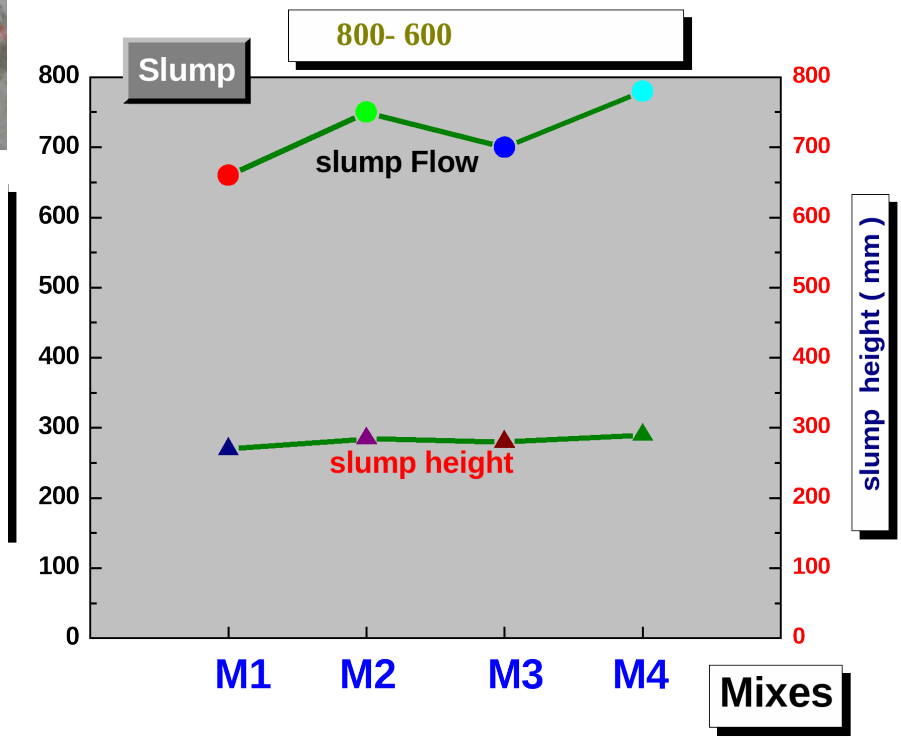
1. **اختبارتعيين مقاومة الضغط .**
2. **اختبارتعيين مقاومة شد الإنفلاق .**
3. **اختبارتعيين مقاومة التماسك0**
4. **اختبارتعيين مقاومة الإنحناء0**
5. **اختبارتعيين معامل النفاذية .**

- **وهذه الإختبارات تم شرحها فى الباب الأول .**

5-8-2 تحليل نتائج اختبارات الخرسانة الطازجة

. تحليل نتائج إختبار الإنسياب : (Flow Slump)

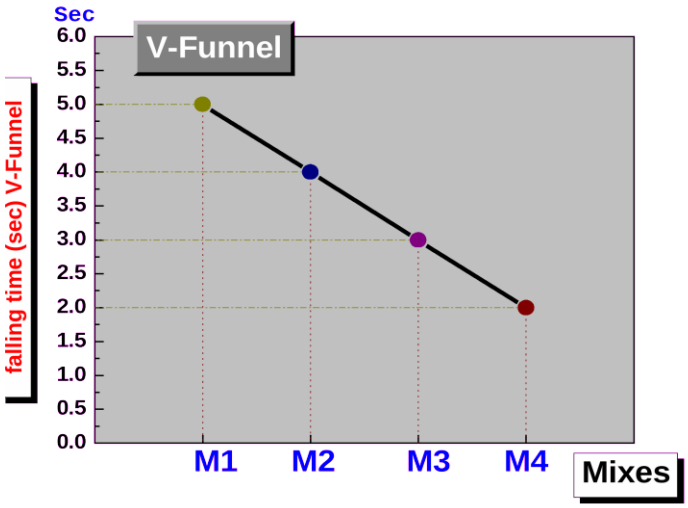
تم دراسة تأثير(نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتبارى الأكبر) على الإنسياب (Slump) فى 4 خلطات مختلفة ، ووجد أن قطر الإنسياب يتراوح بين (660 - 780 مم) أى أنه فى حدود المواصفات (600-800 مم) ، ووجد أيضا أن إرتفاع الهبوط يتراوح بين (270-290مم)، وتم عرض النتائج فى شكل (5-11) التالى .



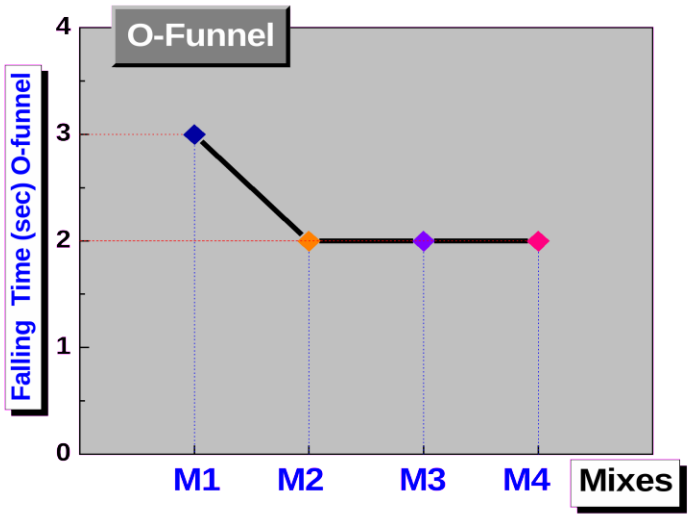
شكل (5-11)

. تحليل نتائج إختبار القمع على شكل (V) :

بدراسة تأثير المتغيرات (نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتباريالأكبر) على قدرة الخرسانة على تغير مسارها والإنتشار خلال منطقة ضيقة بدون حدوث إنسداد أو توقف ووجد أن زمن السريان كان فى حـــــدود(2- 5ثوانى) وشكـــــل (12-5)، (13-5) يوضحا هذه النتائج .



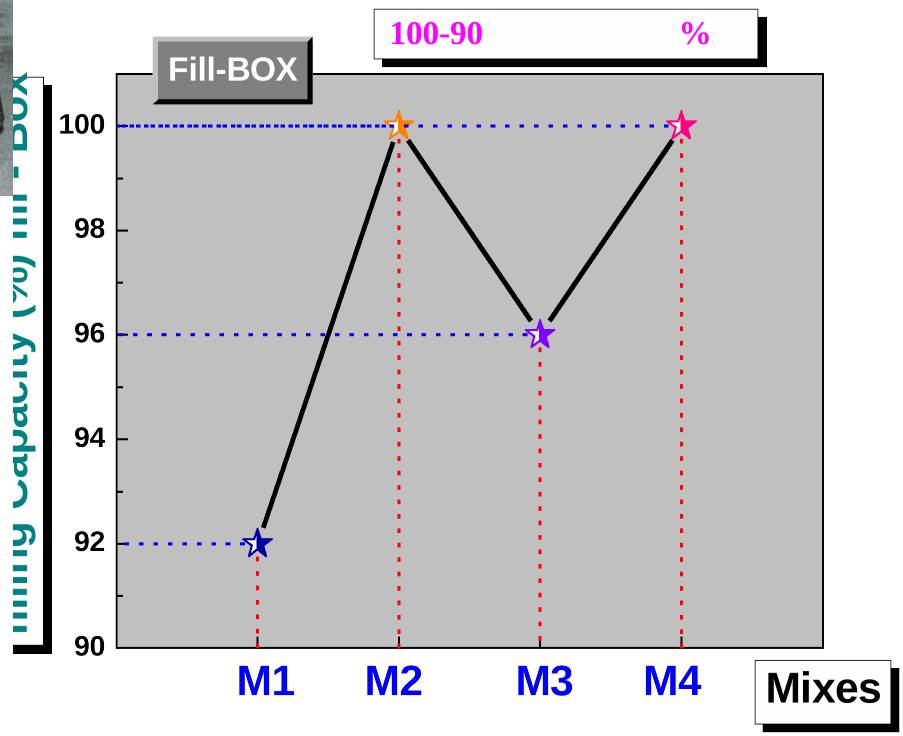
شكل (12-5)



شكل (5-13)

. تحليل نتائج إختبار القدرة على الصب والملء (fill-Box):

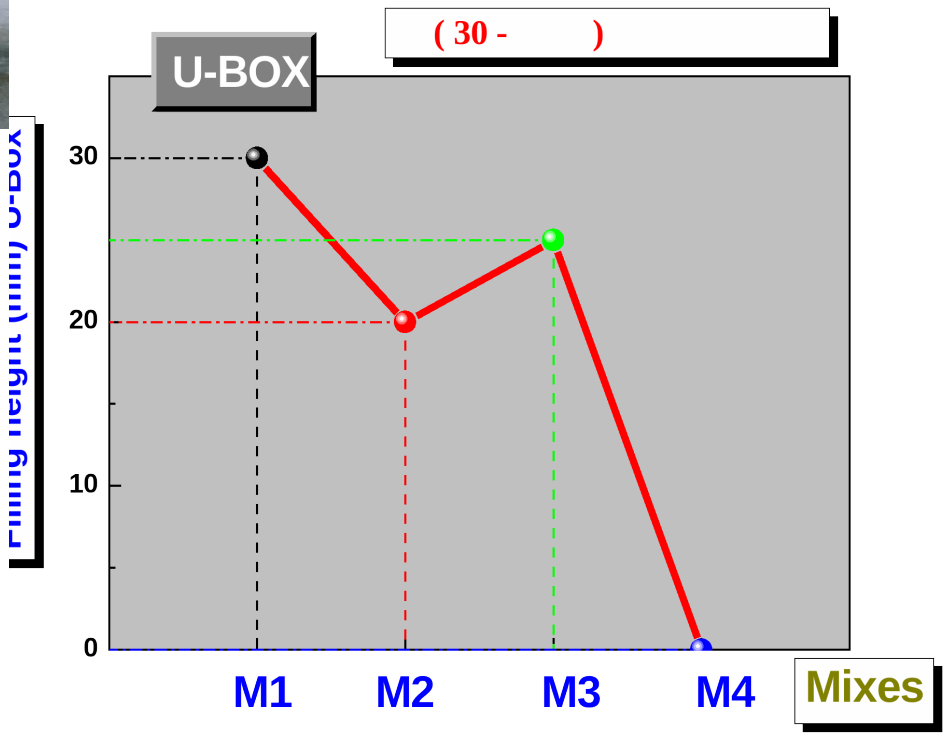
تم دراسة تأثير المتغيرات (نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتبارى الأكبر) على قدرة الخرسانة على الصب والملء فى وجود منطقة مزدحمة بحديد التسليح دون حدوث توقف أو إنسداد ، وبقياس النسبة المئوية للخرسانةالتى تملاء الصندوق وجد أنها وصلت حتى 100% فى عدد 2 خلطة من أصل 4 خلطات وشكل (5-14) التالى يوضح هذه النتائج .



شكل (5-14)

- **تحليل نتائج إختبار صندوق الإختبار على شكل (u) :**

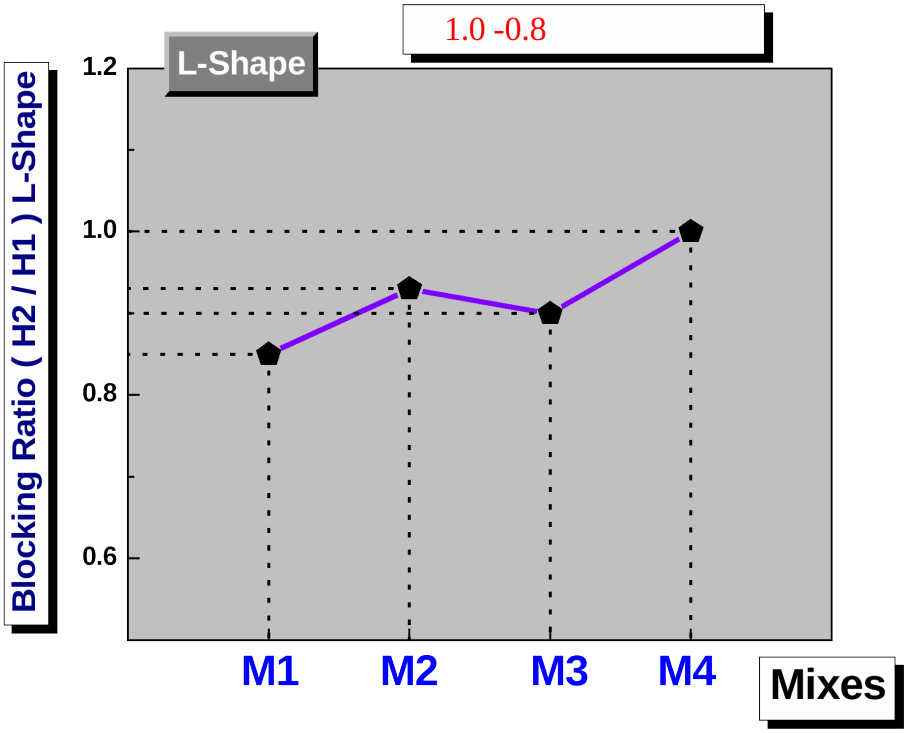
من خلال دراسة تأثير المتغيرات (نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتبارى الأكبر) على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك المحتوية على ركام كبير مقاسه الإعتبارى 20مم أوأقل على المرور خلال صلب التسليح وجد أن إرتفاع الملء كان فى حدود (صفر- 30 مم) وشكل (5-15) يوضح هذه النتائج .



شكل (5-15)

. تحليل نتائج إختبار صندوق الإختبار على شكل (L) :

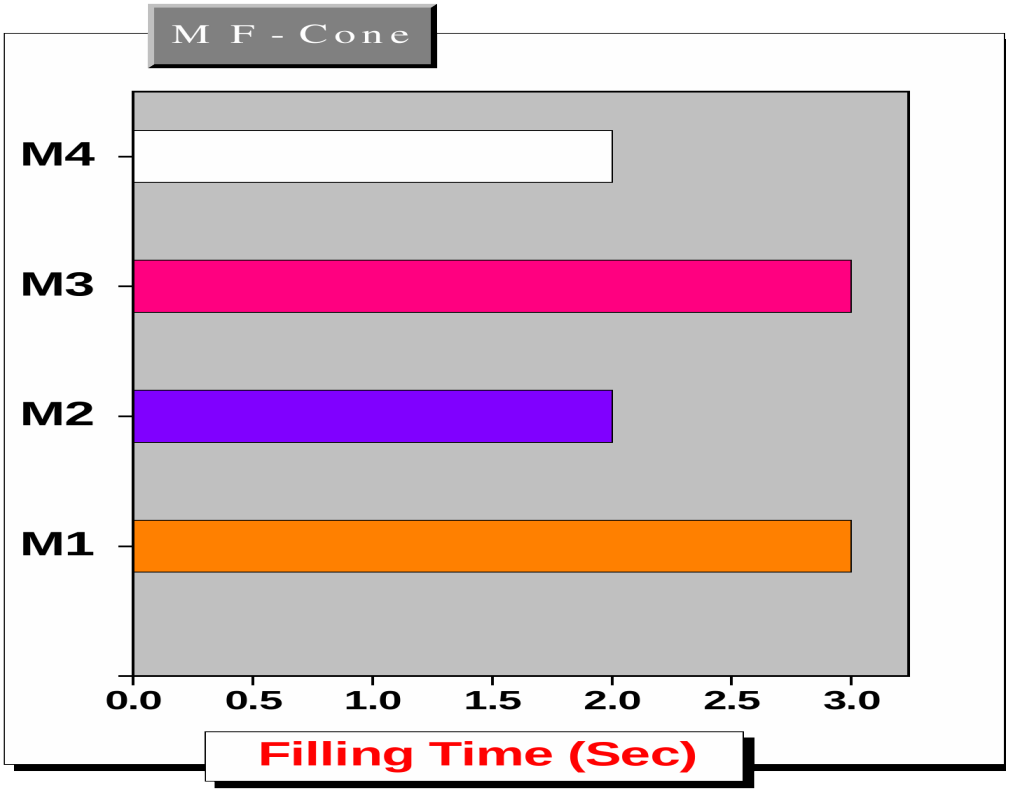
تم دراسة تأثير المتغيرات (نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتبارى الاكبر)على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على المرور من خلال صندوق على شكل (L) ووجد قدرة المرور كانت فى حدود (0.85 – 1.0) وشكل (5-16) التالى يوضح ذلك .


1.0 -0.8
L-Shape
Blocking Ratio (H2 / H1) L-Shape
1.2
1.0
0.8
0.6
M1
M2
M3
M4
Mixes

شكل (5-16)

. تحليل نتائج إختبار المنصورة للإنسياب (MF-Cone) :

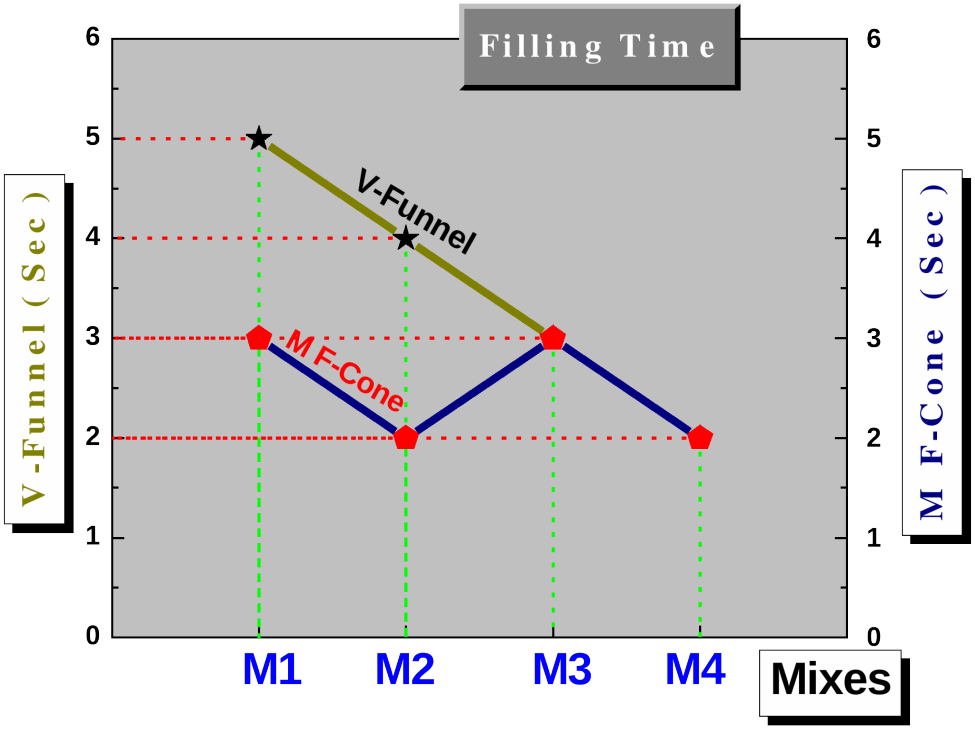
من خلال دراسة تأثير المتغيرات (نوع ومحتوى الركام الكبير والمقاس الإعتبارى الأكبر) على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء والمرور وجد أن نسبة الملء فى كل الخلطات كانت 100 % ووجد أيضا أن زمن السريان كان فى حدود (2-3) ثوانى وإرتفاع الملء فى كل الخلطات حوالى 20 مم ، وشكل (5-17) التالى يوضح نتائج زمن السريان للخرسانة ذاتيةالدمك فى (MF-Cone) .



شكل (5-17)

- **مقارنة بين نتائج إختبار قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الملء بإستخدام القمع على شكل (V) وجهاز (MF-Cone) :**

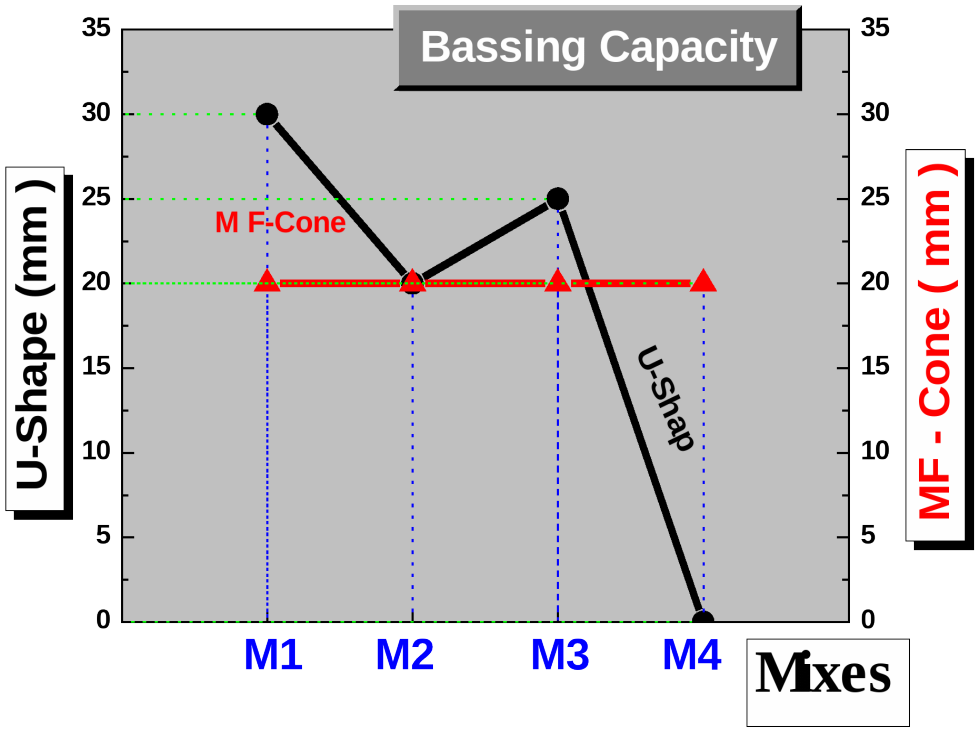
تم قياس قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الملء بإستخدام القمع على شكل (V) وجهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) ووجد أن الخلطة (M3) لها نفس قدرة الملء عند قياسها بالجهازين أيضا الخلطة (M4) ووجد إختلاف بسيط فى الخلطتان (M1,M2) وشكل (5-18) يوضح ذلك .



شكل (5-18)

- **مقارنة بين نتائج إختبار قدرة الخرسانة ذاتية الدمك علىالمرور بإستخدام الصندوق على شكل (U) وجهاز (MF-Cone) :**

تم قياس قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على المرور بإستخدام الصندوق على شكل (U) وجهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) ووجد أن قدرة المرور المقاس بإستخدام جهاز(MF-Cone) ثابتة لكل الخلطات وقدرة الخرسانة على المرور للخلطة (M2) المقاسة بإستخدام جهاز (MF-Cone) تساوى قدرة الخرسانة على المرور بإستخدام الصندوق على شكل (U) وشكل (5-19) يوضح هذه المقارنة .



شكل (5-19)

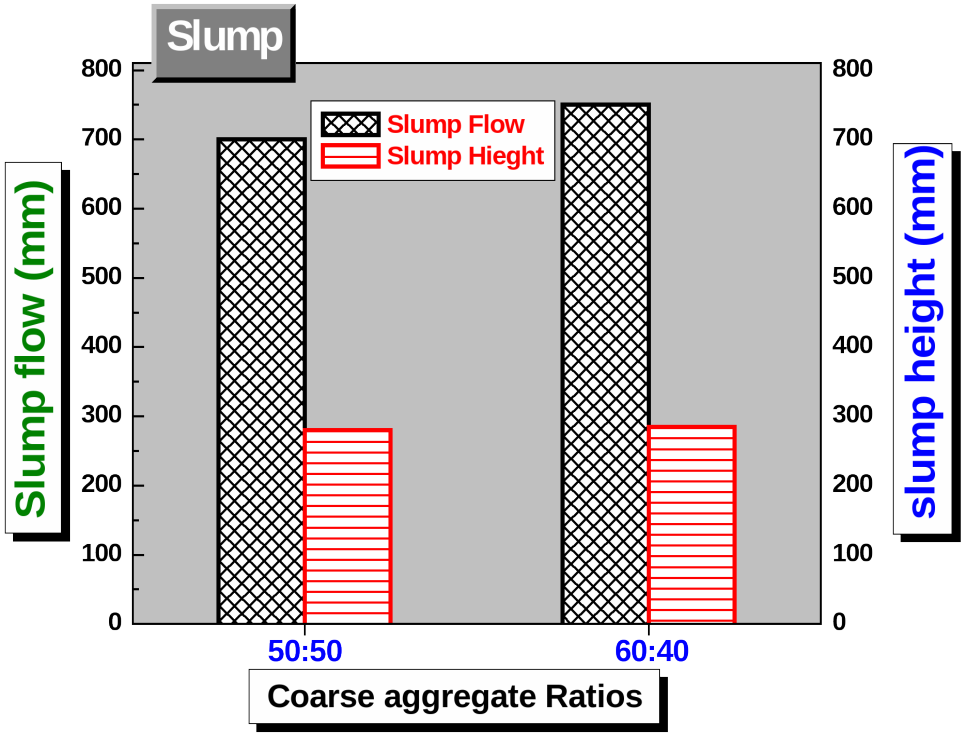
دراسة تأثير المتغيرات على خواص الخرسانة الطازجة (SCC).

شكل (5-20) يوضح المتغيرات المأخوذه فى الإعتبار

- **أولا : تأثير محتوى الركام الكبير على خواص الخرسانة الطازجة (SCC)**

- **دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على الإنسياب (Slump) :**

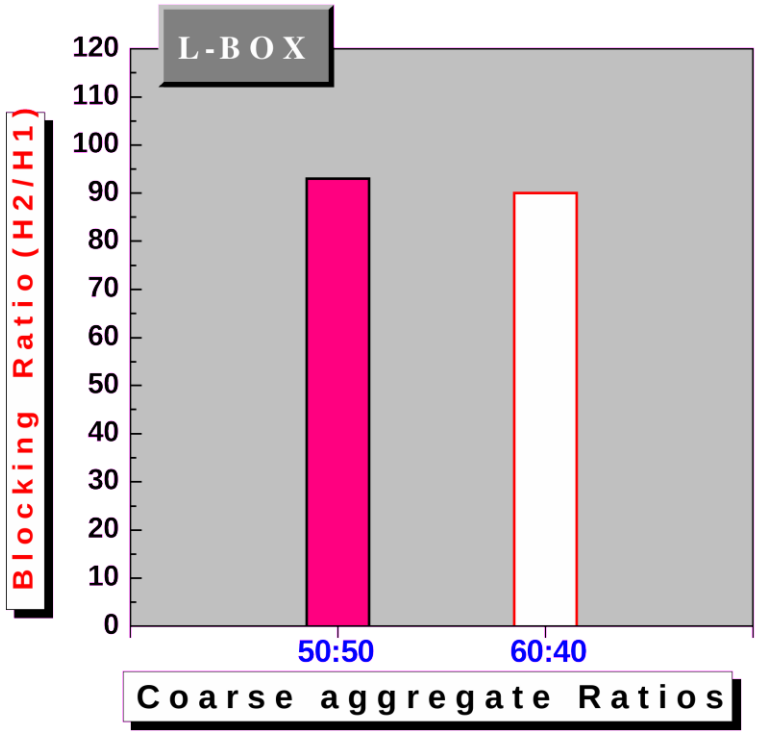
تم عمل 4 خلطات ذات محتوى ركام كبير مختلف حيث تم إستخدام النسب [(60:40)،(50:50)] والذى تمثل نسب الركام الصغير (الرمل) إلى الركام الكبير وتم دراسة تأثير هذه النسب على الإنسياب (Slump) ، ووجد أن قطر الإنسياب فى حاله إستخدام النسبه (60:40) يكون أكبر بحوالى (80مم) عنه فى حالة إستخدام النسبة((50:50 ، ووجد أيضا أن إرتفاع الإنسياب فى حاله إستخدام النسبة ((60:40 يكون أكبر بحوالى (15مم) عنه فى حالة إستخدام النسبة (50:50) ،ومن ذلك يتضح أن النسبة (60:40) تعطى نتائج أفضل فى الإنسياب (Slump) ،وشكل (5-21) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على إنسياب الخرسانة ذاتية الدمك .



شكل (5-21) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على إنسياب الخرسانة ذاتية الدمك

- **دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة :**

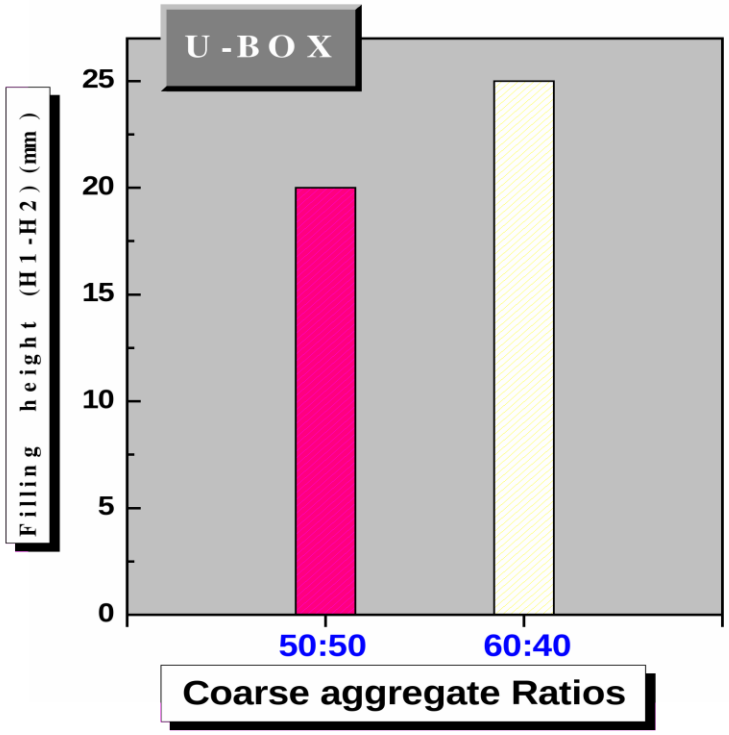
من خلال دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على مقاومة الخرسانة للإنسداد فى الفتحات الضيقة على 4 خلطات ذات محتوى ركام مختلف وجد أن النسبة (50:50) يكون لها مقاومة أعلى للإنسداد من النسبة (60:40) بحوالى 8 % وذلك من خلال دراسة هذا التأثير فى صندوق الإختبار على شكل (L) ، وشكل (5-22) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على مقاومة الخرسانة للإنسداد فى الفتحات الضيقة .



شكل (5-22) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد في الفتحات الضيقة .

. دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء :

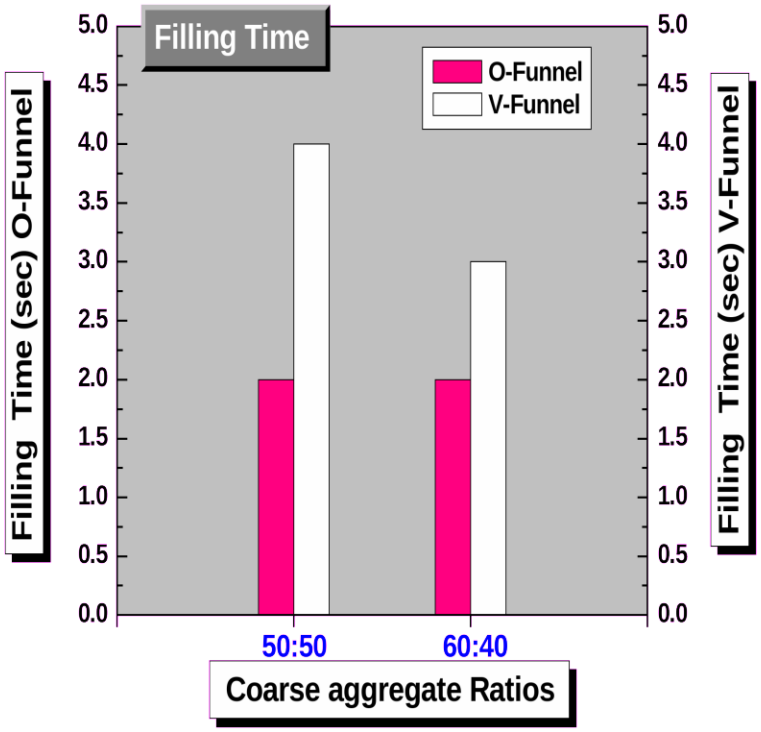
تم دراسة تاثير محتوى الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء من خلال إختبار 4 خلطات مختلفة المحتوى بنسب [(50:50) ، (60:40)] بإستخدام الصندوق على شكل (U) ، ووجد أن النسبة (60:40) لها قدرة عالية على الصب والملء منها فى حالة إستخدام النسبة (50:50) وشكل (5-23) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء .



شكل (5-23) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء .

. دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء :

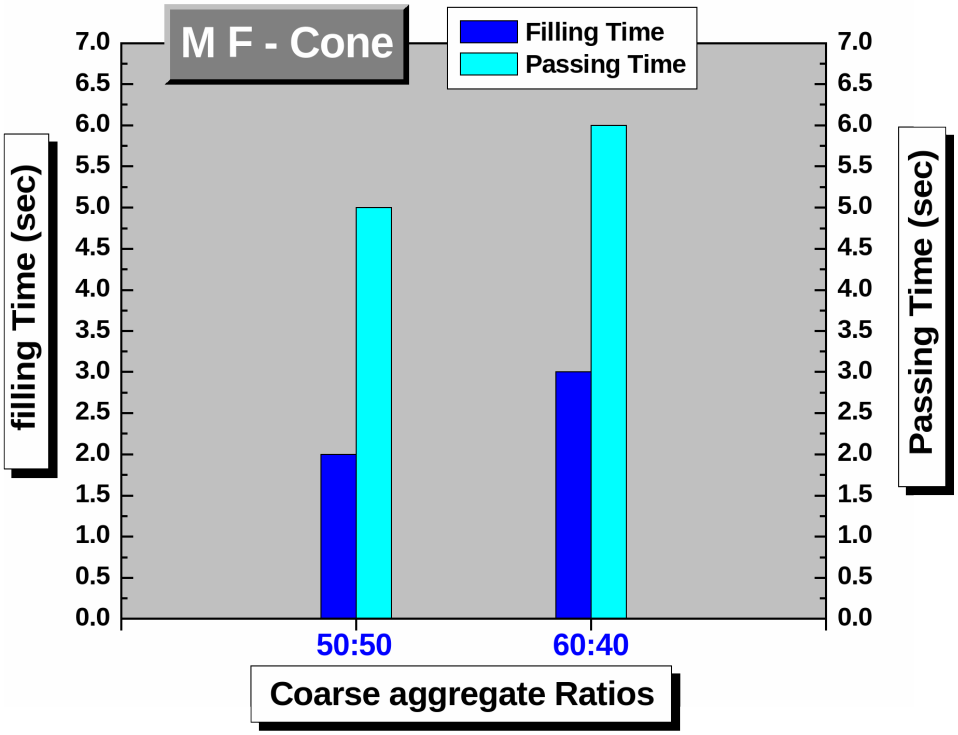
تم دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء من خلال إختبار 4 خلطات بإستخدام جهازى (O-Funnel , V-Funnel) عند النسب (50:50)] [(60:40)، وجد أنه عند إستخدام النسبة (60:40) يكون زمن الصب والملء أقل منه فى حالة إستخدام النسبة (50:50) ، وشكل (5-23) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء فى كـــــل من جهازى (O-Funnel , V-Funnel) .



شكل (5-22) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء فى كل من جهازى (O-Funnel , V-Funnel)

- **دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) :**

تم دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور بإستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) وذلك عند النسب [(50:50) ، (60:40)] ووجد أن زمن الصب والملء وزمن المرور كان أقل فى حاله إستخدام النسبة (50:50) عنه فى حالة إستخدام النسبة (60:40) ، وشكل (5-23) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .



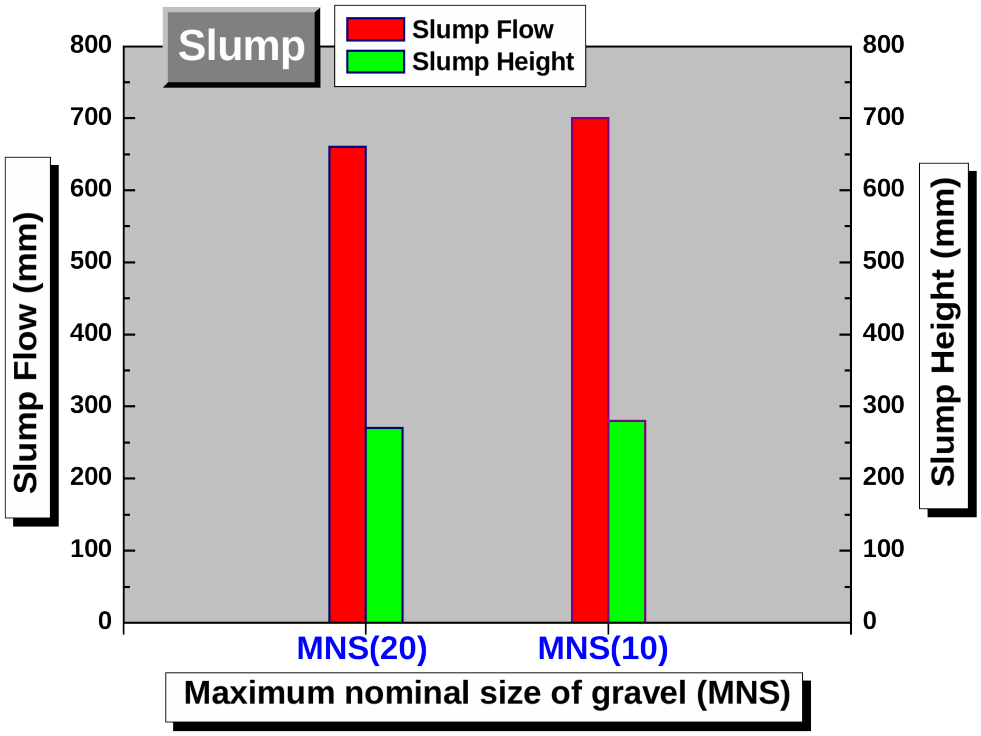
شكل (5-23) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .

- **ثانيا : تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على خواص الخرسانة الطازجة (SCC):**

- **دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على الإنسياب (Slump) :**

تم عمل 4 خلطات ذات مقاس إعتبارى أكبر مختلف حيث تم إستخدام مقاس إعتبارى أكـــــــبر(20 مم ، 10 مم) ، وعند دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على الإنسياب (Slump) وجد أن قطر الإنسياب فى حاله إستخدام المقاس الإعتبارى الأكبر (10 مم) أكبر بقليل منه فى حاله إستخدام المقاس الإعتبارى الأكبر (20مم) ، ووجد أيضا أن إرتفاع الهبوط فى حالة إستخدام المقاس الإعتبارى الأكبر(10مم) أكبر بقليل منه فى حاله إستخدام المقاس الإعتبارى الأكـــــبر (20 مم) ، وشـــــكل

(5-24) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على الإنسياب (Slump) .

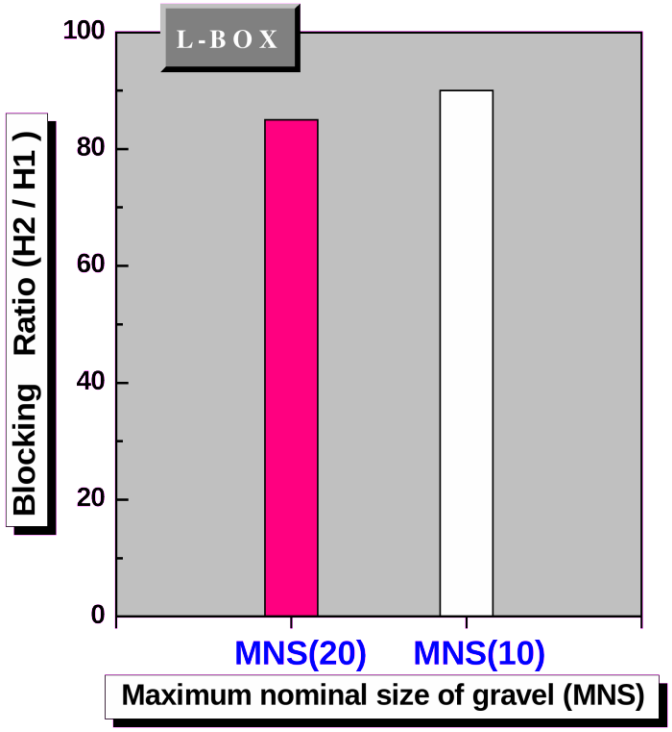


شكل (5-24) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على الإنسياب (Slump)

- **دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة :**

من خلال دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى مقاومة الخرسانة للإنسداد فى الفتحات الضيقة على 4 خلطات ذات مقاس إعتبارى أكبر مختلف ، ووجد أن الخلطة التى لها مقاس إعتبارى أكبر (10 مم) يكون لها مقاومة أعلى للإنسداد من الخلطة

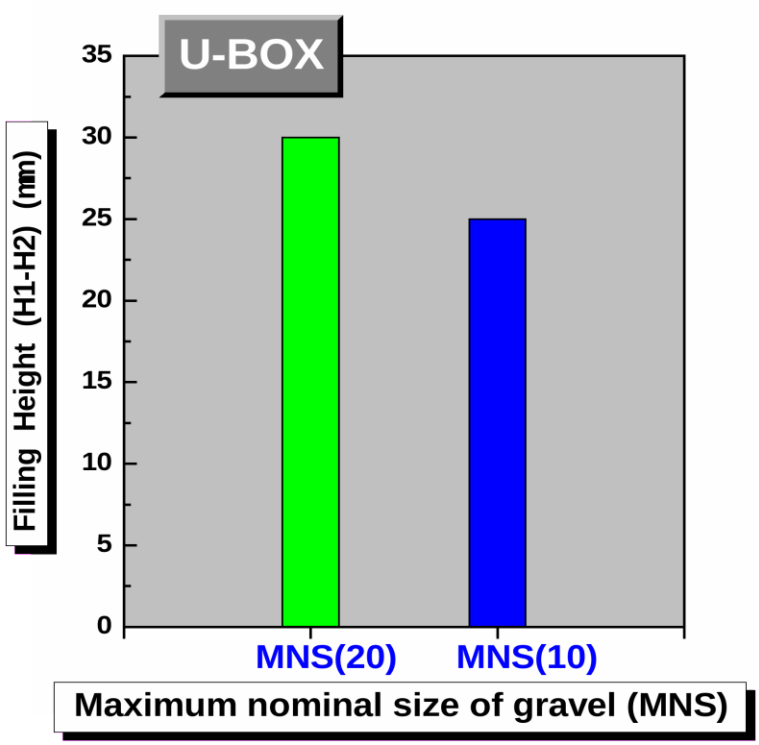
التى لها مقاس إعتبارى أكبر (20 مم) وذلك من خلال دراسة هذا التأثير فى صندوق الإختبار على شكل (L) ، وشكل (5-25) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى مقاومة الخرسانة للإنسداد فى الفتحات الضيقة .



شكل (5-25) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على مقاومة الخرسانة للإنسداد فى الفتحات الضيقة

- **دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء :**

تم دراسة تاثير المقاس الإعتبارى الأكبر على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء من خلال إختبار 4 خلطات مختلفة فى المقاس الإعتبارى الأكبر بإستخدام الصندوق على شكل (U) ، ووجد أن الخلطة التى تحتوى على مقاس إعتبارى أكبر (20 مم) لها قدرة عالية على الصب والملء منها فى حالة إستخدام مقاس إعتبارى أكبر (10 مم) وشكل (5-26) يوضح تأثير محتوى المقاس الإعتبارى الأكبر على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء .

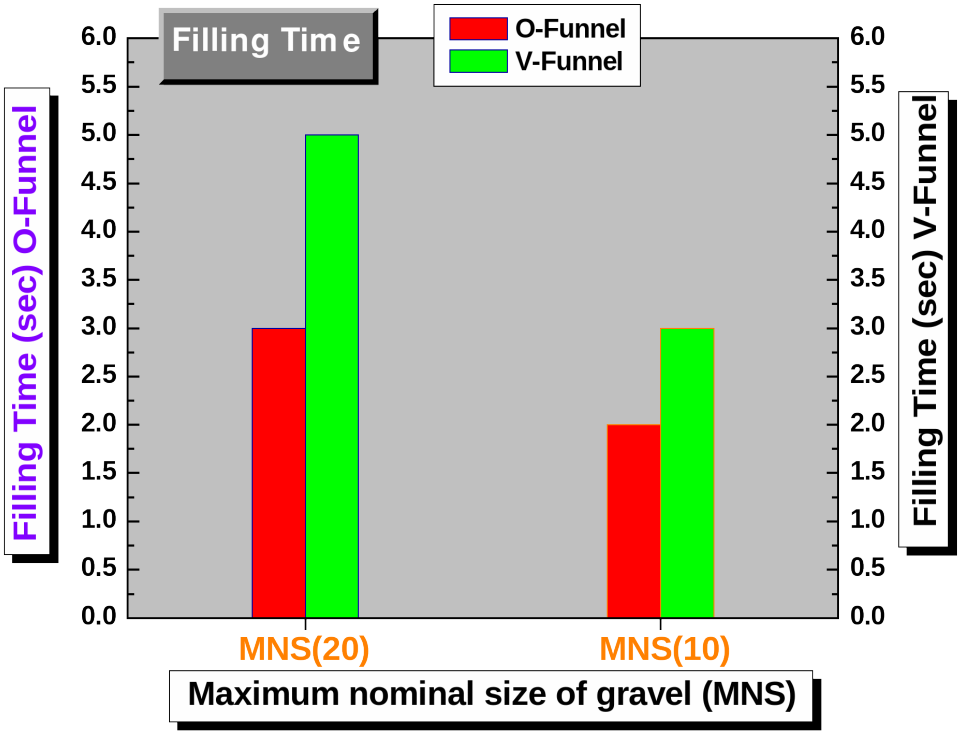


شكل (5-26) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء

- **دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى زمن الصب والملء :**

تم دراسة تأثير المقياس الإعتبارى الأكبر على زمن الصب والملء من خلال إختبار 4 خلطات ذات مقاس إعتبارى أكبر مختلف بإستخدام جهازى (O-Funnel , V-Funnel) ، وجد أنه عند إستخدام مقاس إعتبارى أكبر (10مم) يكون زمن الصب والملء أقل منه فى حالة إستخدام مقاس إعتبارى أكبر (20 مم) وشكل (5-27) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكـــــبر على زمن الصـــــب والملء فى كـــل من جهازى

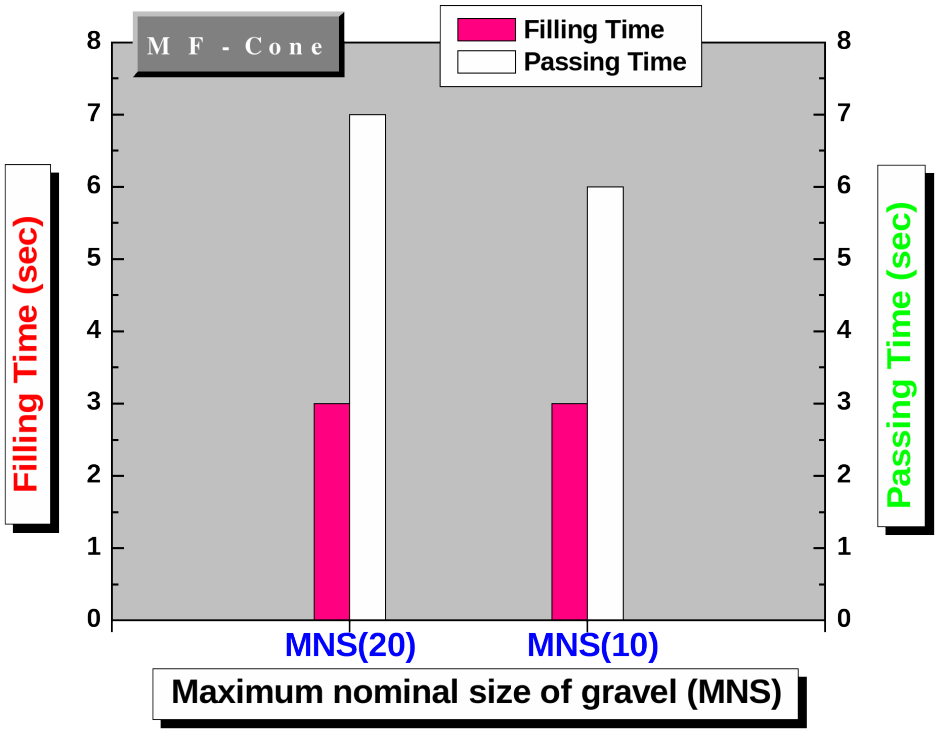
. (O-Funnel , V-Funnel)



شكل (5-27) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على زمن الصب والملء فى كل من جهازى (O-Funnel , V-Funnel) .

- **دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبرعلى زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) :**

عند دراسة تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على زمن الصب والملء وزمن المرور بإستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) ووجد أن زمن الصب والملء وزمن المرور كان أفضل فى حاله إستخدام مقاس إعتبارى أكبر (20 مم) عنه فى حالة إستخدام مقاس إعتبارى أكبر (10 مم) وشـــكل (5-28) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .

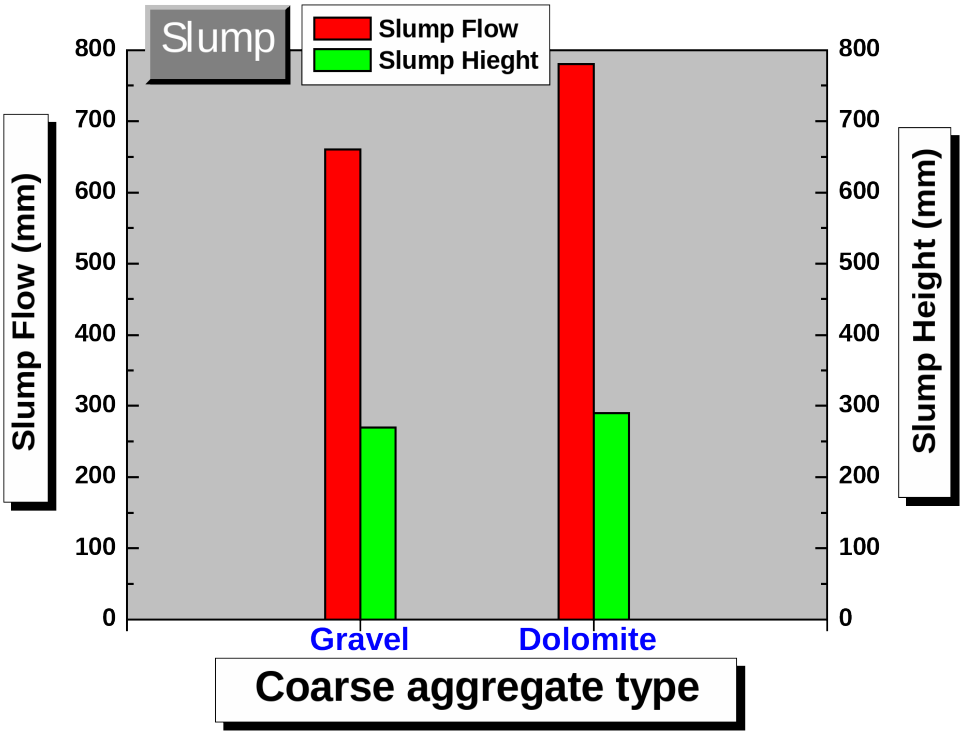


شـــكل (5-28) يوضح تأثير المقاس الإعتبارى الأكبر على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .

- **ثالثا: دراسة تأثير نوع الركام الكبير على خواص الخرسانة الطازجة (SCC) :**
- **دراسة تأثير نوع الركام الكبير على الإنسياب (Slump) :**

تم عمل 4 خلطات من الخرسانة ذاتية الدمك مختلفه فى نوع الركام الكبير حيث تم إستخدام (الزلط و الدولوميت) كركام كبير وعند دراسة تأثير نوع الركام على

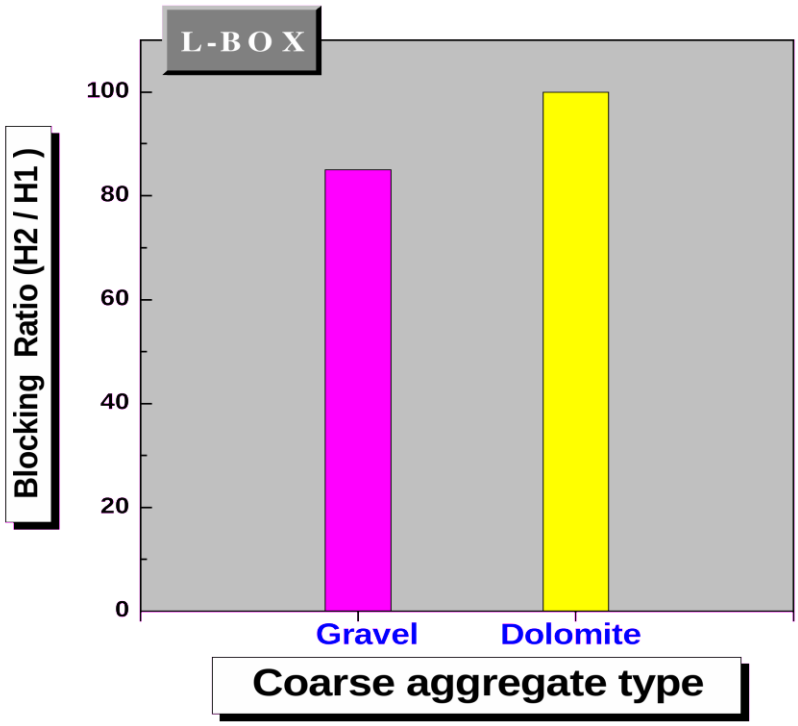
الإنسياب (Slump) وجد أن قطر الإنسياب فى حالة إستخدام الدولوميت كركام كبير يكون أكبر منه فى حالة إستخدام الزلط كركام كبير ، ووجد أيضا أن إرتفاع الهبوط فى حالة إستخدام الدولوميت كركام كبير يكون أكبر منه فى حالة إستخدام الزلط كركام كبير ، وشكل (5-29) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على الإنسياب (Slump) .



شكل (5-29) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على الإنسياب (Slump)

- **دراسة تأثير نوع الركام الكبيرعلى مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة :**

من خلال دراسة تأثير نوع الركام الكبير على مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة على 4 خلطات مختلفة فى نوع الركام الكبير من الخرسانة ذاتية الدمك وجد أنه فى حالة إستخدام الدولوميت كركام كبير تكون مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة أقل منه فى حالة إستخدام الزلط كركام كبير وذلك من خلال دراسة هذا التأثير فى صندوق الإختبار على شكل (L) ، وشكل (5-30) يوضح تأثير نوع الركام الكبيرعلى مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة.

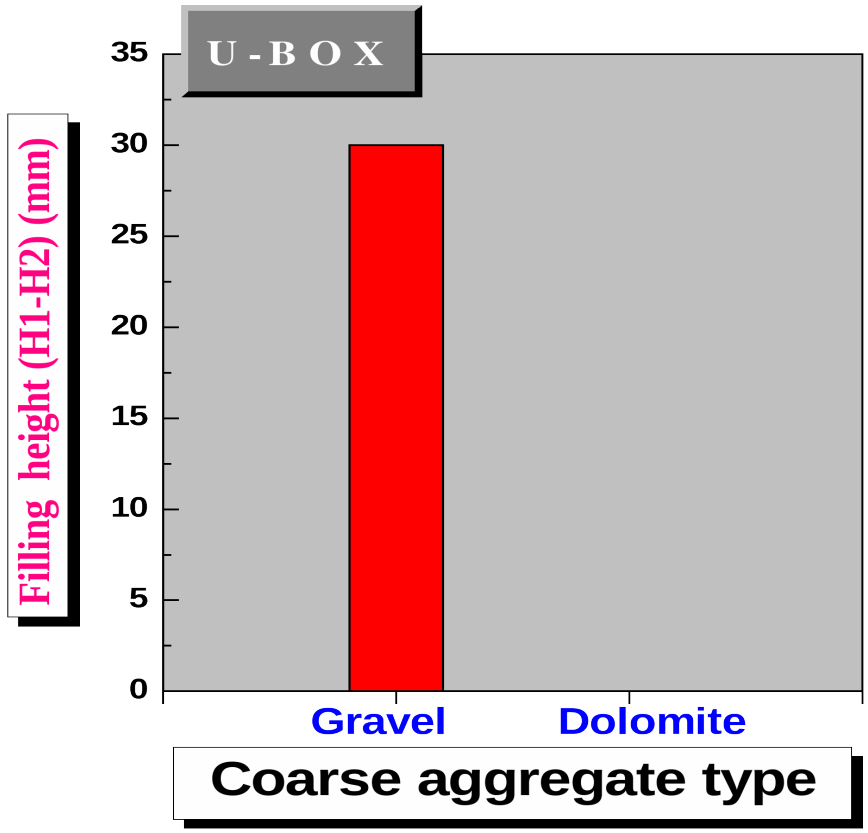


شكل (5-30) يوضح تأثير نوع الركام الكبيرعلى مقاومة الخرسانة ذاتية الدمك للإنسداد فى الفتحات الضيقة .

- **دراسة تأثير نوع الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب والملء :**

تم دراسة تأثير محتوى الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك على الصب

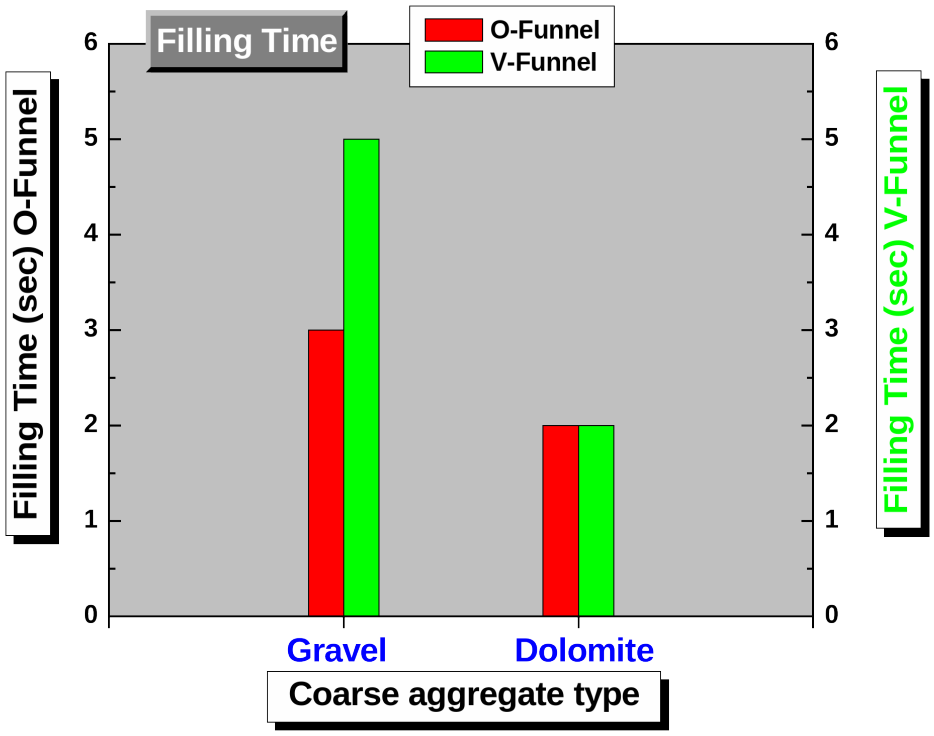
والملء من خلال إختبار 4 خلطات مختلفة فى نوع الركام ووجد أن الخلطة التى تحتوى على الدولوميت لها قدرة عالية على الصب والملء حيث كان الفرق بين إرتفاع الخرسانة فى جانبى الصندوق على شكل (U) يساوى صفر ، وشكل(5-31) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك علىالصب والملء .



شكل(5-31) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على قدرة الخرسانة ذاتية الدمك علىالصب والملء .

- دراسة تأثيرنوع الركام الكبير على زمن الصب والملء :

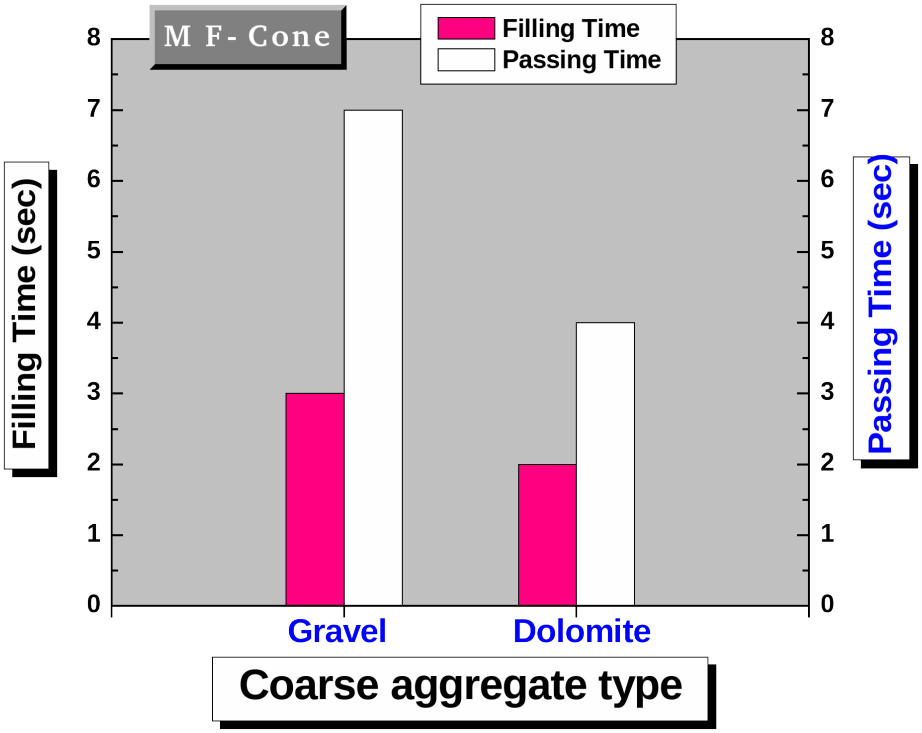
تم دراسة تأثير نوع الركام الكبير على زمن الصب والملء من خلال إختبار 4 خلطات بإستخدام جهازى (O-Funnel , V-Funnel) ووجد أن الخلطة التى تحتوى على الدولوميت كركام كبير يكون زمن الصب والملء لها أقل من الخلطة التى تحتوى على الزلط كركام كبير ، وشكل (5-32) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء فى كل من جهازى (O-Funnel , V-Funnel) .



شكل (5-32) يوضح تأثير محتوى الركام الكبير على زمن الصب والملء فى كل من جهازى (O-Funnel , V-Funnel) .

- **دراسة تأثير نوع الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) :**

تم دراسة تأثير نوع الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور بإستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) ووجد أن زمن الصب والملء وزمن المرور كان أقل فى حاله إستخدام الدولوميت كركام كبير عنه فى حالة إستخدام الزلط كركام كبير، وشكل (5-33) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .



شكل (5-33) يوضح تأثير نوع الركام الكبير على زمن الصب والملء وزمن المرور عند إستخدام جهاز المنصورة للإنسياب (MF-Cone) .

3. نتائج إختبارات الخرسانة المتصلدة

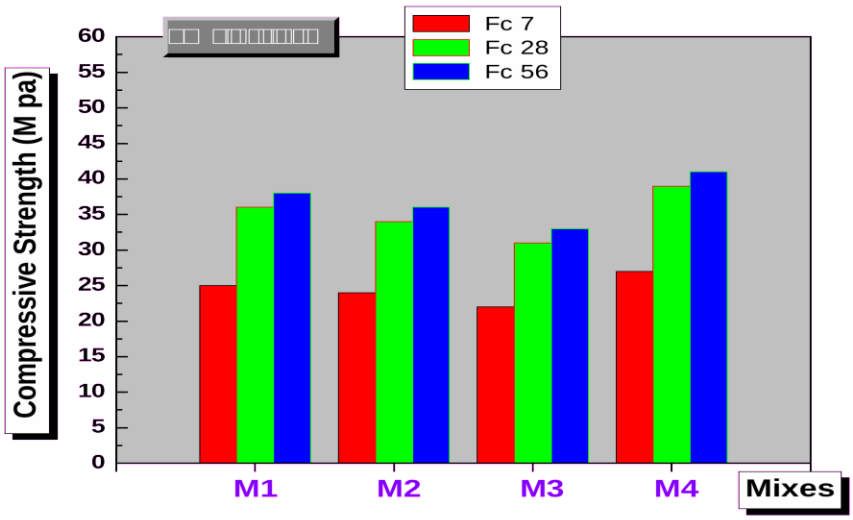
MIX	FC mpa			FSP mpa	Fr mpa	Fb mpa	E28 Gpa
M1	25	36	38	3.8	5.9	6.4	32
M2	24	34	36	3.6	6	6	30
M3	22	31	33	3.2	6.1	5.8	29
M4	27	39	41	4.1	6.2	8	34

جدول (5-3) يوضح نتائج إختبارات الخرسانة المتصلدة

5-8-4 تحليل نتائج إختبارات الخرسانة المتصلدة

أولا : مقاومة الضغط

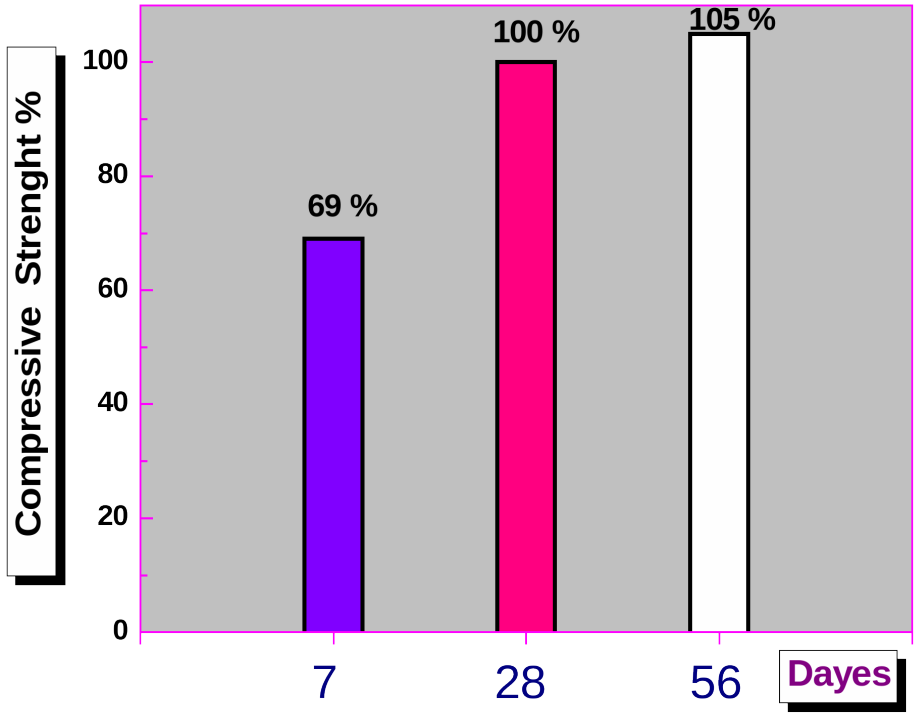
من خلال نتائج إختبار مقاومة الضغط وجد أن الخلطة (M4) والتى تحتوى على الدولوميت كركام كبير لها مقاومة ضغط عالية سواء بعد 7 أو 28 أو 56 يوم تليها فى ذلك الخلطة (M1) والتى تحتوى على الزلط كركـــام كـــبير له مقاس إعتبارى أكـــبر(20 مم) ، ووجد أيضا أن الخلطة (M3) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (10 مم) لها أقل مقاومة ضغط بعد 7 و 28 و 56 يوم ، وشكل (5-34) يوضح مقاومة الضغط لكل من 4 خلطات مختلفة بعد 7 و 28 و 56 يوم .



شكل (5-34) يوضح مقاومة الضغط لكل من 4 خلطات مختلفة بعد 7 و 28 و 56 يوم .

- **ومن خلال نتائج إختبار مقاومة الضغط للخلطة (M4) والتى أعطت أعلى مقاومة ضغط وجد أن مقاومة الضغط تزيد بزيادة عمر الخرسانة، حيث أن مقاومة الضغط بعد 7 أيام تكون حوالى (69 %) من مقاومة الضغط بعد 28 يوم ومقاومة الضغط بعد 56 يوم حوالى (105 %) من مقاومة الضغط بعد 28 يوم ، وشكل**

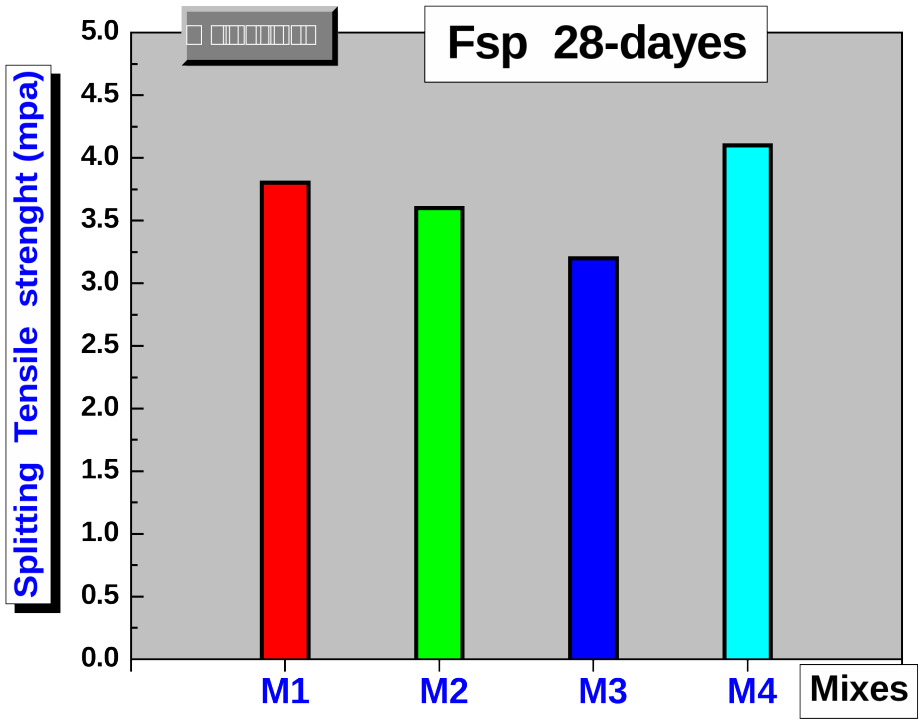
(5 -35) يوضح تطور مقاومة الضغط للخلطة (M4) .



شكل (5 -35) يوضح تطور مقاومة الضغط للخلطة (M4)

ثانيا:مقاومة الشد

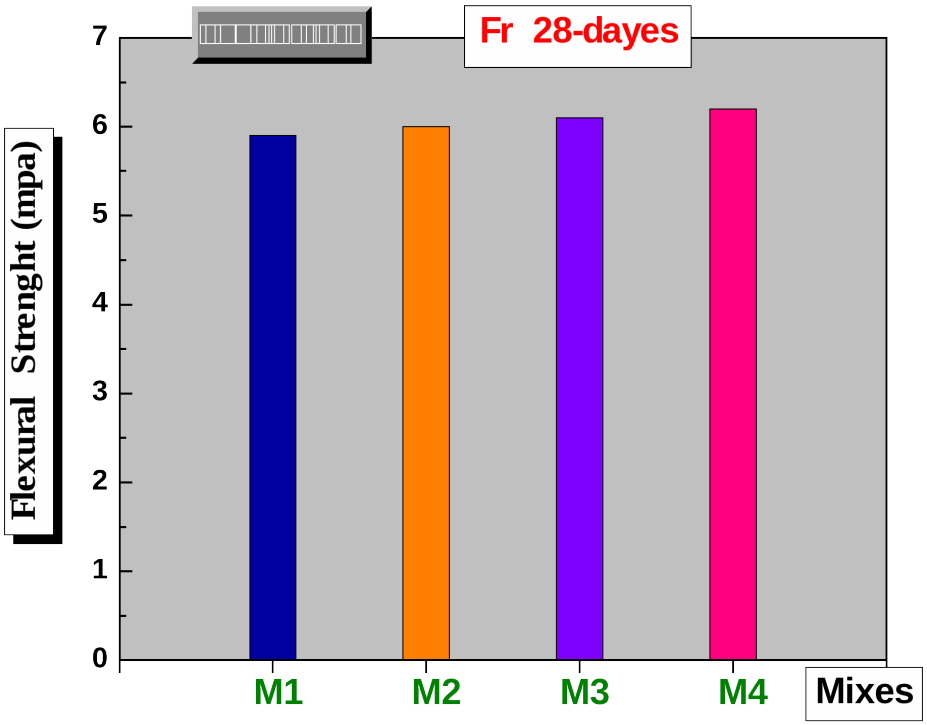
من خلال نتائج إختبار مقاومة الشد وجد أن الخلطة (M4) والتى تحتوى على الدولوميت كركام كبير لها مقاومة شد عالية بعد 28 يوم تليها فى ذلك الخلطة (M1) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (20 مم) ، ووجد أيضا أن الخلطة (M3) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (10مم) لها أقل مقاومة شد بعد 28يوم ، وشكل (5-36) يوضح مقاومة الشد لكل من 4 خلطات مختلفة.



شكل (5-36) يوضح مقاومة الشد لكل من 4 خلطات مختلفة.

ثالثا:مقاومة الإنحناء

من خلال نتائج إختبار مقاومة الإنحناء وجد أن الخلطة (M4) والتى تحتوى على الدولوميت كركام كبير لها مقاومة إنحناء عالية بعد 28 يوم تليها فى ذلك الخلطة (M3) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (10 مم) ، ووجد أيضا أن الخلطة (M1) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (20مم) لها أقل مقاومة إنحناء بعد 28يوم ، وشكل (5-37) يوضح مقاومة الإنحناء لكل من 4 خلطات مختلفة.



شكل (5-37) يوضح مقاومة الإنحناء لـ 4 خلطات مختلفة

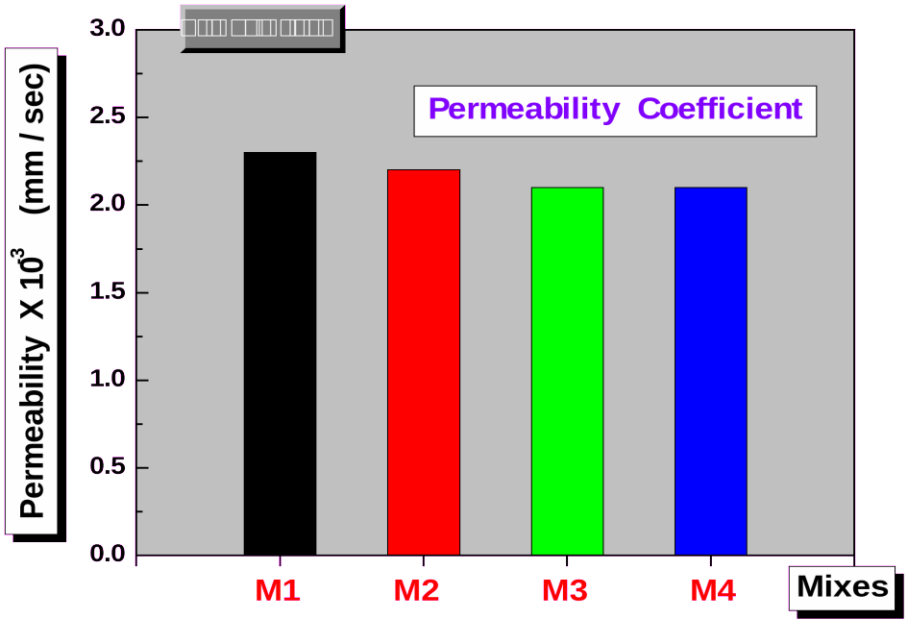
رابعا : معامل النفاذية

نتائج إختبار معامل النفاذية

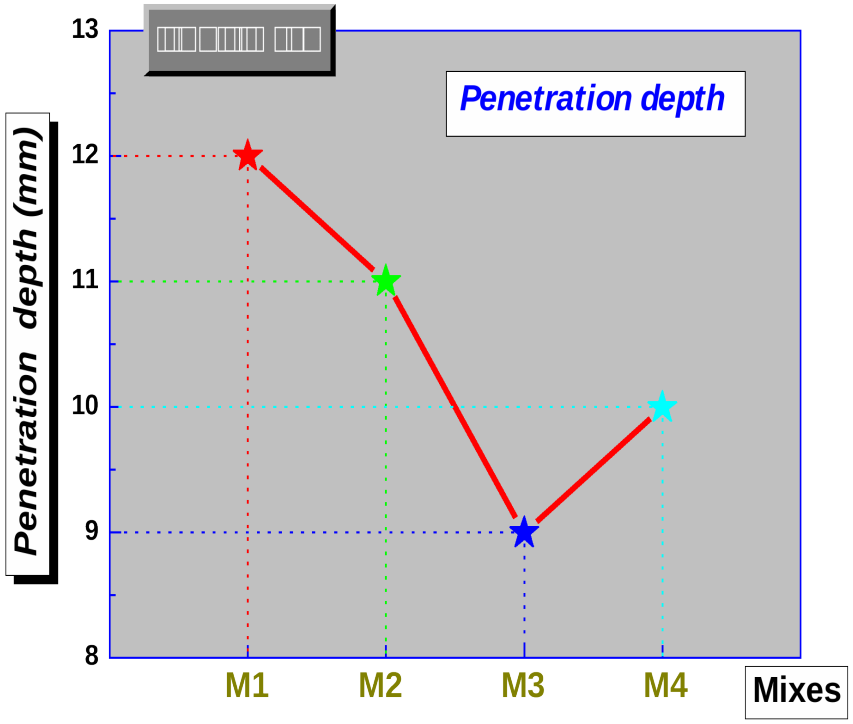
Mixes	*3- Coefficient Of Permeability x 10 (mm / sec)*	*Penetration depth ((mm*
M 1	**2.3**	12
M 2	**2.2**	11
M 3	**2.1**	9
M 4	2.1	10

جدول (5-4) يوضح نتائج إختبار معامل النفاذية

من خلال نتائج إختبار معامل النفاذية وجد أن الخلطة (M1) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير ونسبة الركام الكبير (الزلط) إلى الركام الصغير(الرمل) كانت (40:60) لها معامل نفاذية عالي تليها فى ذلك الخلطة (M2) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير ونسبة الركام الكبير (الزلط) إلى الركام الصغير(الرمل) كانت (50:50) ، ووجد أيضا أن الخلطة (M3) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير له مقاس إعتبارى أكبر (10مم) لها أقل معامل نفاذية، وشكل (5-38) يوضح معامل النفاذية لكل من 4 خلطات مختلفة.

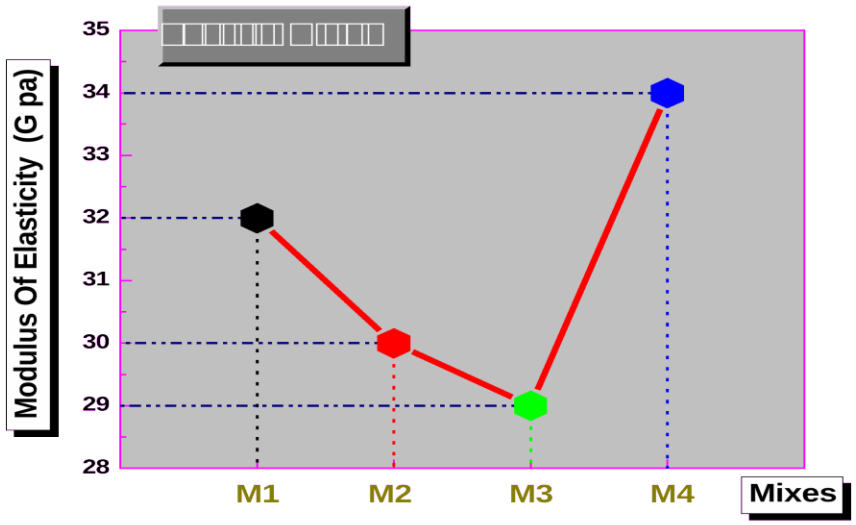


شكل (5-38) يوضح معامل النفاذية لـ 4 خلطات مختلفة



شكل (5-39) يوضح عمق الإختراق لكل من 4 خلطات مختلفة

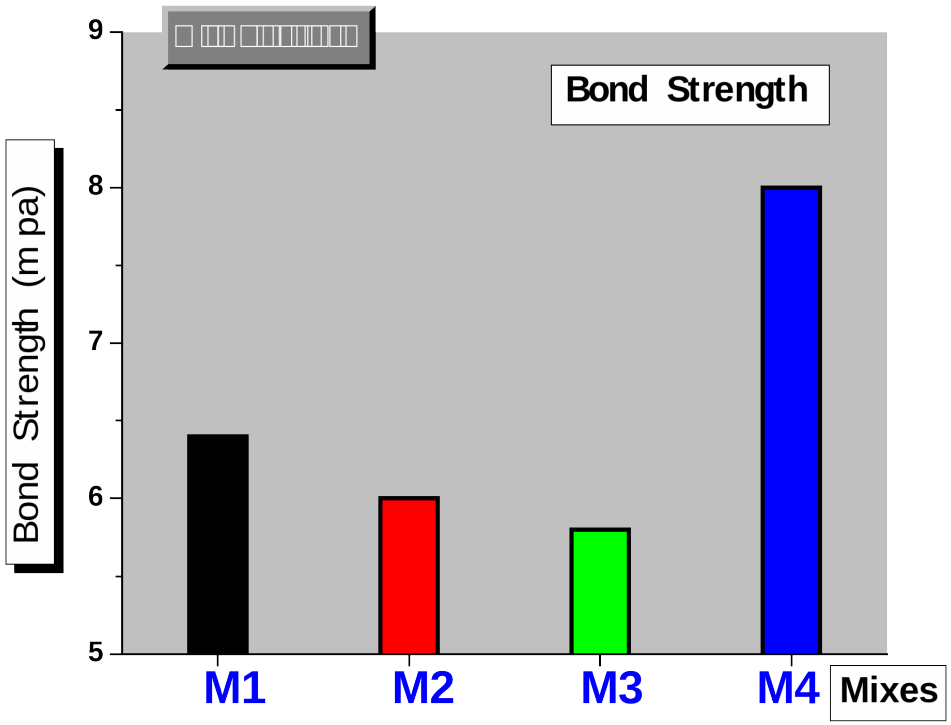
خامسا : معاير المرونة



شكل (5-40) يوضح معاير المرونة لكل من 4 خلطات مختلفة

سادسا :مقاومة التماسك

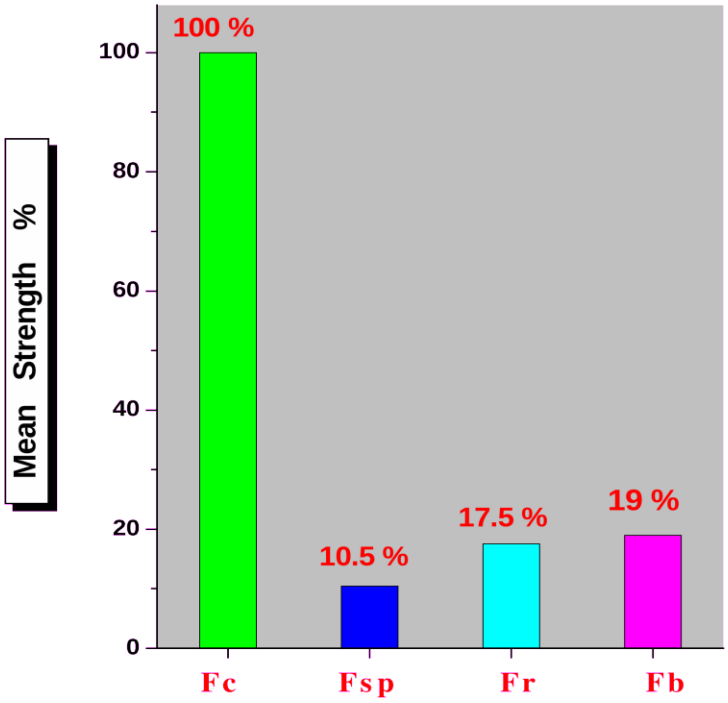
من خلال نتائج إختبار مقاومة التماسك وجد أن الخلطة (M4) والتى تحتوى على الدولوميت كركام كبير لها مقاومة تماسك عاليه تليها الخلطة(M1) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير مقاسة الإعتبارى (20 مم) ، ووجد أيضا أن الخلطة (M3) والتى تحتوى على الزلط كركام كبير مقاسة الإعتبارى (10 مم) لها أقل مقاومة تماسك ، وشكل (5-41) يوضح مقاومة التماسك لكل من 4 خلطات مختلفة .



شكل (5-41) يوضح مقاومة التماسك لكل من 4 خلطات مختلفة

سابعا : عمل مقارنة بين مقاومة الضغط وباقى المقاومات

وجد عند عمل مقارنة بين مقاومة الضغط وباقى المقاومات أن مقاومة الشد حوالى (10.5 %) من مقاومة الضغط ، وأن مقاومة الإنحناء حوالى (17.5 %)من مقاومة الضغط ، وأن مقاومة التماسك حوالى (19%)من مقاومة الضغط ،وشكل (5-42) يوضح المقارنة بين مقاومة الضغط وباقى المقاومات .



شكل (5-42) يوضح المقارنة بين مقاومة الضغط وباقى المقاومات

مناقشة النتائج :

- مما سبق يتضح أن عملية إنتاج الخرسانة ذاتية الدمك بإستخدام المواد المحلية المتاحة قد تمت بنجاح حيث تم عمل 4 خلطات مختلفة من الخرسانة ذاتية الدمك وبعد إختبار هذه الخلطات وجد أن :

- قطر الهبوط (slump Flow) وصل حتى 780مم ، وحدود المواصفات (600-800) .
- إرتفاع الهبوط (Slump Height) وصل حتى 290مم .
- قدرة الملء(Filling Capacity) وصلت حتى 100 % .
- إرتفاع الملء (Filling Height) وصل حتى 30 مم ، وحدود المواصفات (صفر – 30 مم) .
- عند إستخدام مخروط المنصورة للإنسياب (MF-Cone) وجد أن نتائجه متقاربة مع باقى الأجهزة الأخرى .
- وجد أن الخرسانة ذاتية الدمك لها قدرة عالية علىالتشكل ومقاومة عالية للإنفصال الحبيبى وذات قوام ثابت وقدرة عالية على الملء ومقاومة عالية للإنسداد خلال الفتحات الصغيرة .
- مقاومة الضغط بعد 28 يوم وصلت إلى (39 Mpa) .
- مقاومة الإنحناء حوالى (17.5 %) من مقاومة الضغط .
- مقاومة الشد حوالى (10.5 %) من مقاومة الضغط .
- مقاومة التماسك حوالى (19%) من مقاومة الضغط .
- معاير المرونة يتراوح بين (29 – 34 Gpa) .
- مقاومة الضغط عند 7 ، 56 يوم حوالى (69 % ، 105 %)

كنسبة من مقاومة الضغط عند 28 يوم .

- وجد أيضا أن نسبة الركام الكبير إلى الركام الصغير(60% : 40%) تعطى أفضل مقاومة ضغط .
- إستخدام الدولوميت كركام كبير يعطى مقاومة ضغط أفضل .

- وحيث أن النفاذية هى أهم عامل يؤثر على معمرية أو ديمومية الخرسانة ذاتية الدمك لذلك تم عمل إختبار النفاذية ووجد أنها تتراوح

بين) 2.3 X10 – [mm/ sec^-3](2.1 X 10^-3) .

9-5 : التوصيات

- يوصى الباحثون بوضع برامج تعليمية متطورة لتعطى الخبرة اللازمة للمهندسين المدنيين لتطوير تكنولوجيا صناعة الخرسانة ذاتية الدمك لتناسب مجالات إستخدامها .
- يجب تنظيم كل التدريبات الفنية والتقنية لكل المهندسين والفنين العاملين بهذا المجال من الخرسانة تنظيما جيدا .
- يعتبر نوع ومحتوى الاسمنت وشكل الركام الكبير وخصائص سطحه من أهم العوامل المؤثرة فى الترابط بين حبيبات الاسمنت والركام الكبير .
- من المشاكل التى تواجه صناعة الخرسانة ذاتية الدمك هو زيادة مكونات الخلطة التقليدية (أسمنت ، رمل ، ركام كبير ، مياه) بماده أخرى أو مادتين وذلك يصبح غير عملى .
- يعتبر من أهم العوامل المؤثرة فى الخرسانة ذاتية الدمك هو تحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة ذاتية الدمك مثل إنتاج خرسانة ذاتية الدمك عالية المقاومة وتحسين قوة التماسك بين أسياخ حديد التسليح والخرسانة ذاتية الدمك .
- الخرسانة ذاتية الدمك تحتاج إلى إختبارات كثيرة فى حالتها الطازجة وهذا غير متاح عمليا فى الموقع .

- **تعتبر عملية صناعة الخرسانة ذاتية الدمك مكلفة حاليا ولتفعيل عملية إنتاج هذا النوع من الخرسانة لابد من خفض التكاليف الموجودة حاليا**

وهذا هو دور البحث العلمى المهتم بهذا المجال .

78-5 المجموعة الرابعة