رقم الترتيب :.....

رقم التسلسلي:.....

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم والعلوم الهندسية

قسم الري والهندسة المدنية

مذكرة تخرج

لنيل شهادة الماجستير

فرع : الري والهندسة المدنية

تخصص : منشآت الري في المناطق الصحراوية

من إعداد : مرخوفي عبدالمالك

تحت عنوان:

المساهمة في دراسة خصائص وتشوهات خرسانة ألياف النخيل في المناطق الجافة والحارة

أعضاء اللجنة

رئيس اللجنة : حليلات محمد الطاهر	أستاذ محاضر	جامعة ورقلة
ممتحن : بن طبة محمد الطاهر	أستاذ محاضر	جامعة ورقلة
ممتحن : بومعراطة عبد الحميد	أستاذ م.م.د	جامعة ورقلة
مؤطر : خنفر محمد مولدي	أستاذ تعليم عالي	جامعة الأغواط
مساعد المؤطر : كريكر عبدالواحد	أستاذ م.م.د	جامعة ورقلة

2004/2003

المقدمة العامة

الخرسانة في الظروف الطبيعية العادية تبقي المادة الأكثر استعمالاً منذ القدم لما تمتاز به من تكاليف غير باهضة وسهولة صبها في القوالب وخاصة مقاومتها الجيدة لقوى الضغط إلا أنها تملك مقاومة ضعيفة لتشققات وقوى الشد. هناك عدة أبحاث أنجزت قديماً بينت بأن هذا يظهر جلياً وبصورة أكبر في الأجواء الحارة والجافة كما تؤثر هذه الأخيرة كذلك على الخصائص الريولوجية للخرسانة.

من بين الحلول التطبيقية القديمة لهذه المشاكل هو تعزيز الخرسانة بواسطة الألياف.علما أنه يوجد عدة أنواع من الألياف : الفولاذ، الأميونت، الكربون وفي الأخير النباتية التي بينت فعاليتها في تحسين قوى الشد والتشققات .

لكن أمام هذه الأنواع الكبيرة من الألياف يبقي السؤال الذي يطرح نفسه ما هو نوع الألياف المستعملة وفي أي نسيج وما هي التطبيقات المناسبة لها من أجل تحقيق أحسن الخصائص الميكانيكية و الريولوجية لهذا المركب ؟

وحسب عدة أبحاث سابقة تبين أن الخرسانة العادية، ضعيفة المقاومة في الأجواء الحارة والجافة للمناطق الجنوبية من ترابنا الوطني. ونظرا لما تتوفر عليه هذه المناطق من ثروة نباتية هائلة (ألياف النخيل، ألياف السمار، ألياف الحلفاء...الخ) كان هدفنا من وراء هذا البحث، هو محاولة تثمين هذه الثروة الطبيعية في مجال مواد البناء، قصد تحسين خصائص مقاومة الخرسانة في مثل هذه الأجواء.

وعليه في هذا البحث حاولنا المشاركة في الإجابة على السؤال السابق وذلك باستغلال ألياف نخيل الذكار كتعزيز في نسيج خرساني ودراسة مقاومتها للانحناء والضغط، وتأثير هذه الألياف على تشوه الخرسانة في هذه الأجواء مستعملين وسطين مختلفين للحفظ (الهواء الطلق، التغطية بنسيج الجوت وسقيها بواسطة الماء).

وقد قسمنا عملنا هذا إلى أربعة فصول، تطرقنا في الفصل الأول لجمع المعلومات من بعض المراجع المتوفرة التي تعطي المفاهيم الأساسية لخرسانة الألياف النباتية من الناحية الميكانيكية وكيفية

تحديد التركيبة الخرسانية المستعملة، كما تطرقنا إلى دراسة تشوه خرسانة الألياف (الانكماش والزحف الخرساني).

وفي الفصل الثاني قمنا ببعض التجارب قصد تحديد معظم الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المستعملة من أجل تحضير المركب الخرساني الأمثل. كما درسنا كذلك تركيبة الخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف وتأثير إضافة الألياف في الخرسانة على التشغيل، ومن خلالها تم تحسين تركيبة خرسانة الألياف النباتية المستعملة في التجارب.

الفصل الثالث خصص لدراسة السلوكات الميكانيكية لخرسانة الألياف بدلالة طول وكمية الألياف ولمختلف أوساط المعالجة وبذلك تم تحديد الطول والكمية الأمثلين .

الفصل الرابع حاولنا فيه دراسة تشوه خرسانة الألياف (الانكماش والزحف) ودلك لمختلف أوساط المعالجة ودراسة تأثير غسل الألياف على هذا التشوه .

وفي الأخير نقدم خلاصة عامة على خصائص خرسانة ألياف نخيل الذكار وذلك اعتمادا على النتائج المتحصل عليها.

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

الفصل الأول / الجزء الأول ـــــــ

1 – المقدمـة:

للخرسانة بنية معقدة للغاية وعند تطبيق إي إجهاد (شد، ضغط، انحناء...الخ) فأنه يؤدي إلى حدوث تشوهات على مستوى هذه البنية، لذلك فإن المعرفة الجيدة بالعلاقة الموجودة بين الإجهادات والتشوهات وأسباب ظهورها لها فائدة جوهرية في معرفة خصائص الخرسانة وفي هذا الجزء سوف نتطرق إلى بعض أسباب حدوث التشوهات والعوامل المؤثرة عليها وبعض أنواعها للخرسانة المعززة بالألياف.

2– تعاريف:

1.2– التشوه المرن:

تحدث التشوهات المرنة على مستوى الذرات فمن خلال الملاحظة المجهرية للظاهرة، تبين أن هذه التشوهات ناتجة عن التغيرات الحاصلة على مستوى التباعد بين الذرات، والتي تحدث أصلاً لموازنة التأثيرات الخارجية. بما أن ظاهرة تبعثر الذرات هي ظاهرة عكسية لذلك نقول عن تشوه ما أنه تشوه مرن خالص إذا عادت الذرات إلى هيئتها الأصلية بعد توقيف التأثيرات الخارجية [1] .

2.2– التشوه الدائم:

التشوهات الدائمة سوءاً اللدنة أو اللزجة اللدنة تحدث على مستوى الحبيبات و تلي مباشرة التشوهات المرنة، ويتعلق الأمر بانتقال الذرات من موضع إلى أخرى[1] .

3– العلاقة بين الإجهاد والتشوه:

يعبر فيزيائيا عن معامل تشوه الخرسانة بأنه تغير تشوهات عنصر معين من الخرسانة وذلك بتغيير قيم الإجهاد المطبق عليه.

1.3– معامل المرونة لخرسانة الألياف:

الدراسة التي قام بها Andonian et Cotterell [18] بينت بان معامل المرونة يونغ لخرسانة الألياف يمكن أن تعطي بالعلاقة التالية:

$$E = E_m (1 - V_0)(1 - V_f) + \eta E_f \cdot V_f \qquad (I.5)$$

E : معامل يونغ للمركب

E_m : معامل يونغ للنسيج الخرساني

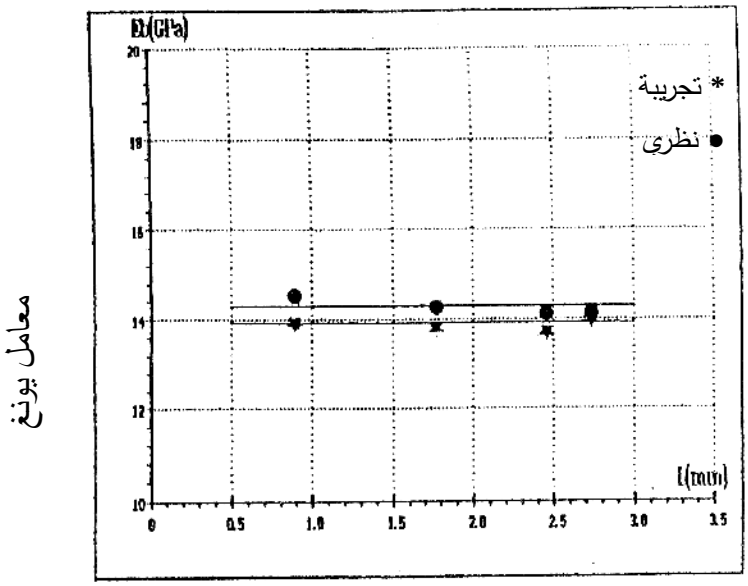
E_f : معامل يونغ للأليف

V_o : النسبة الحجمية للفراغات

V_f : النسبة الحجمية للألياف

η : معامل يتعلق بتوزيع الألياف

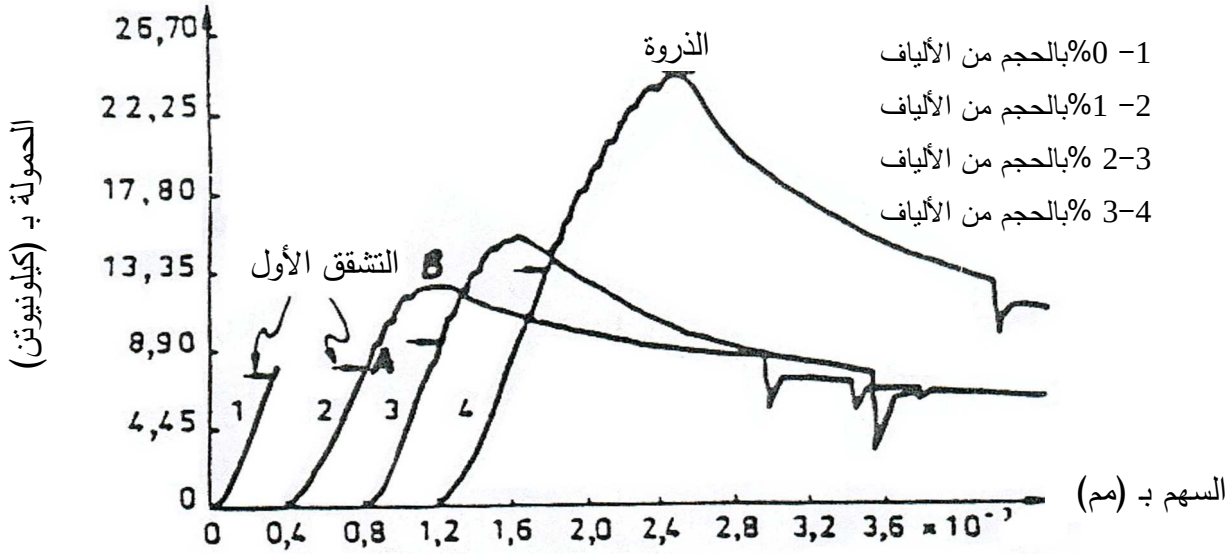
Khenfer et Morlier [22] بينا بأن معامل يونغ للأسمنت المعزز بأليف سلولوز يتعلق فقط بمعاملات يونغ لمكوناتها، بحجم الألياف وتوزيعها في الأسمنت ولا يتعلق بطول الألياف.



الشكل (I- 13) : تغيرات معامل يونغ بدلألة طول الألياف

4 – منحنى الحمولة بدلالة الانتقال وطاقة الانهيار:

إن طاقة الانهيار السكونية تتحدد بالمساحة التي تكون تحت منحنى الحمولة بدلالة السهم مقسومة على مساحة العينة المدروسة.

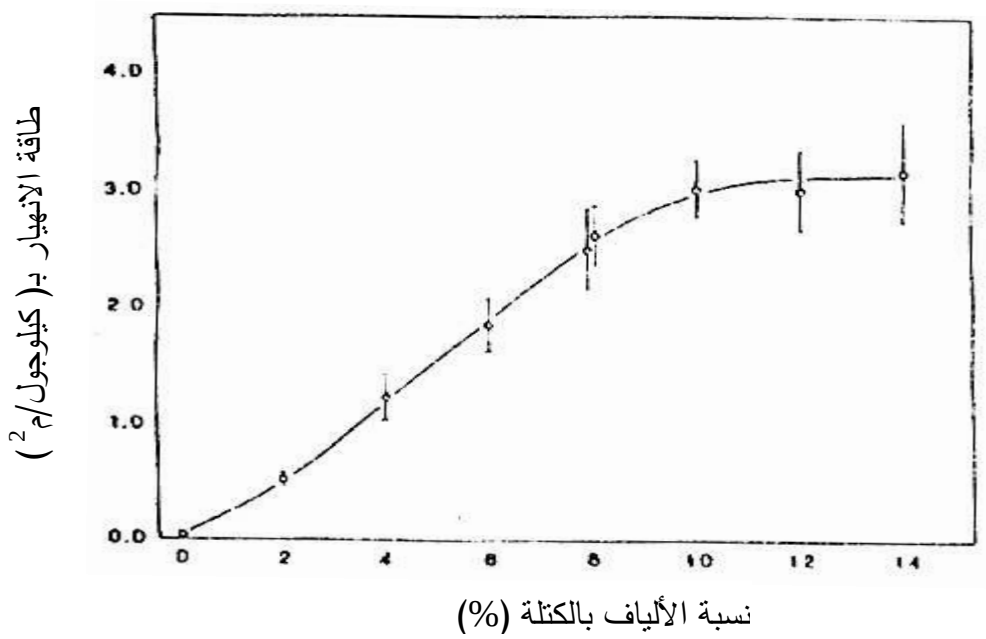


الشكل (I- 14) : منحنى الحمولة بدلالة السهم لخرسانة الألياف الفولاذية[23]

من خلال هذا المنحنى نميز منطقتين:

- منطقة (بين O و A) لها سلوك خطي مرن إلى غاية النقطة A التي توافق ظهور أول الشقوق في النسيج الخرساني.
- منطقة (بين A و B) لها سلوك غير خطي ويتم فيها تطور التشققات وهنا يظهر دور الألياف كتسليح في مناطق الشقوق. النقطة B توافق الحمولة القصوى والإجهاد الاصطلاحي الذي يدعي بمعامل الانهيار (MOR).

الدراسة التي قام بها Coutts [24] على مركب معزز بألياف السلولوز لمختلف النسب استنتجت أن طاقة الانهيار تزداد بزيادة نسبة الألياف إلى غاية النسبة الكتلية المثلى 10 % .



الشكل (I- 15) : تغيرات طاقة الانهيار بدلالة نسب الألياف[24]

في نفس هذه الدراسة بينا Coutts بأن طاقة الانهيار تزداد بزيادة الطول ويمكن أن تصل إلى 40 مرة من طاقة انهيار النسيج الخرساني لوحده.

5- الانكماش:

وهو عبارة عن النقصان أو التقلص في أبعاد الخرسانة وذلك خلال فترات تصلبها وبعده وفي دراستنا هذه نهتم بالانكماش بعد التصلب فقط.

1.5- الانكماش الداخلي:

هو عبارة عن التقلص في الحجم بدون تأثير العوامل الخارجية أي ليس هناك تبادل في كمية الماء بين الخرسانة والمحيط الخارجي.

2.5- انكماش التجفيف:

وهو عكس الانكماش الداخلي حيث يتعلق بحركة الماء بين الخرسانة والمحيط الخارجي (جفاف أو رطوبة). هذان النوعان من الانكماش يؤثران على بعضاهما البعض ويتعلقان بعدة عوامل مختلفة، معظم الأبحاث التي تطرقت إلى موضوع الانكماش لخرسانة الألياف بينت أن إضافة الألياف تؤدي إلى التقليل من الانكماش وذلك حسب نوع وكمية الألياف.

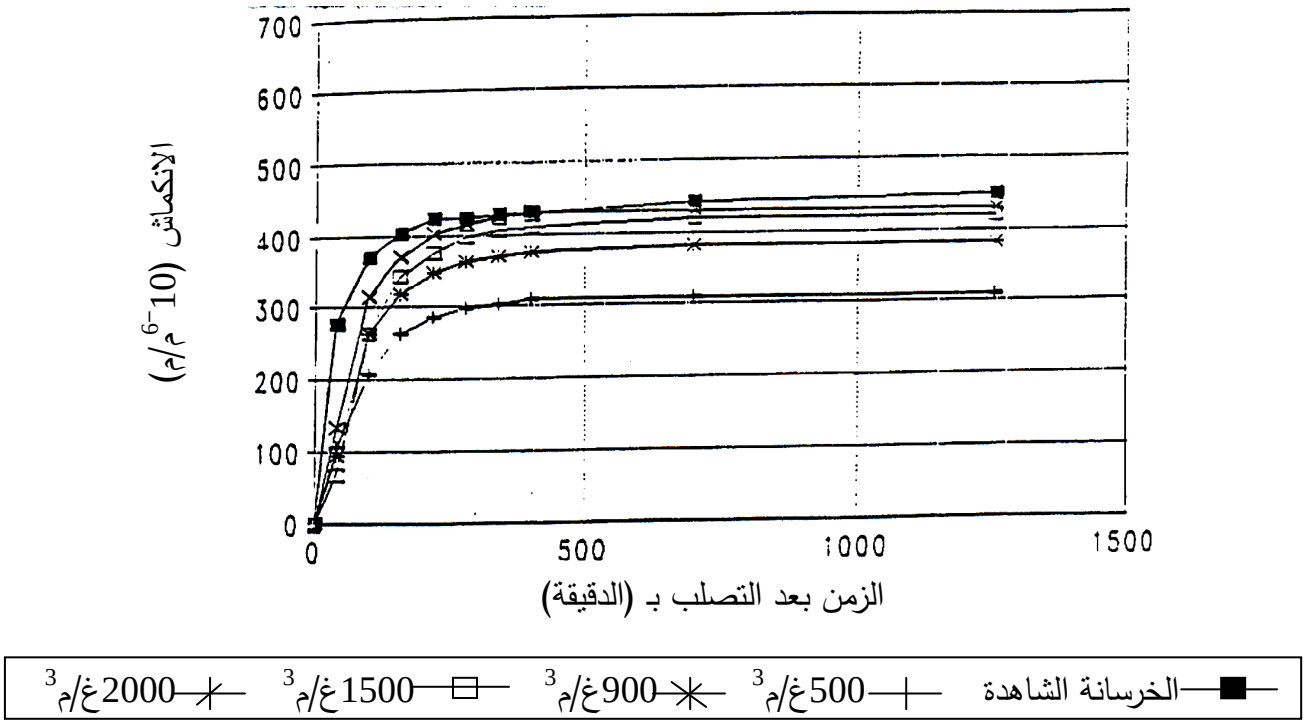
حسب Rehsi [5] إن عملية إضافة الألياف الفولاذية تؤدى إلى التقليل من الانكماش بنسبة 50 % تقريبا من انكماش الخرسانة لوحدها. ونفس النتائج تحصل عليها Ramaswamy et Coll [6] حيث لاحظا بأن الانكماش ينقص بحوالي 30 % وذلك لألياف جوز الهند.

كذلك Zollo [25] قاما بدراسة انكماش عينات من الخرسانة المعززة بألياف البولي بروبالين بكمية 1 (كغ/م3)وطول 19(مم) فتحصل على نقصان يقدر بـ 20 % في خلال 7 أيام الأولى فقط.

3.5- العوامل التي تؤثر على انكماش خرسانة الألياف:

1.3.5- تأثيرات كمية الألياف:

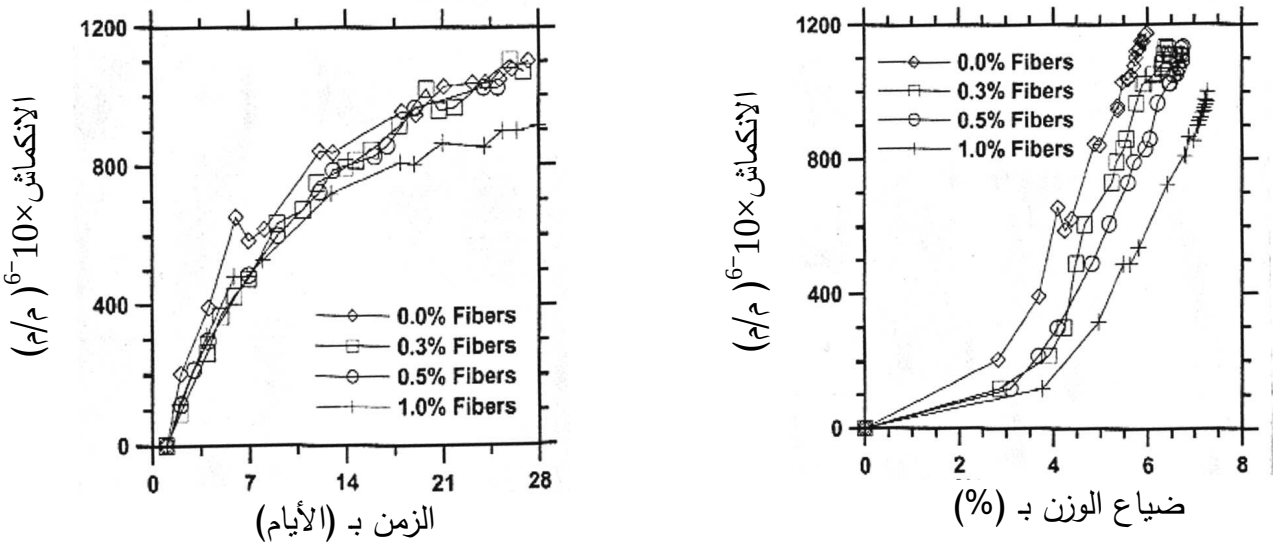
الدراسة التي قام بها Houget Veronique [26]على ألياف البولي بروبلان ذات الطول 19 (مم) وذلك بكميات مختلفة من الألياف (500، 900، 1500، 2000 غ /م^3) والنتائج موضحة في الشكل التالي:



الشكل (I- 16) : تأثيرات كمية ألياف بولي بروبيلين على الانكماش[26]

فلاحظ من خلال هذا المنحنى بأن عملية اختيار الكمية المثلى للألياف تلعب دوراً مهما في تقليل من نسبة انكماش خرسانة الألياف مقارنة بانكماش الخرسانة الشاهدة.

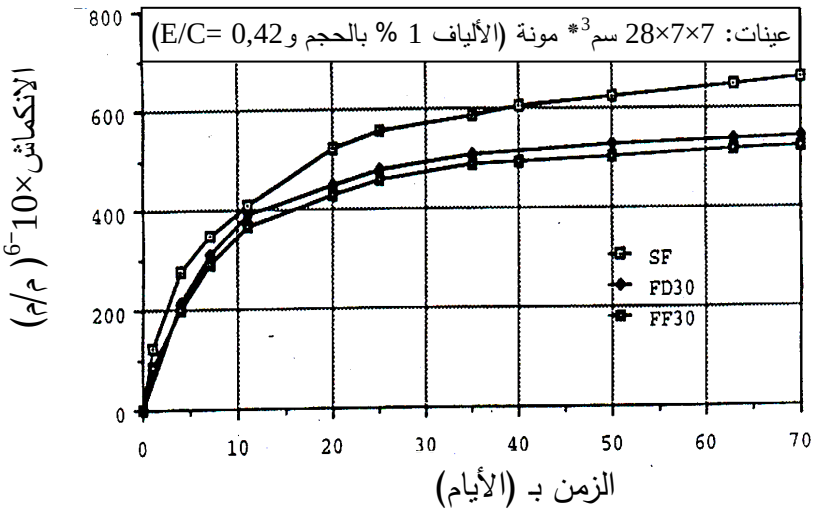
أما الباحثان Byounggeon Kin W- jason Weiss [27] قاما بدراسة الانكماش على مونة من الأسمنت المعزز بألياف فولاذية طولها 13(مم) وبكميات حجمية مختلفة (0 %، 0.3 %، 1 %) فاستنتجا بأنه كلما زادت كمية الألياف قل الانكماش وكذلك بان الانكماش له علاقة طر دية مع نقص وزن العينات.



الشكل (I- 17) : انكماش الجفاف وضياع الوزن لخرسانة الألياف الفولاذية[27]

2.3.5– تأثير طبيعة وطول الألياف

التجربة التي قام بها حسن هواري [28] على عينات من المونة المعززة بألياف مختلفة الطبيعة وهي ألياف فولاذية(FD) وألياف حديد الزهر(FF) لهما طول 30مم والخرسانة لوحدها(SF) فستنتج أن انكماش الجفاف يتأثر بطبيعة الألياف كما هو موضح في الشكل التالي:

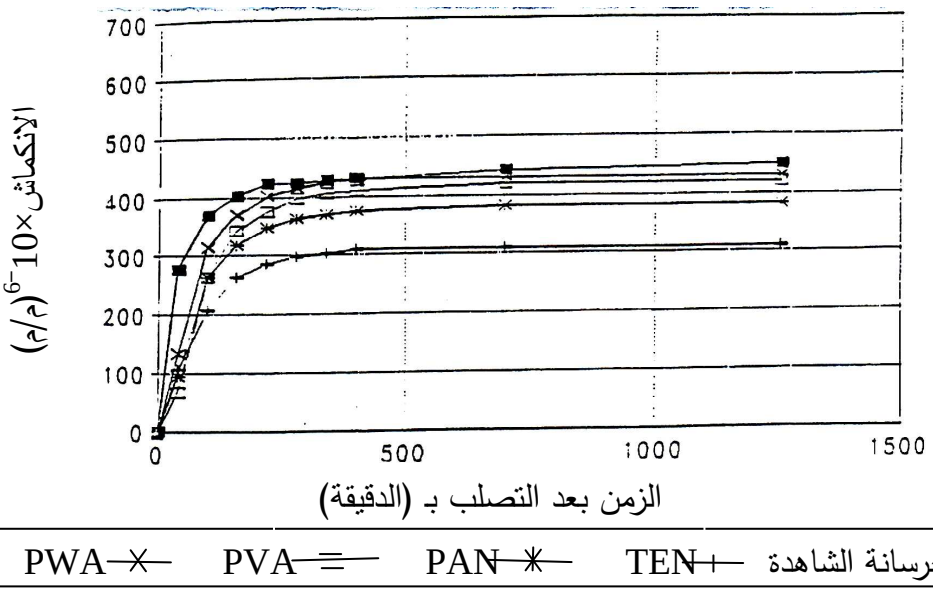


الشكل (I- 18) : تأثير طبيعة الألياف على انكماش الجفاف[29]

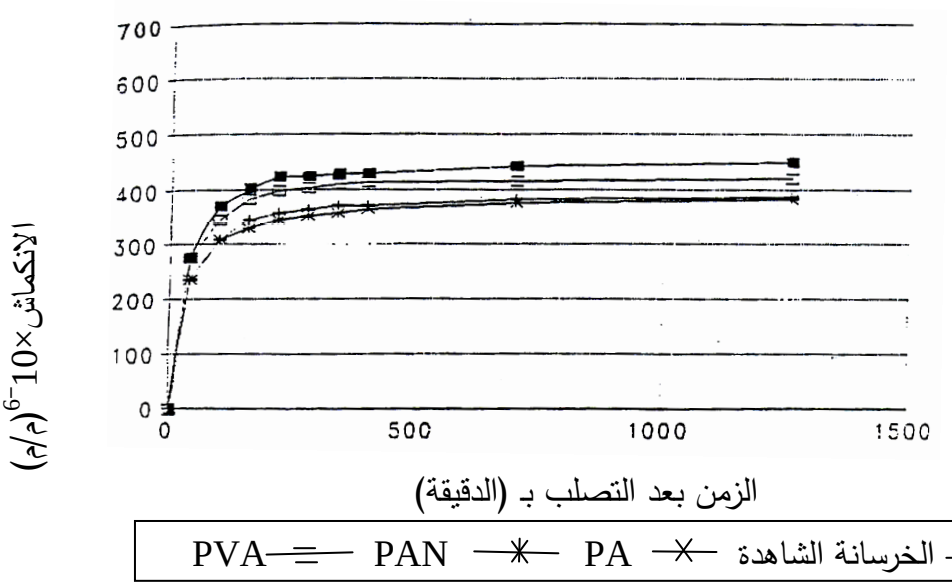
الدراسة التي قام بها [26] على عدة ألياف عضوية موضحة في الجدول التالي :

جدول (I – 3) : طبيعة الألياف المدروسة

أسم الألياف	طول الألياف(مم)	الرمز المستعمل
الخرسانة الشاهدة	–	BT
بولي أميد	13 – 6	PA
بولي أكريلونيتريل	13 – 6	PAN
بولي فينيلالكول	15 – 6	PVA
بولي أرأميد	6	PWA
الكربون	6	TEN



الشكل (I- 19) : تأثير الألياف العضوية ذات الطول 6 مم على انكماش الخرسانة – 900 غ/م^3 [26]

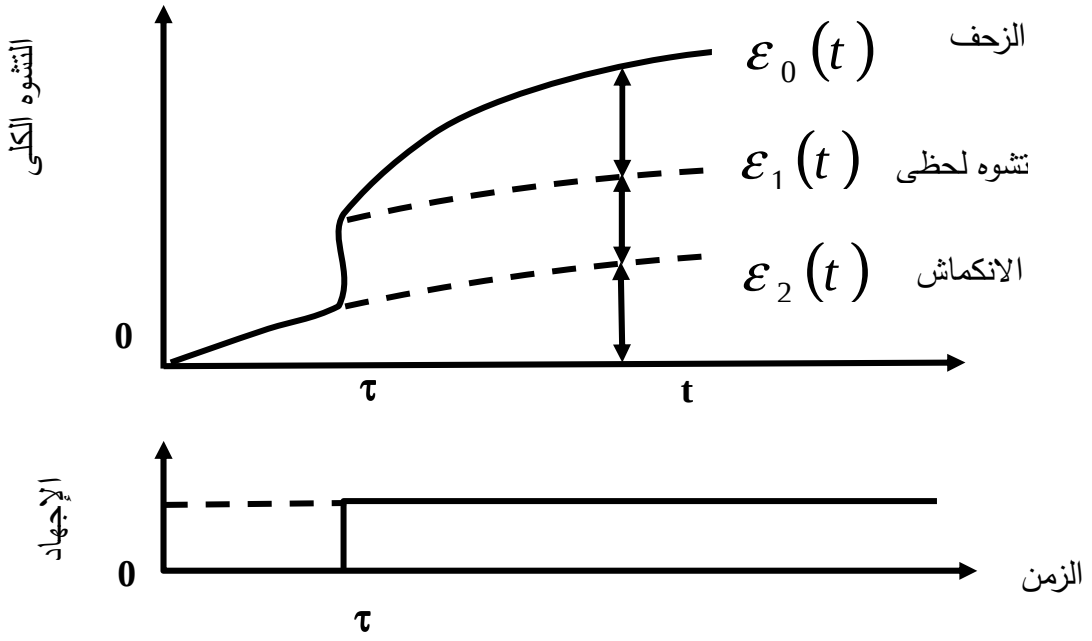


الشكل (I- 20) : تأثير الألياف العضوية ذات الطول 13 مم على انكماش الخرسانة – 900 غ/م^3 [26]

نستنتج من خلال هذه الدراسة بأن طول الألياف ليس له تأثير على قيمة الانكماش الأقصى لكن له تأثير على سرعة الانكماش في اللحظات الأولى ونلاحظ كذلك بان الانكماش يتأثر بطبيعة الألياف المستعملة.

6- زحف الخرسانة:

اصطلاحاً زحف الخرسانة هو مختلف التطورات التي تحدث عبر الزمن لتشوهات الخرسانة المحملة والغير محملة.



الشكل (I- 21) : تعريف زحف الخرسانة

إن ظاهرة زحف الخرسانة معقدة جداً وتتعلق بعدة عوامل وحسب بعض الباحثين أنه من الصعب دراستها كلياً في نفس الوقت ويجب تقدير درجة تأثير العوامل عليها .و العوامل الأساسية موضحة في الجدول(I – 4).

جدول (I – 4) : العوامل التي تؤثر على زحف عنصر خرساني

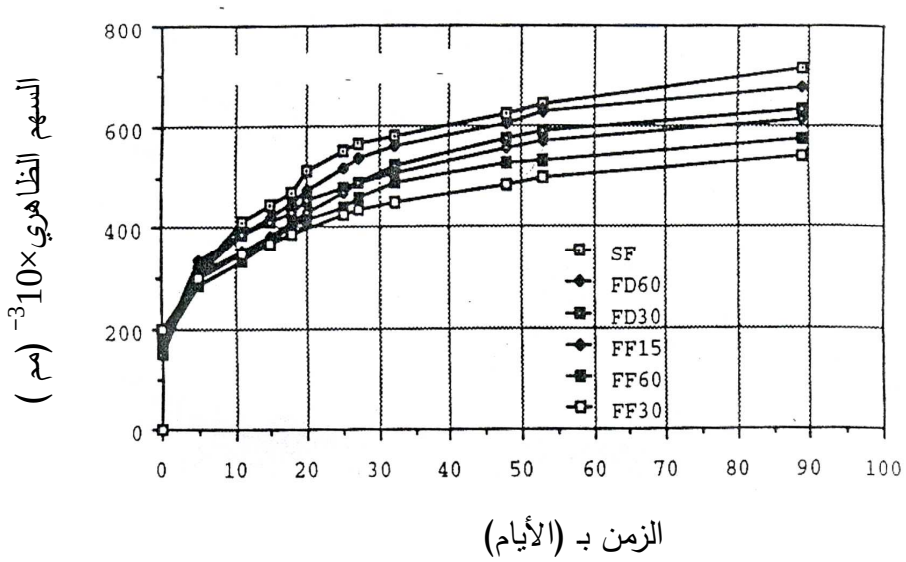
خصائص مرتبطة بتركيبة الخرسانة	وسط حفظ الخرسانة	شكل العينات الخرسانية	الحمولات المطبقة
– نوع الركام – كمية الإسمنت – نوع الإسمنت – النسبة E/C	– درجة لحرارة – نسبة الرطوبة	– الشكل – الأبعاد – التعزيز	– لحمولة(شدة الحمولة، اتجاه الحمولة بالنسبة للألياف) –حمولات ثابتة، حمولات متغيرة أو دورية

1.6- تأثير إدماج الألياف على زحف الخرسانة:

الهاشمي[29] بين أن زحف خرسانة الألياف يشابه زحف الخرسانة الشاهدة. أما Edington وغيره من الباحثين [30] استنتجوا بأن إضافة الألياف الفولاذية إلى خرسانة لا تنقص من تشوه الزحف وذلك خلال مدة 12 شهر من تحميل العينة .

الباحثان Mangat et Azori [31] تحصلا على نتائج تفيد بأن إضافة الألياف تؤدي إلى إنقاص تشوه زحف الخرسانة بحوالي 25% وذلك خلال مدة تحميل قدرها 90 يوما. وبالعكس كل من Balaguru et Ramakrishnan [32] بينا بأن تشوه زحف خرسانة الألياف الفولاذية أكبر بحوالي 15% من الخرسانة العادية.

نوع وطول الألياف المستعملة كتعزيز لها تأثير كبير على زحف الخرسانة وذلك كما يوضحه الشكل (I- 22).



الشكل(I- 22) : تطور السهم الكلي بدلالة مختلف الألياف والأطوال [28]

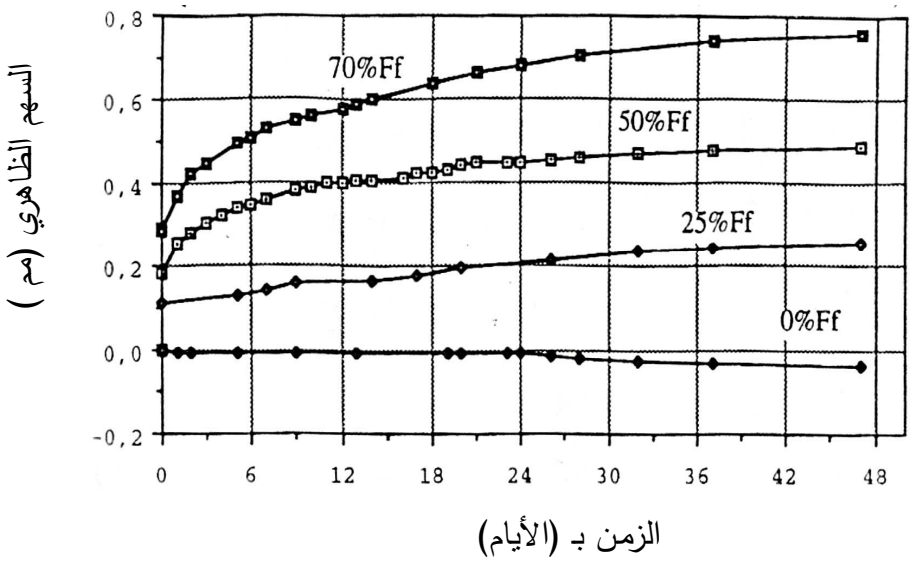
وفي نفس هذه الدراسة [28] فإن معامل النحافة(L/d) للألياف ليس له تأثير مهم على زحف الخرسانة.

2.6- تأثير شكل العينات على زحف الخرسانة :

الدراسة التي قام بها Theodoraakpoils.D.D [33] على صفائح من الأسمنت معززة بألياف زجاجية بنسبة حجمية 5 % بينت أن الصفائح التي لها سمك 16مم أفضل من الصفائح التي لها سمك 11مم.

3.6- تأثير نسبة الحمولة على زحف الخرسانة:

تتأثر خرسانة الألياف بتغير نسبة الحمولة كما هو الحال بالنسبة للخرسانة العادية الغير معززة بالألياف وحسب الدراسة التي قام بها هواري على مركب إسمنتي معزز بألياف الفولاذ وكمية الألياف المستعملة هي 1 % من الحجم، حيث نسب التحميل هي 25 %، 50 %، 75 % من مقاومة الانحناء التي توافق ظهور أول التشققات والنتائج موضحة في الشكل (I- 23).



الشكل (I- 23) : تطور السهم الظاهري تحت مختلف نسب التحميل [28]

من خلال الشكل (I- 23) نلاحظ بأن زحف المركبات الإسمنتية المعززة بالألياف الفولاذية يتأثر بزيادة الحمولة أي كلما زادت الحمولة زاد الزحف.

7 – الخلاصة:

بعد تعرضنا لهذه البحوث التي تطرقت إلى تشوه خرسانة الألياف بالنسبة للزمن نستخلص ما يلي:

- معامل يونغ لخرسانة الألياف لا يتعلق بطول الألياف ولكن يتعلق فقط بكميتها ومكونات الخرسانة
- عملية إضافة الألياف تقلل من ظاهرة الانكماش وتأثركذلك على زحف الخرسانة .
- شكل الألياف أو معامل النحافة ليس له تأثير كبير على الانكماش الأقصى وزحف الخرسانة، لكن يملك تأثير كبير على سرعة الانكماش أثناء اللحظات الأولى.الا أن الألياف القصيرة تقلل الانكماش بنسبة أكبر مقارنة مع الألياف الطويلة
- زحف خرسانة الألياف يتأثر طرداً مع نسبة الحمولة المطبقة.

1 – المقدمة:

تعتبر الخرسانة مادة أساسية للإنشاء و هي عبارة عن خليط غير متجانس متكون من ركام ممزوج بمادة ربط هيدروليكية والماء.هذا الأخير يكون بكميات مدروسة لكي تكون الخرسانة متماسكة و لها مقاومة مميزة. نوعية الخرسانة مرهونة أساسا بخصائص مكوناتها.

في هذا الفصل سوف نتطرق إلى دراسة خصائص مختلف المواد المستعملة. وكذلك إلى كيفية تركيبة الخلطة الخرسانية.

2 – خصائص المواد المستعملة:

2 – 1 الاسمنت:

الإسمنت المستعمل هو إسمنت بروتلاندي من نوع CPJ45المصنوع في مصنع الاسمنت بعين توتة.

2 .1.1– الخصائص الكيميائية للإسمنت:

التحاليل الكيميائية للإسمنت المستعمل معطاة على شكل نسب مئوية في الجدول(I - II).

جدول (I - II) التحاليل الكيميائية للإسمنت المستعملة[34]

المواد الغيرالذائبة	Cao الحر	PAF	K_2o	Na_2o	So_3	Mgo	Cao	Fe_2o_3	Al_2o_3	Sio_2
3.24	0.97	4.07	0.83	0.19	2.29	1.85	60.18	3.13	5.73	21.90

نلاحظ بان الاسمنت المستعمل يحتوي على نسب مئوية كبيرة من السيليس و الكلس .

2 .2.1– التركيبة المعدنية للكلانكر:

جدول (II – 2) التحاليل المعدنية للكلانكر[34]

المكوينات	سيليكات الكالسيوم C_3S	سيليكات الكلسيوم C_2S	الومينات الكلسيوم C_3A	الومينات الحديد الرباعية C_4 AF
المتوسط	55.05	19.97	9.44	9.27
الانحراف المعياري	2.27	1.85	0.27	0.24

3.1.2 – مؤشر الفيكا :

هو عبارة عن النسبة بين الجزء الحامضي و الجزء القاعدي [35]

$$I= (SiO2 + AL2O3) / (CaO + MgO) \qquad (II.1)$$

الاسمنت المستعمل في هذه الدراسة $I = 0.44<0.5$ إذن الاسمنت معتدل.

4.1.2- الخصائص الميكانيكية و الفيزيائية:

التجارب أجريت في مخبر مصنع الاسمنت بعين توتة وهي موضحة في الجدول(II- 3).

جدول (II- 3) الخصائص الميكانكية و الفيزيائية[34]

الخصائص الفيزيائية	الكتلة الحجمية المطلقة : ρ_a=2120 (كغ/م^3) الكتلة الحجمية الظاهرية : ρ_b=3034 (كغ/م^3) مساحة السطوح النوعية : SSB=3895 (سم^2/غ) بداية التصلب : ساعتين وثمانية دقائق نهاية التصلب : ثلاثة ساعة وأربعة دقائق
الخصائص الميكانيكية ميغا باسكال (MPa)	Rc_{28} = 48,24 ± 2,89 Rc_7 = 37,61 ± 2,77 Rc_2 = 22 ,57 ± 2,24 Rt_{28} = 8,48 ± 0,52 Rt_7 = 7,11± 0,43 Rt_2 = 4,97 ± 0,41

2.2- الركام :

في هذه الدراسة أخذنا ركام محلي الأكثر استعملا في منطقتنا، وتمثل نسبة الركام حوالي 75% من حجم الخرسانة ولكي تكون لدينا خرسانة جيدة يجب حسن اختيار الخصائص الفيزيائية للركام والتي ندرجها في التجارب التالية :

- تجارب الكتلة الحجمية
- تجربة مكافئ الرمل (ES)
- تجربة نقاوة الحصى
- تجارب صلابة الحصى
- تجربة التدرج الحبيبي للركام

1.2.2- الرمل :

الرمل المستعمل هو رمل المقالع ذو اللون الأصفر يستخرج من منطقة حاسي السايح ولاية ورقلة .

2.2.2- الحصى:

الحصى المستعمل هو عبارة عن حصى مكسر ذي القسم (5/16) يستخرج من محجرة حوض الحمراء بولاية ورقلة.

3.2.2- خصائص الركام المستعمل:

الركام له تأثيرات مباشرة على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للخرسانة الطازجة والصلبة، من أجل الحصول على خرسانة ذات تشغيل حسن، ديمومة ومقاومة جيدة يجب اختيار الركام اختياراً جيد.

1.3.2.2- تجربة التدرج الحبيبي للركام :

الهدف منها هو معرفة مختلف مقاسات الركام وهذه التجربة معرفة بالمعيار NFP18 - 560 [35].

جدول (II- 4) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي للرمل

فتحة الغربال (مم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمع (غ)	نسبة المتبقي المجمع (%)	نسبة المار المجمع (%)
5	5.00	5.00	0.25	99.75
2.5	90.00	95.00	4.75	95.25
1.25	325.00	420.00	21.00	79.00
0.63	830.00	1250.00	62.50	37.50
0.315	565.00	1815.00	90.75	9.25
0.16	150.00	1965.00	98.25	1.75
0.08	25.00	1990.00	99.50	0.50
القاع	10.00	2000.00	100.00	0.00

يتم حساب معامل النعومة للرمل وفقا للعلاقة التالية:

$$Mf = \sum Rc / 100 \qquad (II.2)$$

Mf : معامل النعومة

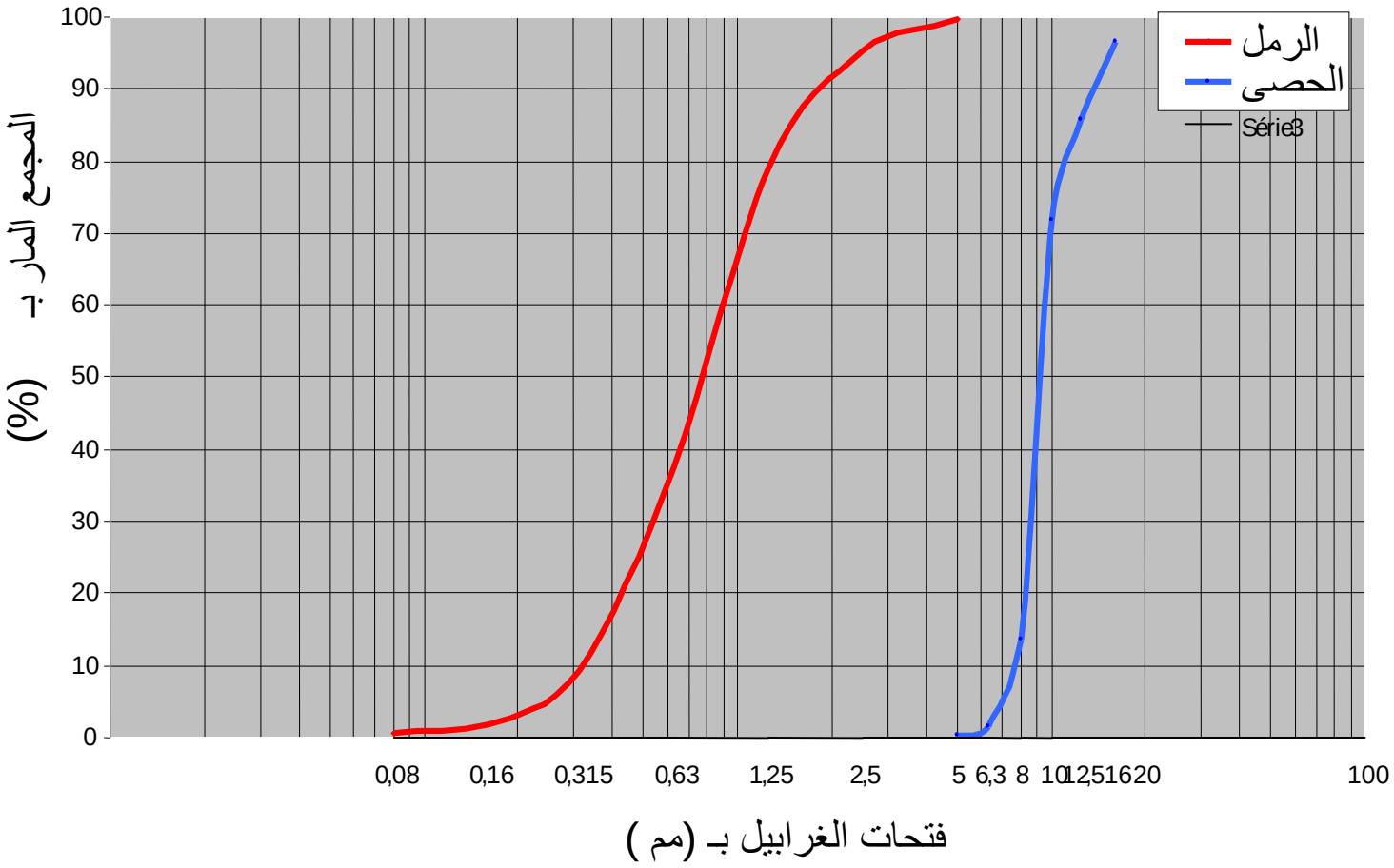
Rc : المتبقي المجمع (%) للغرابيل ذوي الفتحات (0.16, 0.315, 0.63, 1.25, 2.5, 5) .

$$Mf = \sum 0.25+4.75+21.00+62.50+90.75+98.25/100 = 2.77$$

معامل النعومة يساوي 2.77 % وهي اكبر من 2.5 % اذن الرمل المستعمل رمل خشن يستعمل في الخرسانة العادية [35].[36] .

جدول (II- 5) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي للحصى

فتحة الغربال (مم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمع (غ)	نسبة المتبقي المجمع (%)	نسبة المار المجمع (%)
16.0	135.00	135.00	3.38	96.63
12.5	430.00	565.00	14.13	85.88
10.0	565.00	1130.00	28.25	71.75
8.0	2325.00	3455.00	86.38	13.63
6.3	480.00	3935.00	98.38	1.63
5.0	50.00	3985.00	99.63	0.38
لقاع	15.00	4000.00	100.00	0.00



الشكل(II - 1) : التحليل الحبيبي للرمل والحصى

2.3.2.2 – الكتلة الحجمية للركام :

الهدف منها هو معرفة الإحجام والكتلة التي تدخل في تركيبة الخرسانة.

1.2.3.2.2 – الكتلة الحجمية الظاهرية للركام:

هي الكتلة في الحالة الطبيعية للمادة مقسومة على وحدة الحجم وفي هذه الكتلة الحجمية ندخل فيها الحبيبات والفراغات وتعطى بالعلاقة التالية [37].

$$\rho_a = \frac{M_t}{V_t} \qquad (II.3)$$

ρ_a : الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم^3)

M_t : الكتلة الكلية للعينة (غ)

V_t : الحجم الكلي للعينة (سم^3)

ونتائج التجارب المتحصل عليها من خلال ثلاثة عيينات هي كالتالي :

الكتلة الحجمية الظاهرية للرمل: ρ_{as} =1667 كغ / م3

الكتلة الحجمية الظاهرية للحصى: ρ_{ag} =1353 كغ / م3

2.2.3.2.2 – الكتلة الحجمية المطلقة للركام:

هي الكتلة في وحدة الحجم للمادة بدون الفراغات الموجودة بين الحبيبات [37] وتعطى بالعلاقة التالية:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \qquad (II.4)$$

ρ_s : الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم^3)

M_s : الكتلة الحبيبات الصلبة (غ)

V_s : الحجم للحبيبات الصلبة (سم^3)

ومنه الكتلة الحجمية المطلقة للرمل هي: ρ_{ss} =2530 كغ / م^3

الكتلة الحجمية المطلقة للحصى هي : ρ_{sg}=2380 كغ / م^3

3.3.2.2 – تجربة مكافىء الرمل :

هذه التجربة معرفة حسب المعيار NFP 18 – 598 والهدف منها هو تحديد نسبة الغضار والمواد العالقة الموجودة في الرمل لمعرفة مدى نقاوته وصلاحية استعماله في الخرسانة .تتم التجربة بوزن كمية معينة من الرمل ووضعها في أنبوب اختبار مدرج به محلول غسول لا يتفاعل مع الرمل ثم نقوم برجه في حدود 30 ثانية وفي الأخير نترك الأنبوب في حالة راحة لمدة 20 دقيقة وبعدها نقوم بتعيين مكافيء الرمل[36]. [37]

$$ES = \left(\frac{H_1}{H_2}\right) \times 100 \qquad (II.5)$$

H_1 : تمثل الرمل الصافي

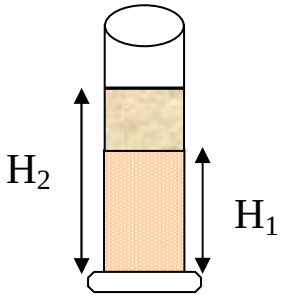
H_2 : تمثل الرمل الصافي زائد الغضار والمواد العالقة

الارتفاع H_1 يقاس بطرقتين بالمكبس وبدونه

نتائج تجربة مكافيء الرمل موضحة في الجدول(II– 6).

جدول (II– 6) : نتائج تجربة مكافيء الرمل المستعمل

	بدون مكبس	بواسطة المكبس
إرتفاع H_1 بـ (سم)	11,9	11,1
إرتفاع H_2 بـ (سم)	16,8	16,8
مكافيء الرمل ES بـ (%)	71	66



4.3.2.2 – نقاوة الحصى :

الهدف من هذه التجربة هو تعيين الشوائب العالقة بالحصى ثم استنتاج مدى صلاحيته في الخرسانة ويتم ذلك بأخذ كمية معينة منه في الحالة الجافة وغسلها جيدا بالماء ثم نضعه داخل جهاز التجفيف حتى يجف وفي الأخير نزن العينة ويتم حساب النقاوة بالعلاقة التالي:

$$I_A = (M_1 - M_2)/M_2 \times 100 \qquad (II.6)$$

I_A : نسبة الشوائب بـ (%)

M_1 : كتلة الحصى قبل الغسل بـ (غ)

M_2 : كتلة الحصى بعد الغسل والتجفيف بـ (غ)

قيمة نسبة الشوائب المتحصل عليها هي : $I_A = 0.92$ (%)

5.3.2.2 – تجربة تأكل الحصى:

هذه التجربة تعيين مقاومة تجزيء الحصى بواسطة الصدمة والتآكل بوجود الماء ويتم ذلك على المقاسات التالية (4/6.3، 6.3/10، 10/14)، نقوم بوزن 500 غرام من الحصى ونضعها في علبة اسطوانية مملوءة بالماء مع حمولة من 2 إلى 5 كغ من كريات حديدية قطرها 10 مم. ثم تخضع المجموعة كلها لعملية الدوران لمدة ساعتين وبعدها نمرر العينة على الغربال 1.6مم فنحصل على المتبقي في الغربال كتلته m وهذه الطريقة موافقة للمعيار NFP 18-572 [37]، في الأخير تعطى مقاومة التآكل بالعلاقة التالية:

$$M_D = (500 - m/500) \times 100 \qquad (II.7)$$

نتائج التجربة كانت كالتالي :

$M_D(4/6.3) = 25.55$ %

$M_D(6.3/10) = 25.98$ %

$M_D(10/14) = 26.73$ %

6.3.2.2 – تجربة الصدام للحصى (لوس انجلوس):

هذه التجربة معرفة حسب المعيار NFP 18-301 عمليا تنجز هذه التجربة على نفس أقسام التجربة السابقة حيث نزن 5 كغ من الحصى ونضعها في اسطوانة معدنية تحتوي على رفوف داخلية مع كريات حديدية (7÷11 كرية) ، تدور الكريات 500 دورة حول المحور الأفقي للأسطوانة ،تفتح الأسطوانة وتفرغ من محتوياتها وتغربل على الغربال 1.6 مم وتغسل المواد المتبقية على الغربال وتجفف العينة في درجة حرارة (110م°) حتى يثبت وزنها ونسجل الوزن m' ،تعطى نسبة لوس انجلوس بالعلاقة التالية:

$$L_A = (5000 - m'/5000) \times 100 \qquad (II.8)$$

نتائج التجربة لوس انجلوس كانت كالتالي:

$L_A(4/6.3) = 29.125\ \%$

$L_A(6.3/10) = 28.75\ \%$

$L_A(10/14) = 30.25\ \%$

وحسب المعيار NF P18-301 يجب أن يكون معامل لوس انجلوس اقل من 40 % إذن الحصى المستعمل له صلابة جيدة [35].[36].

7.3.2.2 – معامل امتصاص الماء لركام:

هذه التجربة معرفة بالمعيار NF P18-555 ،نقوم بوزن عينة من الركام في الحالة الجافة ثم نغمرها في الماء حتى درجة التشبع ثم نقوم بوزنها ونتحصل على نسبة الزيادة في الوزن بعلاقة التالية:

$$C_A = [(M_h - M_s)/M_s] \qquad (II.9)$$

C_A : معامل امتصاص الماء للحصى

M_h : كتلة الحصى في الحالة التي يكون فيها مشبع

M_s : كتلة الحصى في الحالة الجافة

ومنه فان معامل امتصاص الرمل يساوي 0.56%، وأما بالنسبة للحصى فان معامل الامتصاص يساوي 1.3%.

كل من الرمل والحصى لهما سعة لامتصاص الماء ضعيفة وهي اقل من 2.5%. إذن هذه القيمة مقبولة من اجل استعمال هذا النوع من الركام في الخرسانة العادية[37].

2.3 – ماء الخلطة:

الماء المستعمل في الخلطة و في رش الخرسانة هو ماء صالح للشرب يتم التزويد به من حنفية مخبر الهندسة المدنية .

3.3 – الإضافات:

المادة المستعملة هي عبارة عن الملدن المتفوق مصنوع في الجزائر من نوع (MEDA PLAST- sp) وهو عبارة عن سائل بني يتم مزجه مع ماء الخلطة بنسب مئوية مختلفة من كتلة الإسمنت المستعمل [38].

4.3 – خصائص و تأثيرات الملدن :

- كثافته 1.18
- PH يساوي 7
- كمية الكلور اقل من 1 غ/ل
- الملدن المتفوق يعمل على تحسين التشغيل ويحافظ عليه في الأوساط الحارة ويعطي E/C ثابتة

5.3 – الألياف :

الألياف المستعملة في هذه الدراسة هي ألياف المحيطة بجدع نخيل التمور وهذا النوع من النخيل ينمو في الواحات والألياف المستعملة هي ألياف نخلة الذكار(ذكر النخيل) التي تنمو في منطقة ورقلة .

1.5.3 – خصائص ألياف جدع نخيل التمور:

خصائص الألياف نخيل الذكار المستعملة هي موضحة في الجدول(II– 7).

جدول (II– 7) : يوضح الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لألياف النخيل (الذكار)

	الخصائص الميكانيكية			الخصائص الفيزيائية			
الطول (mm)	R_t (MPa)	E_f (GPa)	ε_r (%)	W (%)	T_A (%)	ρ_a (Kg/m^3)	ρ_s (Kg/m^3)
100	170.0 ± 40	4.74 ± 2.0	16.0 ± 3.0	9,5 ÷ 10,5	96.83 ÷ 202.64	512.21 ÷ 1088.81	1300 ÷ 1450
60	240.0 ± 30	5.00 ± 2.0	12.0 ± 2.0				
20	290.0 ± 20	5.25 ± 3.0	11.0 ± 2.0				

ρ_a : الكتلة الحجمية الظاهرية — R_t : مقاومة الشد للألياف

ρ_s : الكتلة الحجمية المطلقة — T_A: نسبة الإمتصاص (بعد 24 ساعة)

ε_r : التشوه الإنهيار — W : نسبة الرطوبة

نلاحظ أن مقاومة الشد للألياف تزيد بنقصان طول الليف وكذلك التشوه (عند الانهيار) وهذا لأن تجانس االليف ينقص مع الزيادة في الطول. ونلاحظ كذلك بأن هذه الألياف تمتص نسبة كبيرة من الماء وهذا بسب احتوائها على عدة مسامات كما سنوضحه لاحقا [39].

2.5.3 – الخصائص الكيميائية لألياف الذكار

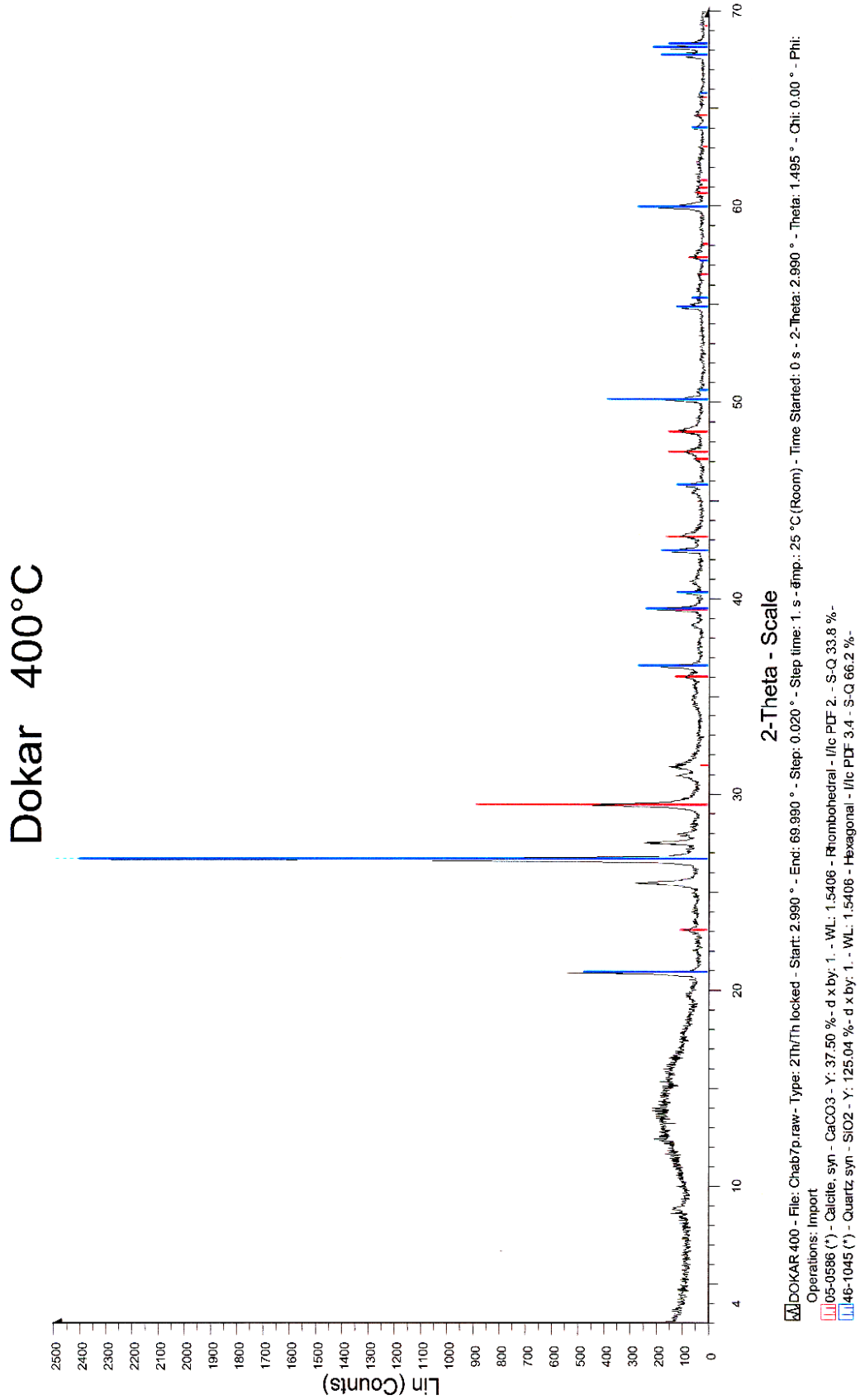
في إطار التعاون بين مخبر استغلال وتثمين الموارد الطبيعية في المناطق الجافة ومخبر URCG STRUCTURE de INSA de LYON – تم إنجاز التحاليل الكيميائية بواسطة الطيف الكميائي (Spectrochimique) لمسحوق ألياف الذكار المحروق في درجة حرارة تساوى 400 م° و النتائج موضحة في الجدول(II– 8).

جدول (II– 8) : تحاليل الكيميائية للمسحوق الألياف محروق في درجة 400 م °

PAF	P_2O_5	Tio_2	K_2O	Na_2O	Cao	Mgo	Mno	Feo_3	$Al2o_3$	S_{2O2}
18.08	0.45	0.42	2.80	1.81	14.21	4.88	0.05	2.51	6.12	48.04

نلاحظ من خلال هذه التحاليل بأن الجزء المعدني للألياف المستعملة يحتوي على نسبة كبيرة من السليس والكلس (C_aO، Sio_2).

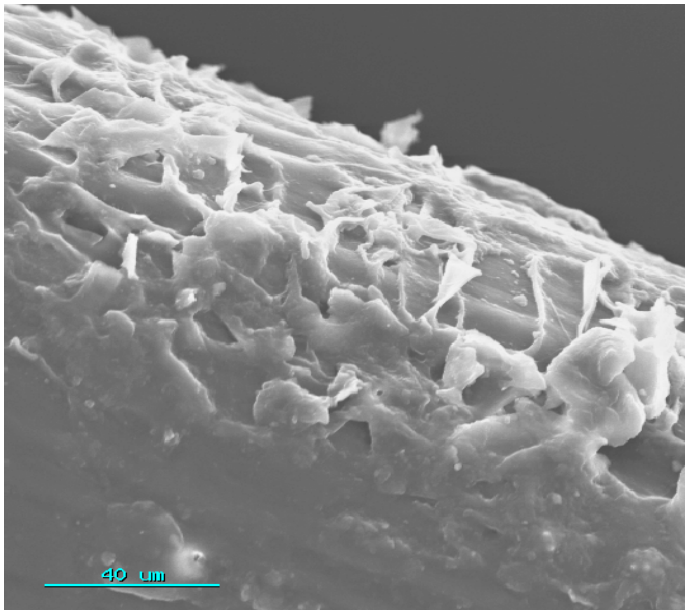
والتحاليل التي أجرية على مسحوق الذكار المحروقة في درجة 400 م° بواسطة أشعة x هي كذلك أعطيت نفس نتائج بالنسبة لكمية الكلس والسليس C_aco_3 و Sio_2 .



الشكل(II – 2) : يوضح نتائج أشعة X لمسحوق ألياف الذكار تحت درجة 400 م°

3.5.3 – البنية المجهرية للألياف نخيل التمور:

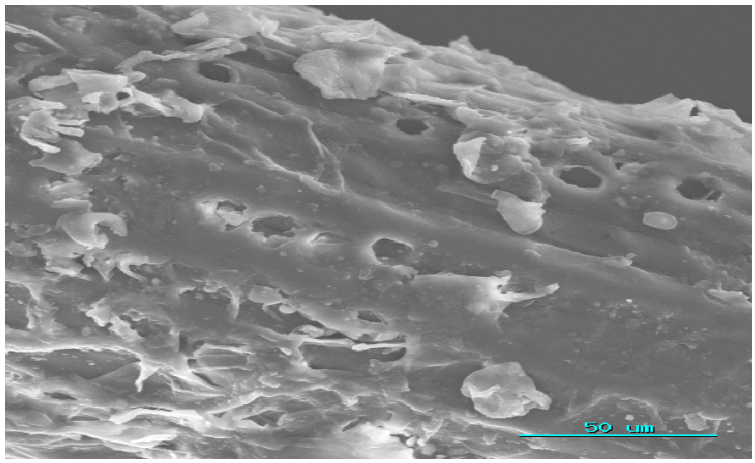
دراسة بنية ألياف نخيل التمور بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني (MEB) هي موضحة بواسطةالأشكال الموجودة في الأسفل.



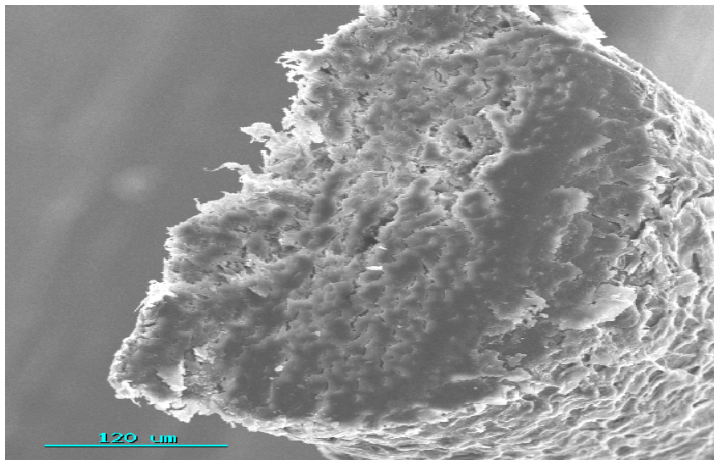
الشكل(II - 3) : منظر طولي لألياف النخيل بواسطة MEB

حسب الشكل(II - 3) نلاحظ أن بنية الألياف لا توضح أي شكل هندسي منتظم هذا يستلزم بأن ألياف نخيل التمور هي عبارة عن مركبات غير بلورية [39].

الشكل(II - 4) من خلاله نلاحظ بعض المسامات في الألياف والتي تأكد على قدرة الألياف على امتصاص نسبة كبيرة من الماء.[39]

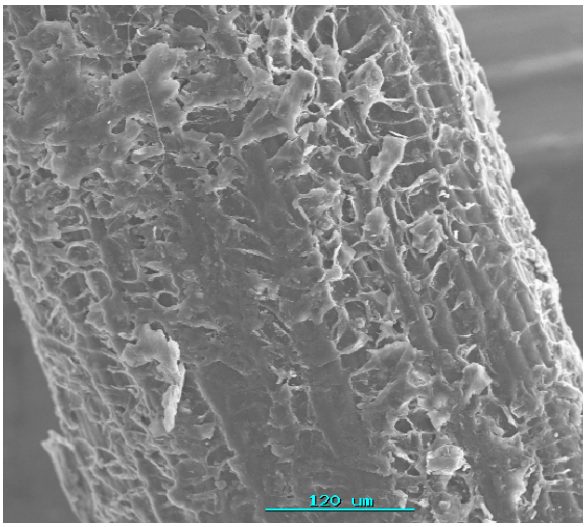


الشكل(II - 4) : منظر يوضح مسامية ألياف النخيل بواسطة MEB



الشكل (II - 5) :منظر عرضي لألياف النخيل بواسطة MEB

الشكل(II - 5) يمثل مقطع عرضي للألياف والتي توضح بأن الليف يملك مقطع مماثل لألياف الكوار وعكس ألياف السلولوز التي لها مقطع مجوف[39] [22]



الشكل(II - 6) :منظر طولي لألياف النخيل بواسطة MEB

حسب الشكل (II - 6) نلاحظ بأن الليف يملك سطح متشابك ، هذا الذي يضمن ترابط حسن بين الوجهين النسيج الخرساني– ليف[39].

4 – تركيبة خرسانة الألياف:

نستعمل تركيبة خرسانة الألياف بالطريقة التي سبق التنويه عليها في الفصل الأول وذلك اعتمادا على طريقة بارون – ليزاج المكيفة بواسطة روسي من أجل تركيبة خرسانة الألياف المعدنية. وتم تحديد التشغيل في دراستنا بواسطة مخروط أبرامس الموافق لهبوط المحصور بين 6 و 9 سم الذي يمثل التشغيل المطلوب في ورشات البناء.

1.4 – تركيبة الخرسانة الشاهدة

بالنسبة لتركيبة الخلطة الخرسانية الشاهدة (BT) أتبعنا طريقة قوريس(GORISSE) التي تستعمل كثيرا في الخلطة العادية وتهدف إلى إيجاد النسبة S/G المثلى للحصول على تشغيل امثل.

$$M = G + S + C + E \qquad (\text{II}.10)$$

$$G = M - C(1 + E/C)/(1 + S/G)$$

M:الكتلة الكلية للخرسانة الطازجة

C : كمية الأسمنت

G : كتلة الحصى

S : كتلة الرمل

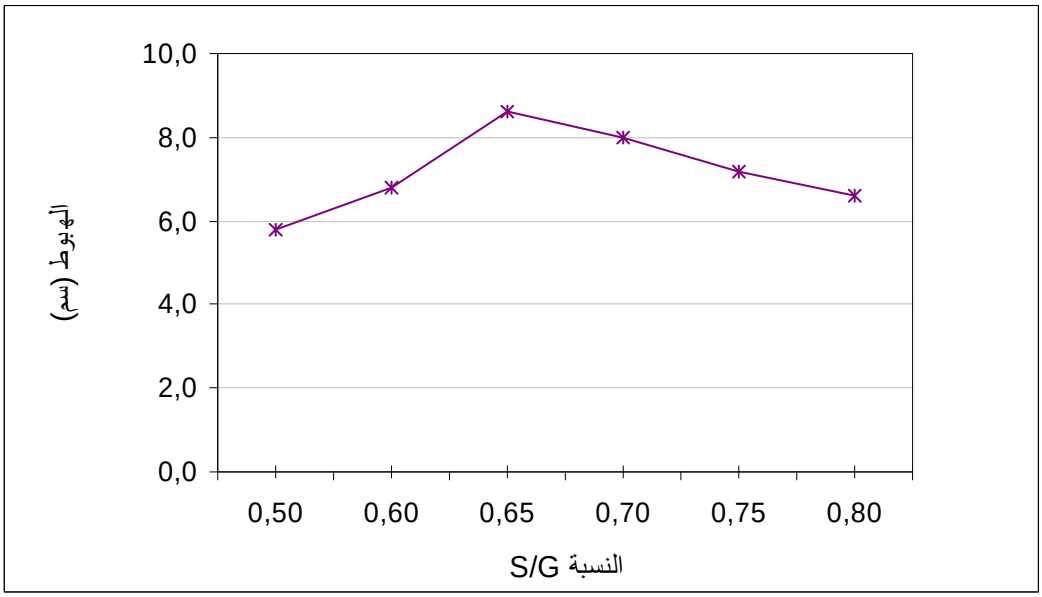
E : كمية الماء

في هذه الدراسة قمنا بتحديد كمية الأسمنت بـ 400 كغ/م^3 وذلك لأنها الكمية المستعملة في كل منشاءات الري .

- نثبت النسبة E/C في القيمة 0,55 مع استعمال كمية 0,4 % الملدن المتفوق .
- نقوم بتغير النسبة S/G وذلك حسب ما نصح به قوريس $0,58 < S/G < 0,83$
- نقيس التشغيل بمخروط برامس ونرسم المنحنى الهبوط بدلالة S/G أي $H = F(S/G)$
- نستنتج الخلطة المثلى

جدول (II– 9) : تغيرات تركيبة الخرسانة بدلالة النسبة S/G

S/G	الرمل	الحصى	الإسمنت	الماء	الملدن المتفوق
0,55	676,097	1212,903	400	220	0,4
0,60	705,000	1175,000	400	220	0,4
0,65	740,606	1139,394	400	220	0,4
0,70	774,118	1105,882	400	220	0,4
0,75	805,714	1074,286	400	220	0,4
0,80	835,556	1044,444	400	220	0,4



الشكل(II - 7) : تغيرات التشغيل بدلالة النسبة S/G للخرسانة الشاهدة

من خلال المنحني الموضح في الشكل(II - 7)، نلاحظ بان التشغيل يزداد مع الزيادة في النسبة S/G والتركيبة الركامية المفضلة للخرسانة الشاهدة (التي تعطي التشغيل الأقصى) توافق النسبة S/G=0.65

2.4 - تركيبة خلطة خرسانة ألياف نخيل الذكار

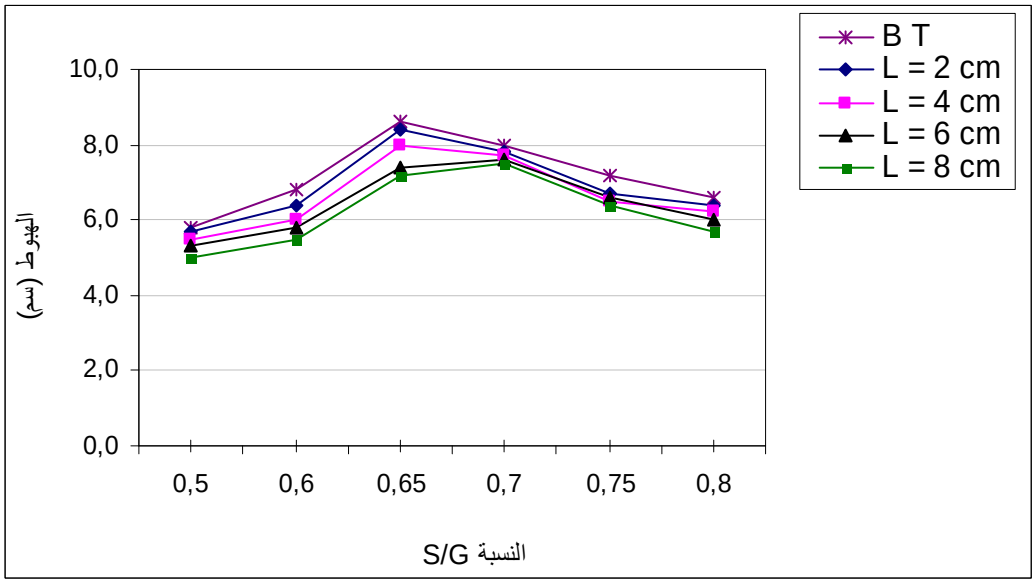
لتحديد التركيبة الركامية المفضلة لخرسانة ألياف الذكار نأخذ نفس طريقة التركيبة الركامية للخرسانة الشاهدة المفضلة ونقوم بإضافة مقادير الألياف من 0,2% إلى 0,5% بخطوة تساوي 0,1% وهاته النسبة تكون من كتلة المواد الجافة المستعملة في الخلطة وذلك لمختلف أطوال الألياف (8.6.4.2 سم) والنسبة الكتلية المستعملة من الملدن المتفوق هي 0.4 % من كمية الاسمنت الموجود في الخلطة.

جدول (II– 11) : تغيرات التشغيل بدلالة النسب المئوية للألياف من اجل مختلف الأطوال

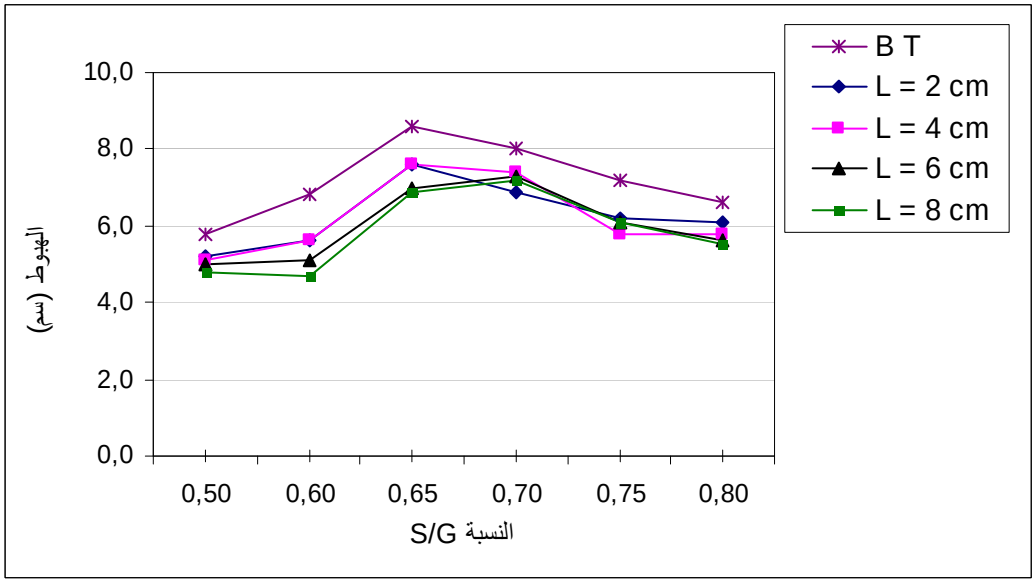
	S/G / نسبة الألياف	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
الطول الألياف	% 0.0	5.8	6.8	8.6	8.0	7.2	6.6
2 سم	% 0.2	5.7	6.4	8.4	7.8	6.7	6.4
	% 0.3	5.2	5.6	7.6	6.9	6.2	6.1
	% 0.4	5.0	5.2	7.0	6.4	5.8	5.7
	% 0.5	4.8	5.0	6.6	5.7	5.3	4.8
4 سم	% 0.2	5.5	6.0	8.0	7.7	6.5	6.2
	% 0.3	5.1	5.6	7.6	7.4	5.8	5.8
	% 0.4	4.8	5.0	6.4	7.0	5.3	5.2
	% 0.5	4.4	4.8	6.2	6.5	4.8	4.2
6 سم	% 0.2	5.3	5.8	7.4	7.6	6.6	6.0
	% 0.3	5.0	5.1	7.0	7.3	6.1	5.6
	% 0.4	4.6	5.0	6.2	6.8	5.7	5.0
	% 0.5	4.2	4.3	6.0	6.5	5.2	4.5
8 سم	% 0.2	5.0	5.5	7.2	7.5	6.4	5.7
	% 0.3	4.8	4.7	6.9	7.2	6.1	5.5
	% 0.4	4.5	4.3	6.2	6.6	5.5	4.9
	% 0.5	4.0	3.9	5.8	6.3	5.0	4.3

من خلال الجدول(II - 10)و الأشكال ((II - 7)، (II - 8)، (II - 9)، (II - 10)، (II - 11)) نلاحظ أنه من اجل النسبة 0.2 % من الألياف مع مختلف الأطوال أن كل من الطولين 2، 4 سم تحتفظ الخرسانة دائماً بنفس التركيبة الركامية المثلى المتحصل عليها بالنسبة للخرسانة الشاهدة (S/G=0.65).

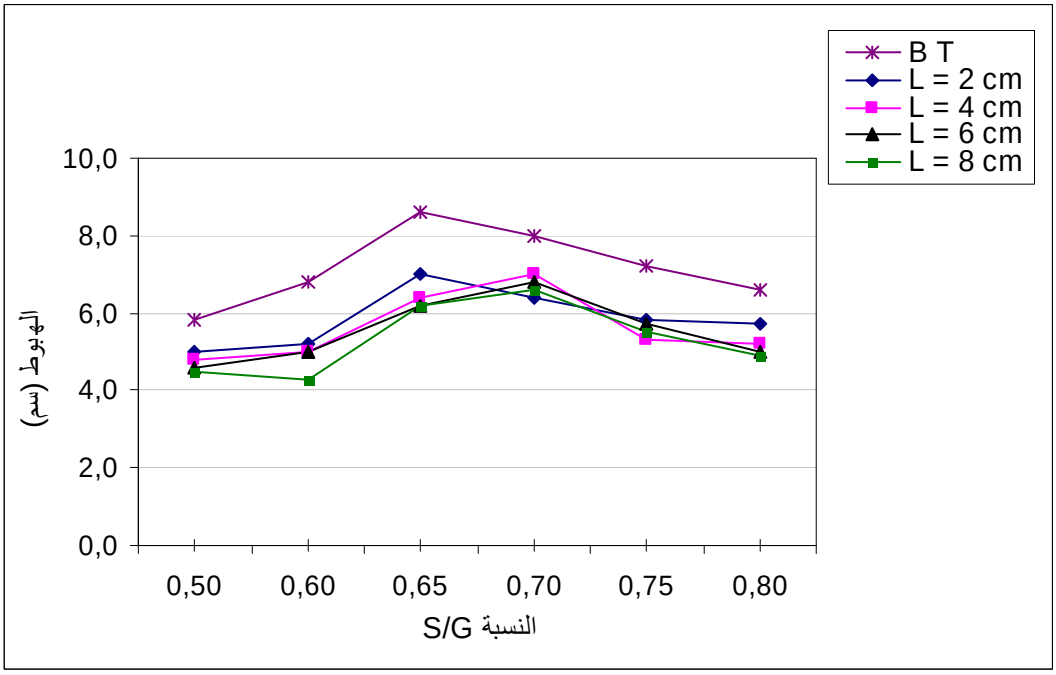
أما الأطوال 6،8 سم نلاحظ بان التركيبة الركامية المثلى تتغير من S/G = 0.65 الى S/G= 0.70.



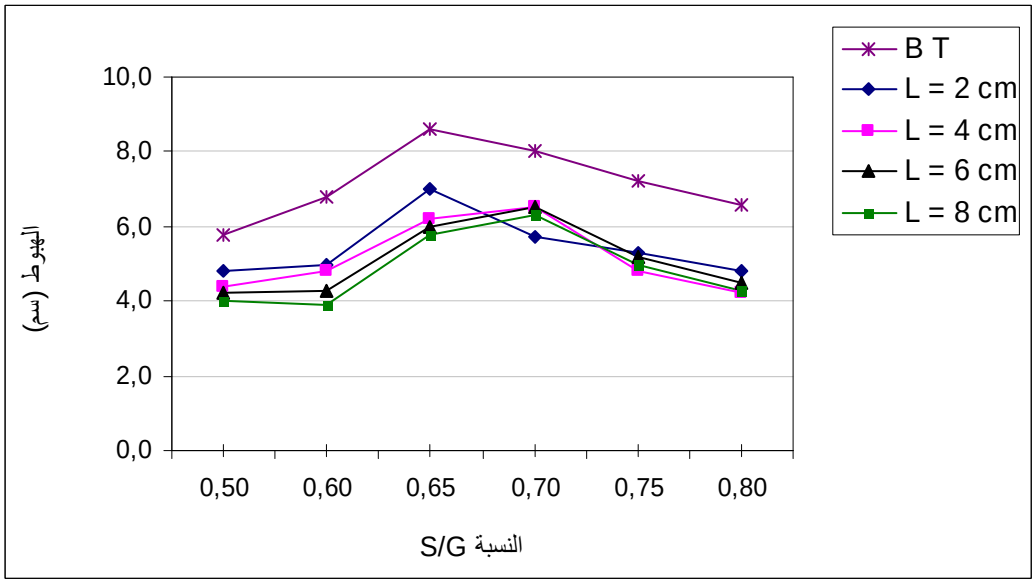
الشكل(II - 8) : تغيرات التشغيل بدلالة النسبة S/G من أجل النسبة 0.2 % من الألياف



الشكل(II - 9) : تغيرات التشغيل بدلالة النسبة S/G من أجل النسبة 0.3 % من الألياف



الشكل(II - 10) : تغيرات التشغيل بدلالة النسبة S/G من أجل النسبة 0.4 % من



الشكل(II - 11) : تغيرات التشغيل بدلالة النسبة S/G من أجل النسبة 0.5 % من الألياف

من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ بان التركيبة الركامية المثلى الموحدة المشتركة بين مختلف الخرسانات المدروسة توافق النسبة المفضلة S/G = 0.70.

والجدول (II–11) يوضح تركيبة الخرسانة الشاهدة الموحدة والمعتمدة في هذه الدراسة.

جدول (II–11): يوضح تركيبة الخرسانة الشاهدة المعتمدة

المواد المستعملة في الخرسانة	الكمية
الاسمنت	400 (كغ/م^3)
الرمل	774.60 (كغ/م^3)
الحصى	1105.88 (كغ/م^3)
الماء	200 (لتر/م^3)
الملدن المتفوق	% 0.4

5 – الخلاصة :

نستخلص من خلال هذا الفصل مايلي :

- من خلال التجارب المنجزة على الركام المحلي المستعمل تبين أن نوعيته جيدة ويمكن أن يستعمل في خرسانة ذات نوعية جيدة .
- الإسمنت المستعمل هو الإسمنت البورتلاندي عادي من النوع CPJ 45 ذات وزن نوعي أقل من المتوسط المعتاد للإسمنت ونعومة عالية .
- ماء الخلطة هو ماء حنفية المخبر صالح للشرب .
- الملدن المستعمل هو عبارة عن سائل يقلل من كمية الماء الخلطة ويحافظ على النسبة E/C ثابتة وهو ملدن متفوق ذو نوع (MEDAPLAST- SP).
- الألياف المستعملة هي ألياف نخيل الذكار التي تنمو في مدينة ورقلة حيث لها قدرة عالية على امتصاص الماء ولها مقاومة متوسطة لقوى الشد .
- أما بالنسبة لطريقة تركيبة خرسانة ألياف الذكار المستعملة فهي تختلف على الطريقة المستعلمة للألياف الفولاذية وذلك راجع إلى أن الألياف مرنة جداً ولها سعة امتصاص كبيرة للماء.
- طول وكمية ألياف الذكار يؤثران على التشغيل وتركيبة الهيكل الحبيبي للخرسانة ومنه نستنتج بأن تركيبة الخرسانة الشاهدة مختلفة تماما على تركيبة خرسانة الالياف .

1- المقدمة :

تعد الخصائص الميكانيكية لمادة ما من الخصائص الهامة في تمييزها. و بعد تعريف خرسانة ألياف نخيل التمور في الحالة الطازجة ثم تحديد التركيبة المثلى للركام التي تعتمد على التشغيل الجيد.

في هذا الفصل سنتطرق إلى الخصائص الميكانيكية لخرسانة ألياف نخيل الذكار آخذينا بالحسبان تأثير كمية وطول الألياف وذلك لمختلف أوساط الحفظ على خصائص هذا المركب.

علماً أن ألياف نخيل الذكار قد استعملت بأطوال وكميات مختلفة وهي على الترتيب (2 ،4 ، 6، 8 سم) و(0.2، 0.3، 0.4 و0.5%).

2- تفاصيل البرامج التجريبية:

1.2 - تركيبة الخرسانة:

لقد اتبعنا طريقة Gorisse من اجل الخرسانة الشاهدة وطريقة Baron - Lesage المكيفة بواسطة Rossi من أجل تركيبة خرسانة الألياف الفولاذية وذلك كما هو موضح في الفصل السابق.والعينات المتحصل عليها من خلال القوالب يتم حفظها في وسطين مختلفين وذلك لمدة 28 يوم قبل إجراء أي تجربة عليها. وسطي الحفظ هما :

- الهواء الطلق
- نسيج الجوت المسقي مرتين في يوم والذي يستعمل لتغطية العينات .

ملاحظة :

تتميز منطقة ورقلة بالمناخ الحار والجاف حيث يبلغ المتوسط السنوي للأمطار 40 مم وبارتفاع نسبة التبخر وهذا راجع لدرجة الحرارة العالية حيث سجل المتوسط السنوي بـ 22.7 م° وتصل درجة الحرارة في فصل الصيف إلى 44.27 م°. الفترة التي أجريت فيها الدراسة امتدت من شهر ماي إلى شهر أكتوبر أي خلال فصل الصيف، والجدول الموالى يبين العوامل المناخية لمنطقة ورقلة في هذا الفصل.

جدول(III-1) : يوضح المعطيات المناخية لمنطقة ورقلة في فصل الصيف لسنة 2002 [40]

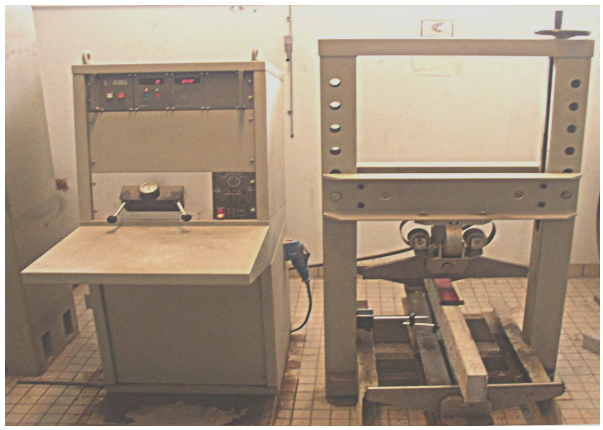
الأشهر / المعطيات المناخية	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
درجة الحرارة القصوى (م°)	39.8	43.2	42.2	37.6	30.7	23.6
درجة الحرارة المتوسطة (م°)	31.5	34.3	33.6	29.8	23.4	16.6
درجة الحرارة الدنية (م°)	23.2	25.3	25.0	22.0	16.0	9.6
نسبة الرطوبة (%)	28.5	24.4	26.4	34.4	47.6	56.5
سرعة الرياح(كيلومتر/الساعة)	16.02	13.43	10.8	10.33	08.86	08.06

2.2- طرق التجارب:

1.2.2- تجربة الانحناء بأربع نقاط :

تجربة الانحناء تم تنفيذها على عينات(5×10×120) أي لها مقطع مستطيل 5×10 سم،وتمتلك طول 120سم، البعد بين المسندين 100سم، لقد تمت تجربة الانحناء بأربع نقاط على آلة انحناء من نوع (CONTROLS) وذلك وفقا للجهاز المبين في الشكل (III-1). الجهاز مزود بمسندين متحركين في الأسفل لكي توضع عليهما العينات والجزء العلوي يتحرك نحو الأسفل بواسطة الضغط الهيدروليكي إلي غاية أن يلمس المسند الحديد الصلب الموجود فوق العينة وذلك لتقسيم الحمولة إلى قسمين ويتم قراءة الحمولة مباشرة من الآلة.

الحمولة المطبقة على العينة بطريقة مستمرة مع سرعة تساوي 0.5 كيلونيوتن/دقيقة إلى غاية الانهيار [35] [37].



الشكل (III-1): تجربة الانحناء بأربعة نقاط

نفذت تجربة الانحناء وفقا للمعيار NFP18-407 ومقاومة الانحناء تعطى بالعلاقة التالية[35]

$$\sigma_F = 6\,M / bh^2 \qquad (\text{III}.1)$$

σ_F : مقاومة الانحناء (بالميغا باسكال)

M : العزم الأقصى في الانحناء

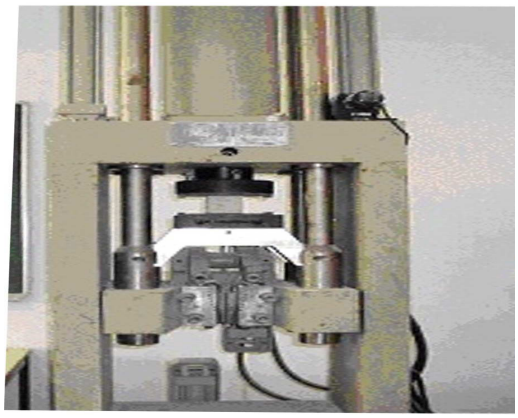
b : عرض العينة

h : ارتفاع العينة (h=10سم)

2.2.2 - تجربة الضغط:

تم إنجاز تجربة الضغط على عينات ذات شكل مكعب7 × 7 × 7 سم وباستعمال آلة للضغط من نوع (CONTROLS) لها هيكل حديدي صلب يحتوي على صفيحتين لسحق العينات.

توضع العينة بين الصفحتين حيث تكون في مركزيهما والحمولة المطبقة عليها مستمرة وبسرعة 5 كيلو نيوتن/ دقيقة إلى غاية انهيار العينة [36] [37].



الشكل(III-2) : يوضح تجربة الضغط

تجربة الضغط أنجزت وفقا للمعيار NF P18-406 مقاومة الضغط تعطى بالعلاقات التالية:

$$\sigma_C = (F / S) \qquad (III.2)$$

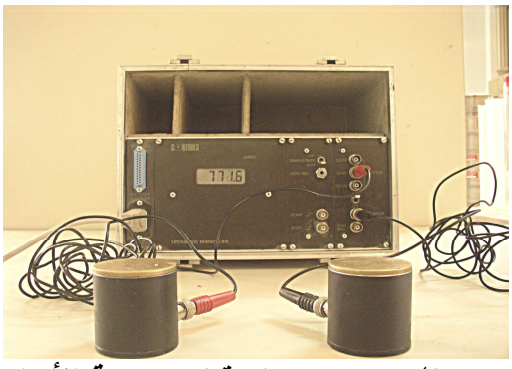
σ_C : مقاومة الضغط

F : حمولة الانهيار

S : المقطع العرضي للعينة (7×7سم)

3.2.2 – تجربة الأمواج الفوق الصوتية :

هذه تجربة جد مهمة تسمح لنا بمعرفة عدة خصائص للخرسانة الصلبة بدون تكسير وتعتمد أساساً على قياس سرعة انتشار الأمواج الطولية الفوق صوتية داخل قطعة خرسانية وذلك بمساعدة جهاز يتكون من علبة قياس صغيرة تسجل الزمن ويمتد منها سلكان طويلان في رأس كليهما قطعة اسطوانية ذات سطح مستوى (مرسل ومستقبل) انظر الشكل (III-3) [36] .



الشكل (III - 3): يوضح جهاز قياس سرعة الأمواج فوق

هناك طريقتين من الممكن استعمالها في قياس سرعة الأمواج الصوتية وهما:

- قياس مباشر
- قياس غير مباشر(قياس على السطح)

1.3.2.2 – الطريقة المباشرة:

الطريقة المباشرة هي من أحسن الطرق المستعملة ويكون فيها المرسل والمستقبل متقابلين وذلك حسب الشكل (III-4). ويجب أن يكون سطح الخرسانة مستوى ونظيف ، مباشرة عند تشغيل الجهاز نقرأ زمن مرور الأمواج الصوتية وتعطى سرعة الأمواج الصوتية بالعلاقة التالية :

$$V = (D / T) \qquad (III.3)$$

V : سرعة الأمواج فوق صوتية بـ (م/ثا)

D : المسافة بين المستقبل والمرسل (م)

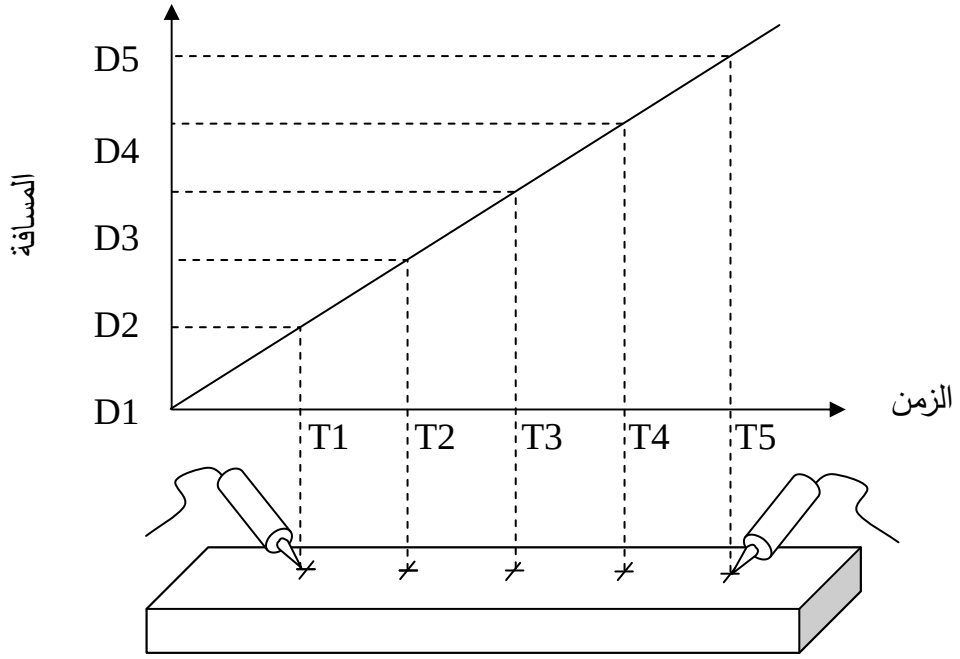
T : زمن مرور الأمواج في القطعة الخرسانية بـ (ثا)

الشكل(III-4) : قياس الأمواج الصوتية بالطريقة المباشرة

2.3.2.2 – الطريقة غير المباشرة :

تستعمل الطريقة غير المباشرة على جميع أجزاء المنشاءات والعينات ولكن أكثر استعمالاتها على الأسقف والعناصر ذات الطول الكبير. تتم هذه الطريقة بتثبيت المرسل على نقطة معينة والمستقبل ينتقل بانتظام على مسافات متساوية ، بعد تسجيل الزمن نتحصل على متتالية من القيم الموافقة إلى عدد النقاط المشار إليها سابقا على القطعة الخرسانية ثم نقوم برسم الخط المستقيم المتوسط الذي يربط بين المسافة والزمن أنظر الشكل(III-5) [36].

من خلال حساب ميل هذا المستقيم نستنتج سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية للعينات الخرسانية.



الشكل (**III - 5**): الطريقة المباشرة لقياس الأمواج الصوتية

3- النتائج والمناقشة:

1.3 - مقاومة الانحناء

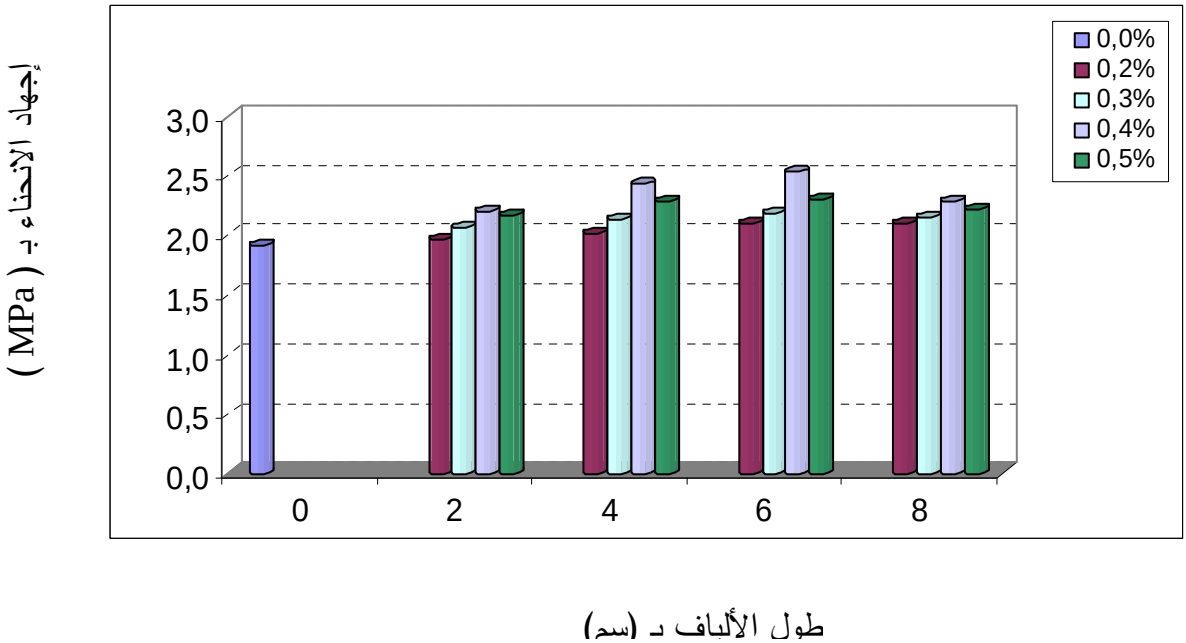
الجدول (III-2) يبين تغييرات مقاومة الانحناء بدلالة النسبة الكتلية للألياف لمختلف الأطوال ومختلف أوساط الحفظ .

جدول(III-2) : تغيرات مقامة الانحناء بدلالة النسب الكتلية للألياف لمختلف الأطوال وأوساط الحفظ

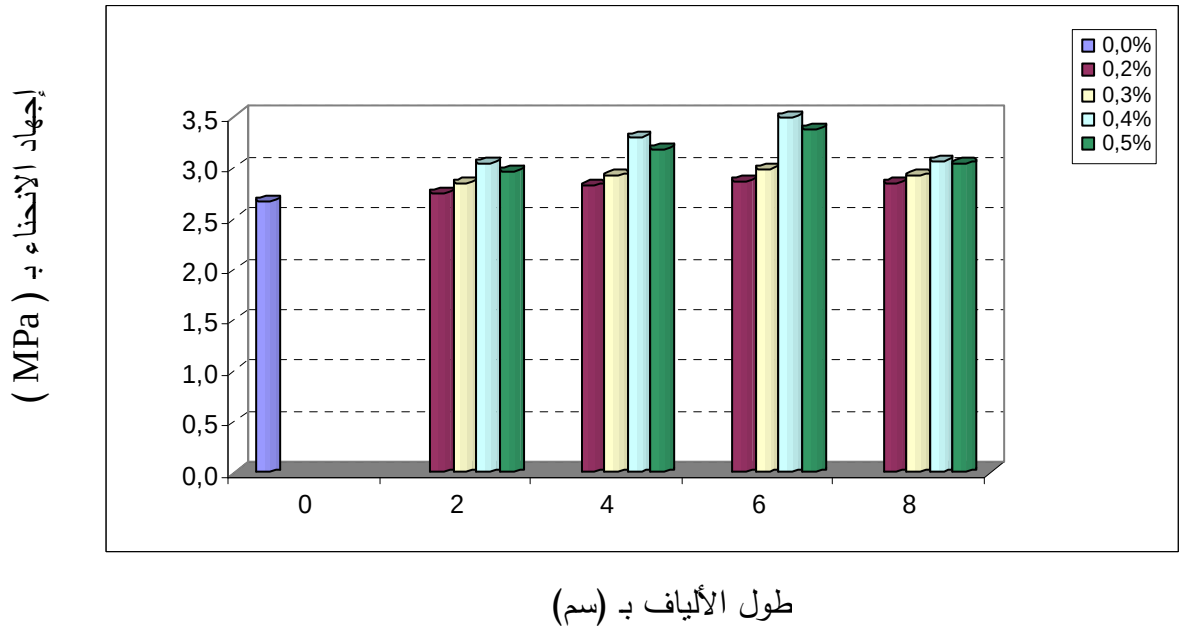
نسبة الألياف		%0	%0.2	%0.3	%0.4	%0.5
طول الألياف	أوساط المعالجة	مقاومة الانحناء ميغا باسكال (MPa)				
2 (سم)	B C	2,67 ± 0.34	2,75 ± 0.26	2,85 ± 0.44	3,05 ± 0.48	2,97 ± 0.29
	B L	1,92 ± 0.22	1,97 ± 0.21	2,07 ± 0.30	2,20 ± 0.31	2,17 ± 0.40
4 (سم)	B C	2,67 ± 0.34	2,82 ± 0.43	2,92 ± 0.53	3,30 ± 0.58	3,18 ± 0.43
	B L	1,92 ± 0.22	2,02 ± 0.19	2,13 ± 0.28	2,43 ± 0.43	2,28 ± 0.31
6 (سم)	B C	2,67 ± 0.34	2,87 ± 0.37	2,98 ± 0.36	3,50 ± 0.53	3,38 ± 0.24
	B L	1,92 ± 0.22	2,10 ± 0.22	2,18 ± 0.25	2,53 ± 0.27	2,30 ± 0.36
8 (سم)	B C	2,67 ± 0.34	2,85 ± 0.29	2,92 ± 0.49	3,07 ± 0.36	3,03 ± 0.55
	B L	1,92 ± 0.22	2,10 ± 0.33	2,15 ± 0.22	2,28 ± 0.35	2,22 ± 0.41

BL : في الهواء الطلق

BC : مغطاة بنسيج الجوت ومسقية مرتين في اليوم



الشكل (III - 6) : تغيرات مقاومة الانحناء بدلالة النسبة المئوية بالكتلة للألياف ولمختلف الأطوال للخرسانة في الهواء الطلق



الشكل (III - 7) : تغيرات مقاومة الانحناء بدلالة النسبة المئوية بالكتلة للألياف ولمختلف الأطوال لخرسانة مغطاة بنسيج الجوت

من خلال الأشكال [(III - 6)، (III - 7)] نستنتج أن مقاومة الانحناء لخرسانة ألياف الذكار تزداد مع زيادة كمية الألياف وطولها إلى غاية الوصول إلى الطول والنسبة المئوية للألياف الأمثلين ثم تبدأ في التناقص وذلك راجع إلي نقص مقاومة الترابط بين الوجهين خرسانة– ألياف وكذلك ظهور ظاهرة تشابك الألياف في الخرسانة مما أدي إلى تناقص مقاومة الانحناء . ونلاحظ أيضاً تناقص في مقاومة الانحناء للعينات المعالجة في الهواء الطلق بالنسبة للعينات المغطاة بواسطة نسيج الجوت والمسقي مرتين في اليوم حيث هذا التناقص سببه أن عملية ترطيب الخرسانة تعطي الماء اللازم لاماهة الاسمنت التي تعوض كمية الماء المتبخرة بواسطة ارتفاع درجة الحرارة و بالعكس العينات المعرضة لدرجة حرارة كبيرة و رطوبة منخفضة تفقد كمية كبيرة من الماء مما يعيق عملية اماهة الاسمنت وظهور مسامية كبيرة في الخرسانة وهذه النتائج توافق نتائج الباحثين [13] [23] [41].

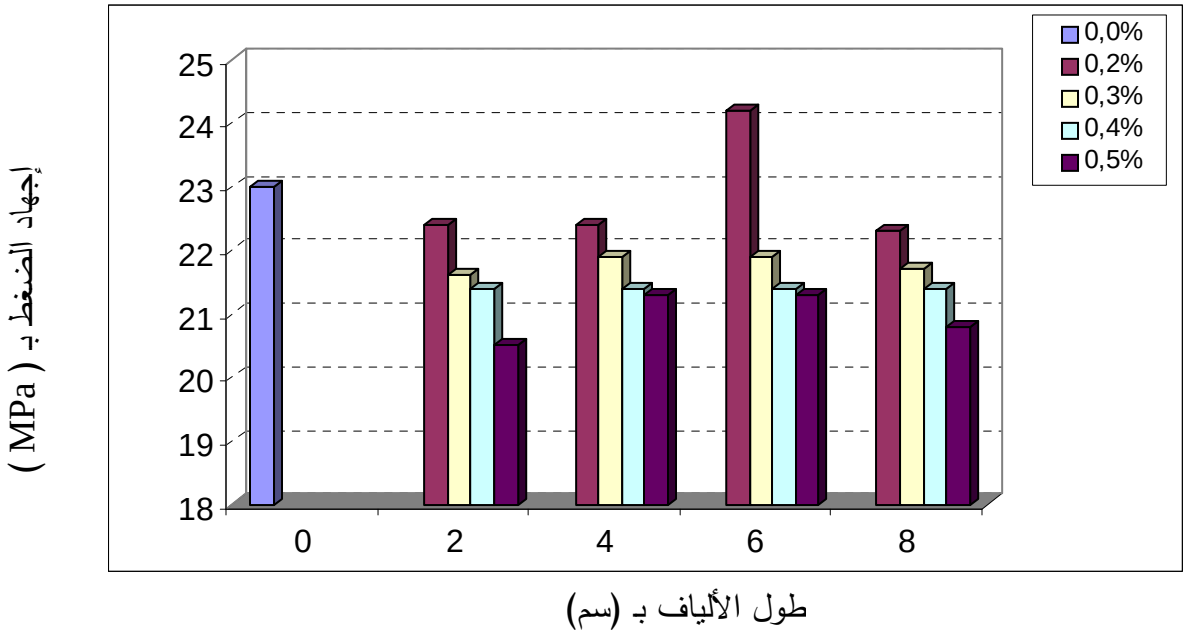
ومنه نستنتج أن خرسانة الألياف الأحسن مقاومة من حيث الانحناء هي ذات الطول 6 سم والنسبة الكتلية 0.4 % لمختلف أوساط الحفظ.

2.3– مقاومة الضغط:

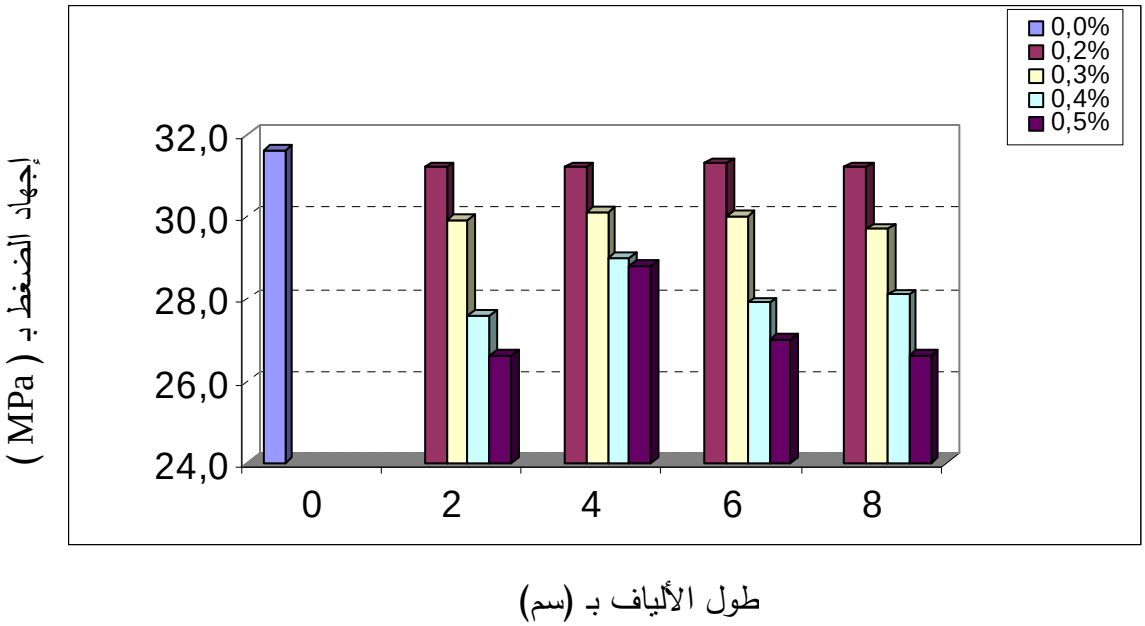
نتائج تجربة الضغط لمختلف نسب الألياف ولمختلف الأطوال وأوساط المعالجة موضحة في الجدول(III –3).

جدول(III –3) : تغييرات مقاومة الضغط بدلالة نسبة الألياف الكتلية ومختلف الأطوال وأوساط المعالجة.

نسبة الألياف		%0	%0.2	%0.3	%0.4	%0.5
طول الألياف	أوساط المعالجة	المقاومة المتوسطة لضغط بالميغا باسكال (MPa)				
2 (سم)	B C	31,6 ± 3.1	31,2 ± 3.2	29,9 ±3.4	27,6 ± 3.3	26,6 ± 4.4
	B L	23,0 ± 2.5	22,4 ±2.9	21,6 ±3.3	21,4 ± 3.1	20,5 ± 3.6
4 (سم)	B C	31,6 ± 3.1	31,2 ± 3.7	30,1 ±2.8	29,0 ± 3.5	28,8 ± 3.1
	B L	23,0 ± 2.5	22,4 ± 3.0	21,9 ±3.1	21,4 ± 2.6	21,3 ± 2.2
6 (سم)	B C	31,6 ± 3.1	31,3 ± 3.6	30,0 ±3.2	27,9 ± 2.5	27,0 ± 2.8
	B L	23,0 ± 2.5	24,2 ± 3.0	21,9 ±2.9	21,4 ± 3.0	21,3 ± 2.0
8 (سم)	B C	31,6 ± 3.1	31,2 ± 3.4	29,7 ±3.6	28,1 ± 3.2	26,6 ± 3.1
	B L	23,0 ± 2.5	22,3 ± 3.1	21,7 ±2.8	21,4 ± 2.9	20,8 ± 2.6



الشكل (III - 8) : تغيرات مقاومة الضغط بدلالة النسبة المئوية بالكتلة للألياف ولمختلف الأطوال للخرسانة المحفوظة في الهواء الطلق



الشكل (III - 9) : تغيرات مقاومة الضغط بدلالة النسبة المئوية بالكتلة للألياف ولمختلف الأطوال للخرسانة المغطاة بنسيج الجوت

من خلال الأشكال [(III - 8)، (III - 9)] نستنتج أن مقاومة الضغط تتناقص مع الزيادة في النسبة المئوية للألياف لمختلف الأطوال. ونلاحظ كذلك تناقص كبير في مقاومة الضغط بالنسبة للعينات المعالجة في الهواء الطلق مقارنة بالعينات المغطاة بنسيج الجوت والمسقي مرتين في اليوم وهذا الفرق راجع إلى أن عملية تغطية وسقى العينات في الأوساط الحارة يمنع التبخر السريع للماء ويوفر رطوبة جيدة للخرسانة مما تساعد على عملية اماهة الأسمنت وبالتالي يحدث التماسك الجيد للخرسانة وذلك لأن الزيادة في نسبة الألياف تزيد من نسبة الفراغات في الخرسانة وبالتالي تضعف من مقاومة الضغط وهذه النتائج قد توصل إليها الباحثين [42].[43].[44].

3.3 – سرعة انتشار الأمواج الفوق الصوتية :

الجدولان (III - 4)، (III - 5) يعطيان تغيرات سرعة انتشار الأمواج الصوتية بدلالة نسبة وطول الألياف وذلك لمختلف أوساط الحفظ .

ملاحظة :

في هذا البحث استعملاً الرموز التالية:

BLD : خرسانة في الهواء الطلق باستعمال الطريقة المباشرة

BCD : خرسانة مغطاة باستعمال الطريقة المباشرة

BLID : خرسانة في الهواء الطلق باستعمال الطريقة غير المباشرة

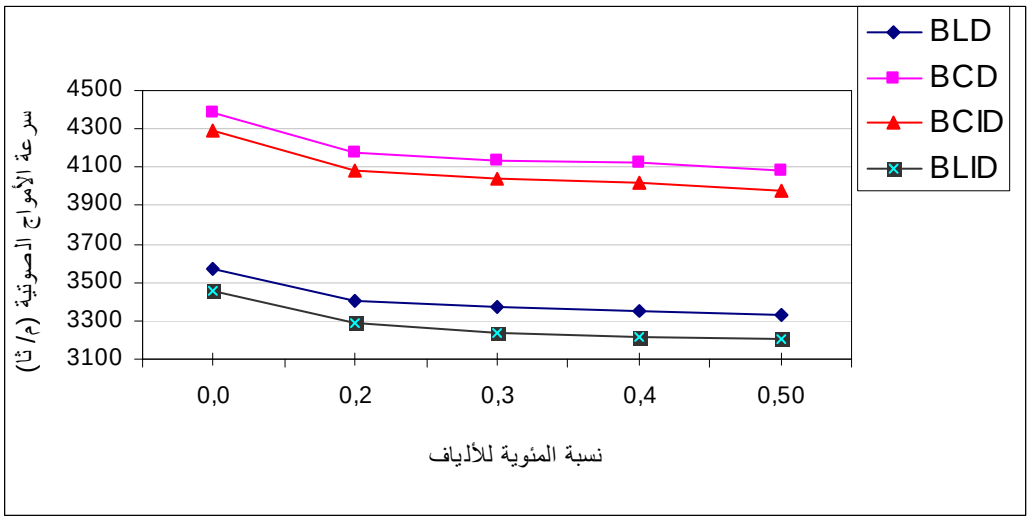
BCID : خرسانة مغطاة باستعمال الطريقة غير المباشرة

جدول(III - 4) : يوضح تغيرات السرعة المتوسطة الانتشار الأمواج الصوتية باستعمال الطريقة المباشرة

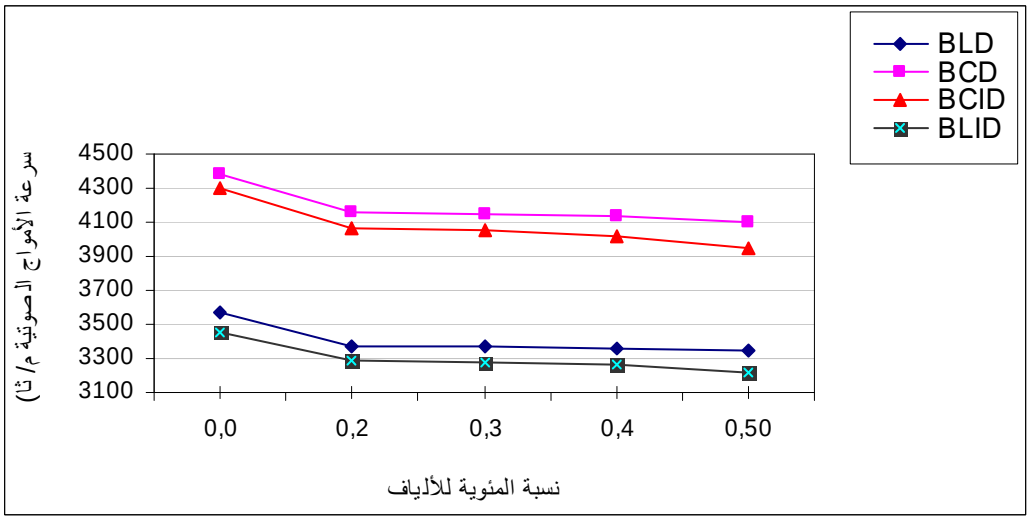
نسبة الألياف		%0	%0.2	%0.3	%0.4	%0.5
طول الألياف	أوساط المعالجة	سرعة انتشار الأمواج الصوت (م/ثا)				
2(سم)	BLD	3571,43 ± 101	3404,83 ± 103	3380,66 ± 121	3351,21 ± 119	3336,67 ± 107
	BCD	4382,12 ± 112	4185,85 ± 108	4151,10 ± 126	4123,71 ± 130	4101,72 ± 113
4(سم)	BLD	3571,43 ± 101	3397,89 ± 100	3368,13 ± 101	3346,72 ± 110	3331,11 ± 102
	BCD	4382,12 ± 112	4177,11 ± 114	4139,07 ± 117	4120,31 ± 115	4079,97 ± 113
6(سم)	BLD	3571,43 ± 101	3372,68 ± 110	3368,13 ± 102	3355,70 ± 105	3344,48 ± 115
	BCD	4382,12 ± 112	4158,46 ± 116	4144,22 ± 113	4130,52 ± 109	4105,09 ± 120
8(سم)	BLD	3571,43 ± 101	3364,74 ± 118	3359,09 ± 111	3340,01 ± 100	3304,69 ± 119
	BCD	4382,12 ± 112	4149,38 ± 122	4132,23 ± 124	4111,84 ± 104	4066,78 ± 131

جدول(III - 5) : يوضح تغيرات السرعة المتوسطة للانتشار الأمواج الصوتية باستعمال

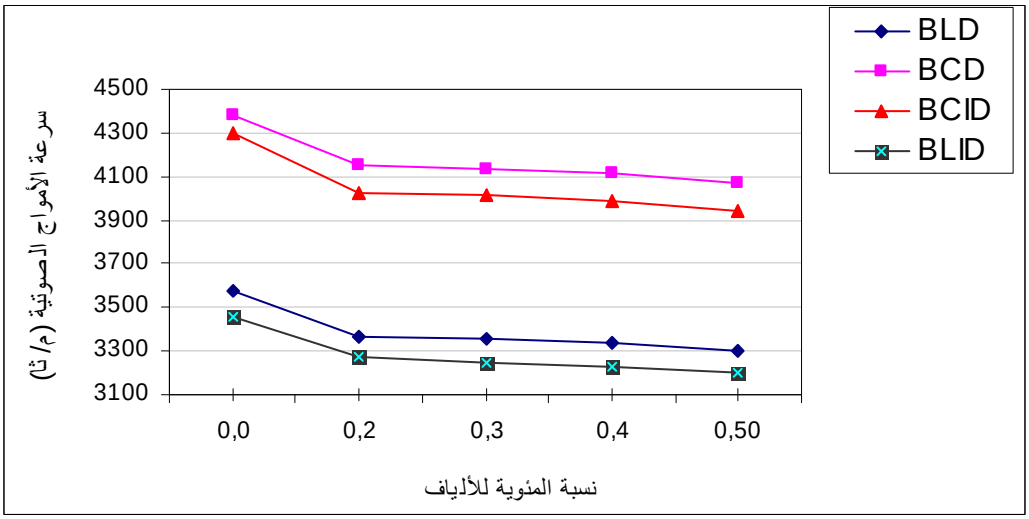
الفصل الثالث ـــــــ



الشكل (III - 11) : تغيرات سرعة الأمواج فوق الصوتية بدلالة نسبة الألياف بالكتلة ذات الطول4 سم



الشكل (III - 12) : تغيرات سرعة الأمواج فوق الصوتية بدلالة نسبة الألياف بالكتلة ذات الطول6 سم



الشكل (III - 13) : تغيرات سرعة الأمواج فوق الصوتية بدلالة نسبة الألياف بالكتلة ذات الطول 8 سم

انطلاقا من الأشكال[(III - 14)، (III - 15)، (III - 16)، (III - 17)] نلاحظ بان سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية لخرسانة ألياف الذكار في كلتا الطريقتين المستعملتين تتناقص مع الزيادة في نسبة الألياف. وهذا يبين زيادة الفراغات في الخرسانة بدلالة زيادة نسبة الألياف.

كما نلاحظ تناقص في سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية للعينات المعالجة في الهواء الطلق مقارنة بالعينات المغطاة بنسيج الجوت والمسقية مرتين في كل يوم وهذا بسبب زيادة الفراغات في الخرسانة وذلك بفعل التبخر السريع لماء الخلطة. وبالتالي نتحصل على خرسانة اقل تماسكاً في الهواء الطلق مما يؤكد نقصان مقاومة الانحناء ومقاومة الضغط في مثل هذه الأجواء مقارنة مع الخرسانة المحفوظة في الأجواء الرطبة.

4.3 – معامل المرونة الديناميكي :

من خلال سرعة الانتشار الأمواج فوق الصوتية في الخرسانة نستطيع حساب معامل المرونة الديناميكي وذلك بالعلاقة التالية: [36]

$$E_d = \rho V^2 \times (1+\nu)(1-2\nu)/(1-\nu) \qquad (\text{III}.4)$$

E_d:معامل الليونة الديناميكي

ρ :الكتلة الحجمية للخرسانة (كغ/م^3)

ν :معامل بواسن

V:سرعة انتشار الأمواج الصوتية

النتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول(III – 6).

جدول (III – 6) تغيرات معامل المرونة الديناميكية بدلالة نسبة الألياف

نسبة الألياف		%0	%0.2	%0.3	%0.4	%0.5
طول الألياف	أوساط المعالجة	معامل المرونة الديناميكي بالجيغا باسكال (GPa)				
2 (سم)	B L	27,0	24,2	23,5	22,8	22,2
	B C	40,7	36,5	35,5	34,5	33,6
4 (سم)	B L	27,0	24,1	23,4	22,7	22,1
	B C	40,7	36,4	35,3	34,4	33,2
6 (سم)	B L	27,0	23,7	23,4	22,8	22,3
	B C	40,7	36,0	35,4	34,6	33,6
8 (سم)	B L	27,0	23,6	23,2	22,6	21,8
	B C	40,7	35,9	35,2	34,3	33,0

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (III– 6)، نلاحظ أن معامل المرونة الديناميكية تناقص مع زيادة نسبة الألياف في الخرسانة وهذا راجع إلى أن الألياف أقل صلابة من الخرسانة لوحدها وإضافة الألياف تسبب إضعاف في صلابة المركب الخرساني.

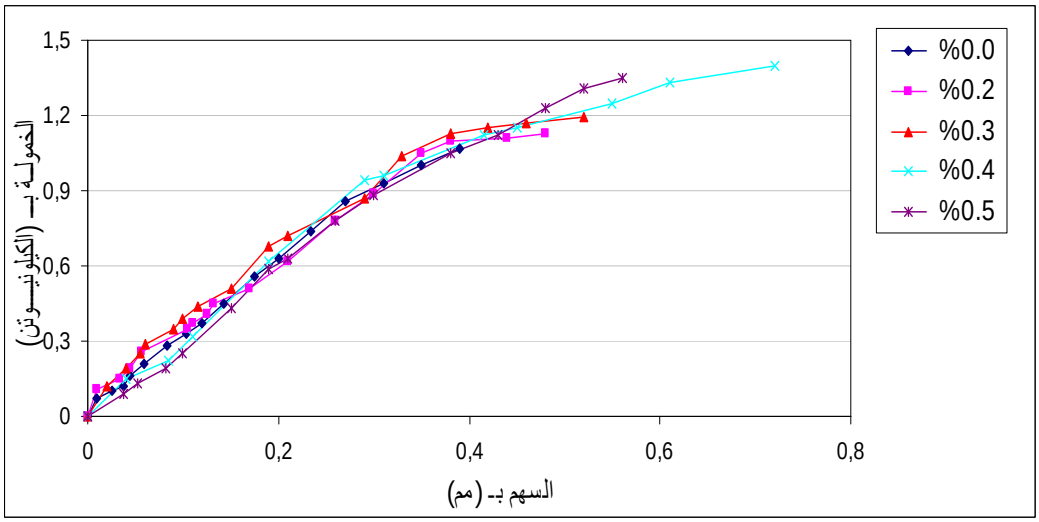
نلاحظ كذلك تناقص في معامل المرونة الديناميكية للعينات المعالجة في الهواء الطلق مقارنة بالمغطاة بنسيج الجوت وهذا بسبب التبخر السريع لماء الخلطة الخرسانية الذي يؤدي إلى زيادة نسبة الفراغات في النسيج الخرساني [43][44] .

5.3 – منحنيات حمولة – انتقال:

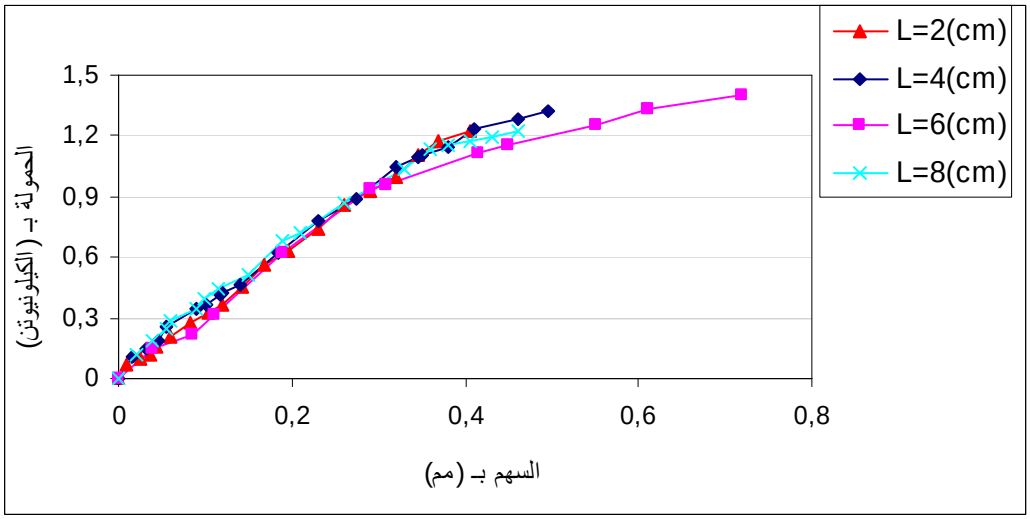
أنجزت منحنيات حمولة – انتقال على نفس العينات التي تم من خلالها دراسة مقاومة الانحناء (5 × 10 × 120سم) ونقوم بتثبيت مقرن دقته 0.01 مم في الجهة السفلية للعينات المدروسة وذلك وفقا للشكل (III– 14).

الشكل(III-14) : تجربة حمولة – انتقال لخرسانة الألياف

نتائج منحنيات حمولة – انتقال ملخصة في الأشكال التالية:



الشكل(III-15) : منحني حمولة – انتقال لخرسانة الألياف ذات الطول 6 سم لمختلف النسب المئوية

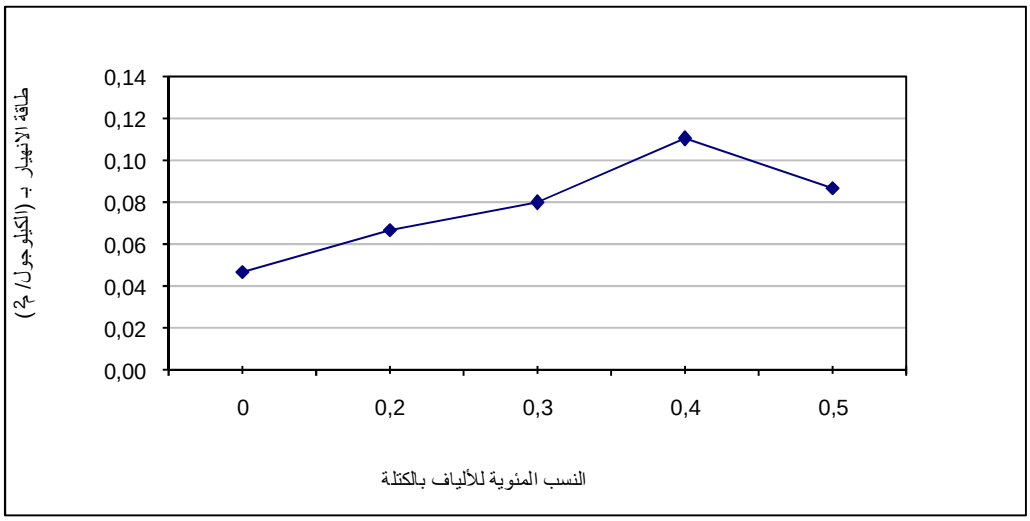


الشكل(III- 16) : منحنى حمولة – انتقال لخرسانة الألياف ذات النسبة 0.4 % لمختلف الأطوال

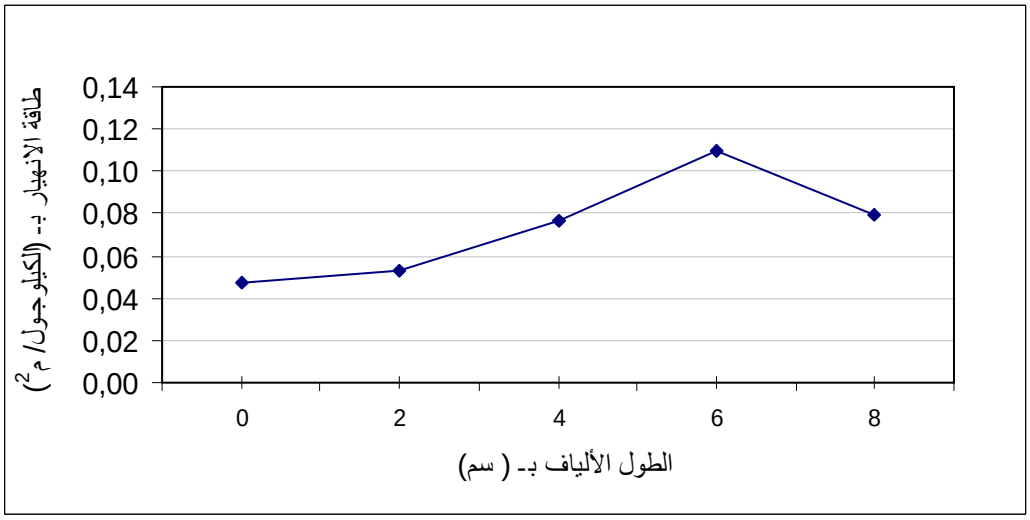
من خلال هذه المنحنيات المتحصل عليها في الشكلين(III - 15)، (III - 16) يتبين لنا أن انهيار العينات يتعلق بنسبة وطول الألياف وحمولة الانهيار تبلغ قيمة قصوى من اجل النسبة 0.4 % والطول 6 سم ثم تتناقص عند النسبة 0.5 % وذلك بسبب ظاهرة تشابك الألياف التي تؤثر على تشغيل الخرسانة وتؤدي كذلك إلى تغير بنية الهيكل الخرساني وبالتالي نحصل على خرسانة اقل تماسكاً وصلابة هذه الملاحظة قد تم ذكرها من طرف الباحثين [40].[46] .

6.3 – طاقة الانهيار:

طاقة الانهيار السكونية تحدد بالمساحة التي تكون تحت منحنى الحمولة – انتقال مقسومة على مقطع العينة المدروسة. بعد دراسة المنحنيات الموضحة في الأعلى تحصلنا على النتائج التالية:



الشكل (III - 17) : تغيرات طاقة الانهيار بدلالة نسب المئوية للألياف بالكتلة ذات الطول 6 سم



الشكل (III - 18) : تغيرات طاقة الانهيار بدلالة مختلف أطوال الألياف ذات النسبة 0.4 %

يبين الشكل(III - 17) أن طاقة الانهيار تزداد مع الزيادة في كمية الألياف المعززة للخرسانة إلى غاية النسبة 0.4% ثم تتناقص عند النسبة 0.5% بحوالى 20.91 %.

ونستنتج من الشكل (III - 18) أن طاقة الانهيار تزداد كذلك مع الزيادة في الطول غير أنها تنقص بالنسبة للطول 8 سم بسب عدم التاطير الجيد من طرف النسيج الخرساني لها وهذا يوافق ما توصل إليه الباحثان [39][45].

7.3 – تأثير غسل الألياف على خصائص خرسانة الألياف :

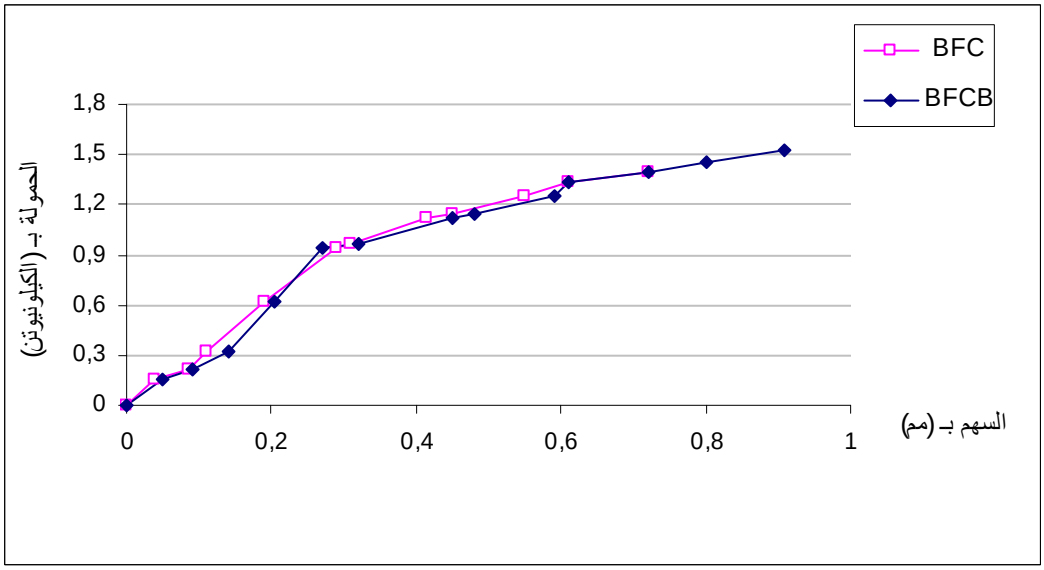
بما أن سطح الألياف ليس نظيفا فإننا نستعمل عملية غسل الألياف وهذه الطريقة تتم بواسطة المعالجة في الماء مع إضافة ماء جافيل بتركيز ضعيف .

في هذه الدراسة نختار التركيبة الخرسانية للألياف المثلى أي التي أعطت أحسن الخصائص الميكانيكية وهي نفس التركيبة الركامية السابقة مع طول ألياف 6 سم ونسبة كتلية 0.4 % .

تمت هذه التجربة على عينات ذات الأبعاد 5 × 10 × 120 سم بالنسبة للانحناء وعينات ذات الأبعاد 7 × 7 × 7 سم بالنسبة للضغط النتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول التالي :

جدول رقم : (III – 7) الخصائص الميكانيكية لخرسانة الألياف مختلفة الطبيعة

طبيعة الألياف		مقاومة الضغط بالميغا باسكال(Mpa)	مقاومة الانحناء بالميغاباسكال(Mpa)	معامل المرونة الديناميكي (Gpa)
ألياف مغسولة	B L	22.85 ± 3.12	2.66 ± 3.38	24,02
	B C	29.64 ± 3.00	3.68 ± 0.29	35,43
ألياف غير مغسولة	B L	21.40 ± 3.00	2.53 ± 0.41	22,80
	B C	27.90 ± 2.50	3.50 ± 0.32	34,60



الشكل(III - 19) :منحنى حمولة – الانتقال لخرسانة الألياف المغسولة وغير مغسولة ذات الطول6 سم والنسبة 0,4 % بالكتلة

من خلال الجدول (III – 7) والشكل(III - 19) نستنتج أن عملية غسل الألياف تحسن من مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء وكذا معامل المرونة الديناميكي هذا التحسن راجع إلى عملية معالجة الألياف التي نظفت سطح الألياف وأقصت العناصر الضارة (طبقة الخشبين) وبالتالي أدت إلى ارتباط جيد بين الألياف والنسيج الخرساني [35].[3].

4 – الخلاصة:

دراسة تأثير طول وكمية الألياف على الخصائص الميكانيكية لخرسانة ألياف نخيل الذكار بينت أن:

- طول وكمية الألياف يحسنان مقاومة الانحناء إلى غاية الطول والكمية الكتلية الأمثلين 6 سم، 0.4% .
- مقاومة الضغط تتناقص بصورة ملحوظة بالنسبة لخرسانة الألياف مقارنة بالخرسانة الشاهدة وبالتالي إضافة الألياف غير فعالة بالنسبة لمقاومة الضغط.
- فيما يخص أوساط المعالجة نلاحظ أن للعينات المحفوظة في الهواء الطلق سلوكات ميكانيكية اضعف بكثير من العينات المغطاة بنسيج الجوت والمسقية مرتين في اليوم.

- نلاحظ تناقص سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية ومعامل المرونة الديناميكي للعينات المحفوظة في الهواء الطلق مقارنة بالعينات المغطاة بنسيج الجوت وهذا بسب المسامية الكبيرة الناتجة عن التبخر السريع لماء الخلطة في الأيام الأولى من تصلبها.
- طاقة الانهيار تزداد مع الزيادة في الطول والكمية الكتلية للألياف إلى غاية الطول والكمية الأمثلين .
- عملية غسل الألياف تحسن الخصائص الميكانيكية للخرسانة وذلك راجع لإقصاء طبقة الخشبين التي تؤدي إلى ترابط جيد بين النسيج الخرساني والألياف.

1- المقدمة :

الخرسانة هي مادة دائما في حالة تطور حيث أن خصائصها تتغير باستمرار في إثناء استغلالها وذلك راجع إلى تأثرها بالمحيط الموجودة فيه من رطوبة ودرجة الحرارة والحمولات المطبقة عليها.

والتي ينتج عنها عموما عدة تغيرات وتشوهات كثيرة نذكر منها:

- تغيرات في الأبعاد (الانكماش ، انتفاخ)
- تشوهات زحف الخرسانة تحت الحمولات الثابتة

وهذه التغيرات يمكن أن تكون متزامنة أو متتابعة. وبما أن التشوهات بدلالة الزمن للخرسانة هي ظاهرة مهمة ويجب أخذها بعين الاعتبار في كل مرحلة من مراحل مشاريع الإنشاءات. وكما ذكرنا سالفاً أن تعزيز الخرسانة بالألياف تقلل عموما من تشوهاتها.

ارتأينا في هذه الدراسة التطرق إلى الانكماش الحر وزحف خرسانة ألياف نخيل الذكار وذلك في الوسط الجاف والحار قصد معرفة ما مدى جدوى تعزيز الخرسانة بهذا النوع من الألياف على الخصائص الريولوجية للخرسانة .

2 – تفاصيل البرامج التجريبية :

أخذنا في هذا الفصل نفس التركيبة الخرسانة السابقة وهي كالتالي :

الإسمنت : 400 كغ/م^3

الرمل : 774.60 كغ/م^3

الحصى : 1105.88 كغ/ م^3

الماء : 200 لتر /م^3

أما بالنسبة لخرسانة الألياف اخترنا الطول والكمية الأمثلين المتحصل عليها في الفصل الثالث وهما على الترتيب 6 سم و0.4 % مما يعادل 9.12 كغ / م3 وكمية الملدن المتفوق المستعملة هي 1.6 كغ/م^3 بالنسبة للخرسانة الشاهدة و4 كغ/م^3 بالنسبة لخرسانة الألياف المختارة .

تم إنجاز أربعة عينات لكل نوع من الخرسانة وذلك على حسب الوسط المحفوظة فيه والخرسانات المستعملة هي على الترتيب الخرسانة الشاهدة ، خرسانة ألياف الذكار غير المغسولة وخرسانة ألياف الذكار المغسولة بماء جافيل ذو التركيز الضعيف وحفظت العينات لمدة 28 يوم في وسطين مختلفين هما :

- عينات في الهواء الطلق .
- عينات مغطاة بنسيج الجوت ويتم سقيها مرتين في اليوم

ثم أجريت على هذه العينات تجارب الانكماش والزحف.

ملاحظة : في هذا الفصل استعملنا الرموز التالية :

BT : الخرسانة الشاهدة

BF : خرسانة الألياف

BTL,BFL : الخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف المحفوظة في الهواء الطلق

BTC,BFC : الخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف المغطاة

BFNBL,BFNBC : خرسانة الألياف غير مغسولة والمحفوظة في الهواء الطلق والمغطاة

BFBC,BFBL : خرسانة الألياف المغسولة و المحفوظة في الهواء الطلق والمغطاة

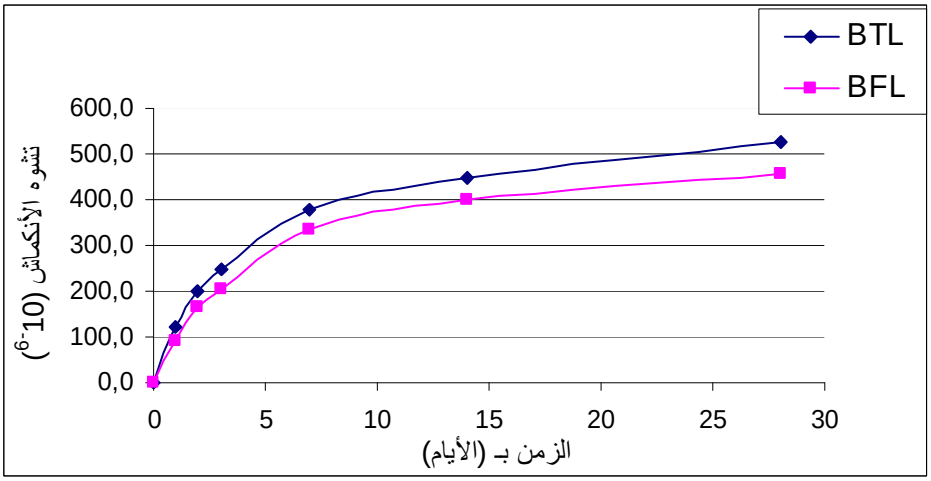
3 – تجربة الإنكماش :

تجارب الإنكماش أنجزت حسب المعيايير NFP 18 – 427 على عينات 7 × 7 × 28 سم وهذه العينات مزودة بقطعة معدنية في طرفيها. قياسات القيم الإبتدائية (المرجعية) تمت بعد 24 ساعة من عملية صنع القوالب وذلك بمساعدة جهاز إنكماش من النوع (PERRIER TYPE 50.75) أنظر الشكل (IV – 1).

الشكل (IV - 1) : جهاز قياس الانكماش الحر

1.3 – نتائج ومناقشة :

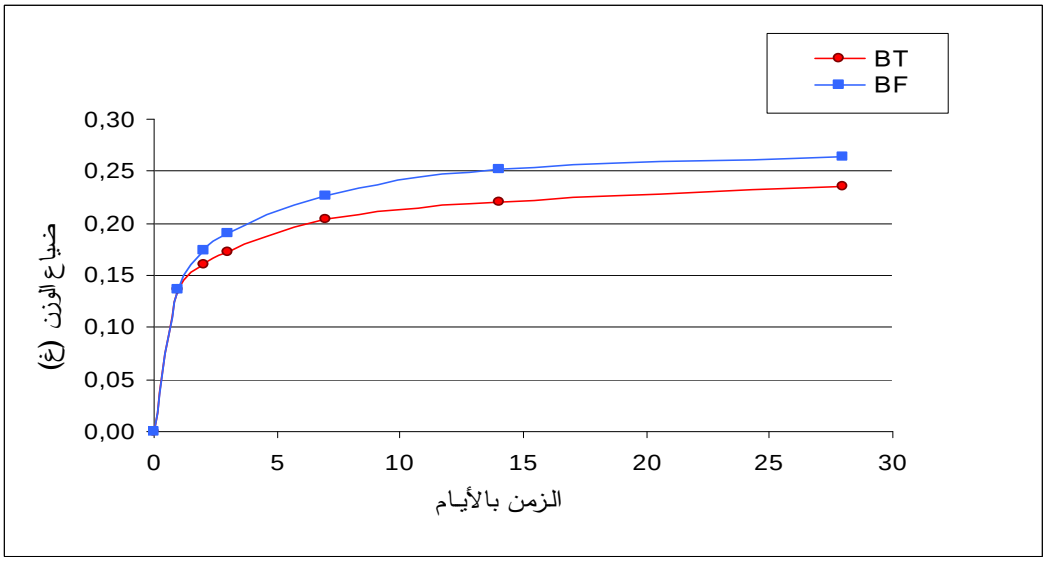
نتائج تجربة الانكماش الحر بدلالة الزمن موضحة في الشكل(IV - 2).



الشكل(IV - 2):الانكماش الحر ب 24 ساعة للخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف

انطلاقاً من المنحنيات المتوسطة للانكماش الحر بدلالة الزمن الموضحة في الشكل(IV - 2) نستنتج بان الياف نخيل الذكار تقلل من الأنكماش الحر بحوالي 13.5 % مقارنة بالخرسانة الشاهدة وذلك بعد 28 يوم بالنسبة للعينات المحفوظة في الهواء الطلق و هذا راجع الى أن خرسانة الألياف أكثر استقرارا من الخرسانة لوحدها.

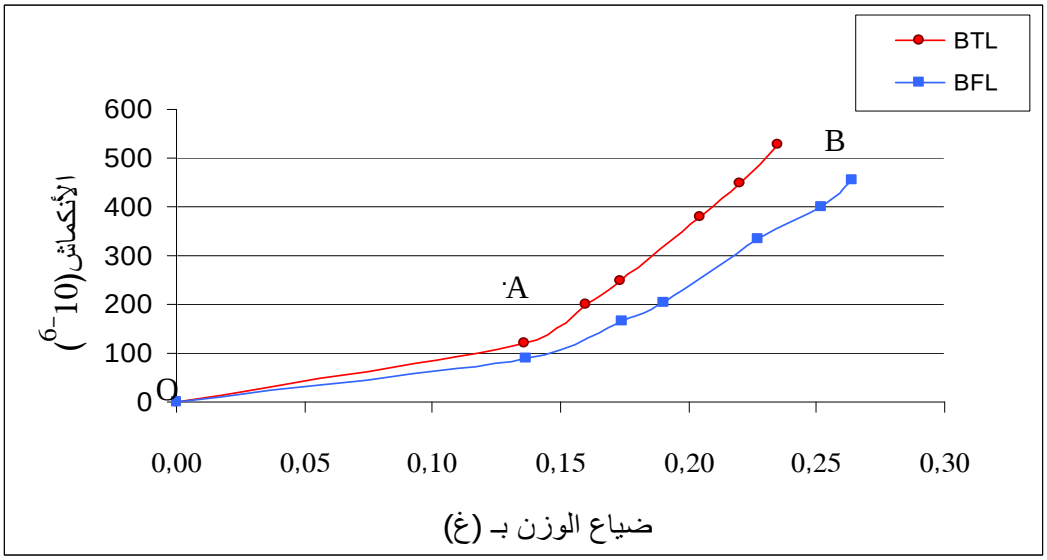
أما بالنسبة لضياع الوزن نلاحظ بأن اضافة الألياف الى خرسانة تؤدي الى تبخر كميات من الماء اكبر من الخرسانة الشاهدة وهذا كما يوضحه الشكل التالي :



الشكل(IV - 3) : ضياع الوزن بدلالة الزمن للخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف

1.1.3 – العلاقة بين الانكماش وضياع الوزن :

نقوم بمقارنة الانكماش وضياع الوزن لخرسانة الألياف ويتم ذلك بمعرفة العلاقة بينهما بواسطة المنحني الموضح في الأسفل.



الشكل(IV - 4) : العلاقة بين ضياع الوزن والانكماش

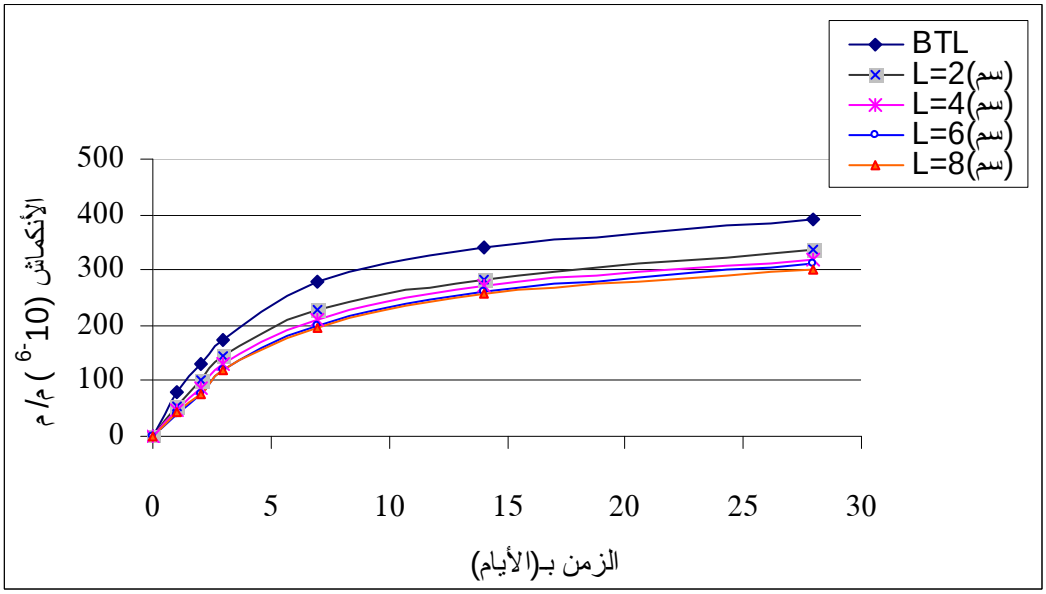
من خلال الشكل (IV - 4) نستنتج أن الألياف تنشاء في النسيج الخرساني قنوات أو ممرات جديدة لخروج الماء بواسطة التبخر و نستطيع أن نقسم المنحنيات المتحصل عليها إلى منطقتين:

- المنطقة الأول بين O و A
- المنطقة الثانية بين A و B

فربك (verbeck) [28] تحصل على نفس العلاقة وذلك لمركب إسمنتية وفسرا هذا المنحني بان المنطقة الأولى عبارة عن انكماش سببه تبخر ماء الأوعية الشعرية والمنطقة الثانية انكماش سببه تبخر ماء المسامات. من خلال هذا التفسير يمكننا القول بان خرسانة الألياف تملك نسيج خرساني يحتوي على كميات أقل من الماء وهذا هو السبب الأساسي للاختلاف الموجود بين المركب الخرساني والخرسانة الشاهدة.

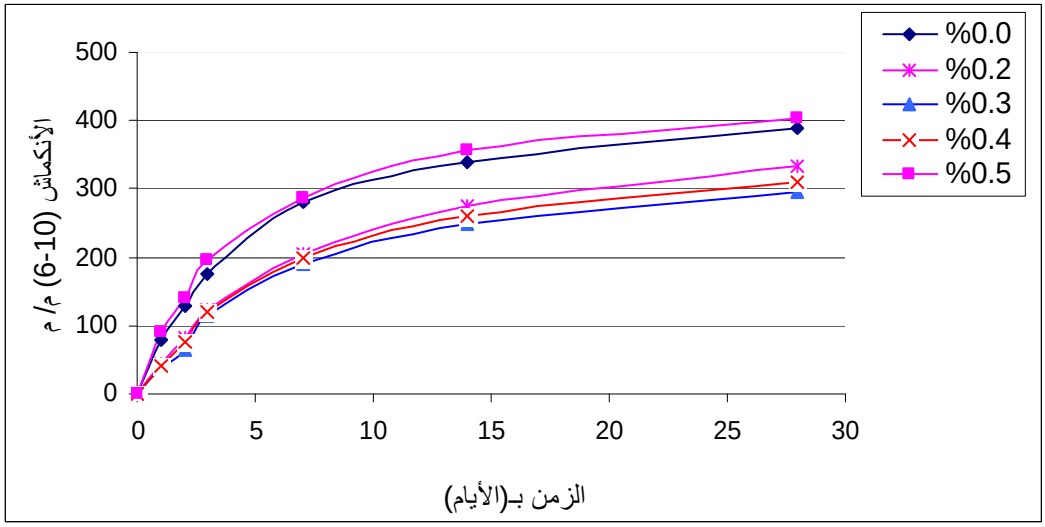
2.1.3 – تاثير طول وكمية الألياف على الانكماش:

المنحنيات الموضحة في الشكل (IV - 5) تبين تغيرات تشوه الانكماش الخرسانة بدلالة الزمن لمختلف الأطوال والنسبة الكتلية 0.4 % .



الشكل(IV - 5) : تغير انكماش خرسانة الألياف ذات النسبة 0.4 % لمختلف الأطوال

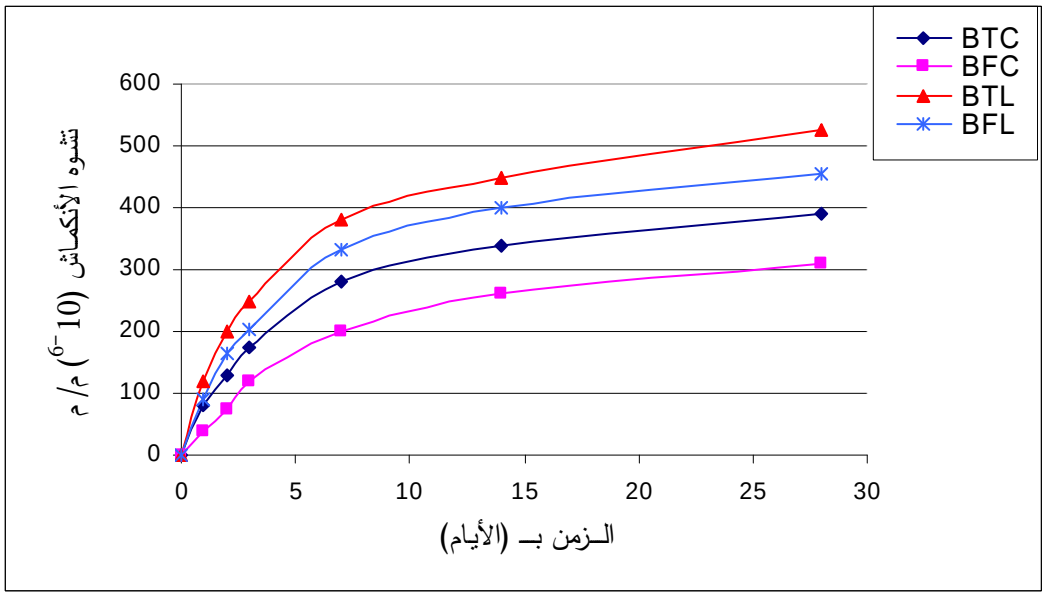
نستنتج من هذا الشكل بان الزيادة في طول الألياف ليس لها تأثير كبير على قيمة تشوه الانكماش. إلا أننا نلاحظ أن التشوه النهائي بعد 28 يوم ينقص نسبياً بزيادة الطول. وأما بالنسبة لشكل(IV - 6) نلاحظ أن النسبة 0.5 % زادت من تشوه الانكماش للخرسانة بحوالي 3.23 % مقارنة بانكماش الخرسانة الشاهدة وأما باقي النسب (0.2، 0.3، 0.4 %) فلها تشوه انكماش متقارب نوعا ما إلا أن النسبة 0.3 % أعطت أقل تشوه للانكماش مقارنة بباقي النسب.



الشكل(IV - 6) : انكماش خرسانة الألياف ذات الطول 6 سم لمختلف النسب

3.1.3 – تأثير أوساط الحفظ على الانكماش الحر:

تم تجارب الانكماش خلال هذه الدراسة على وسطين كما سبق التنويه إليهما والنتائج موضحة في الشكل التالي:

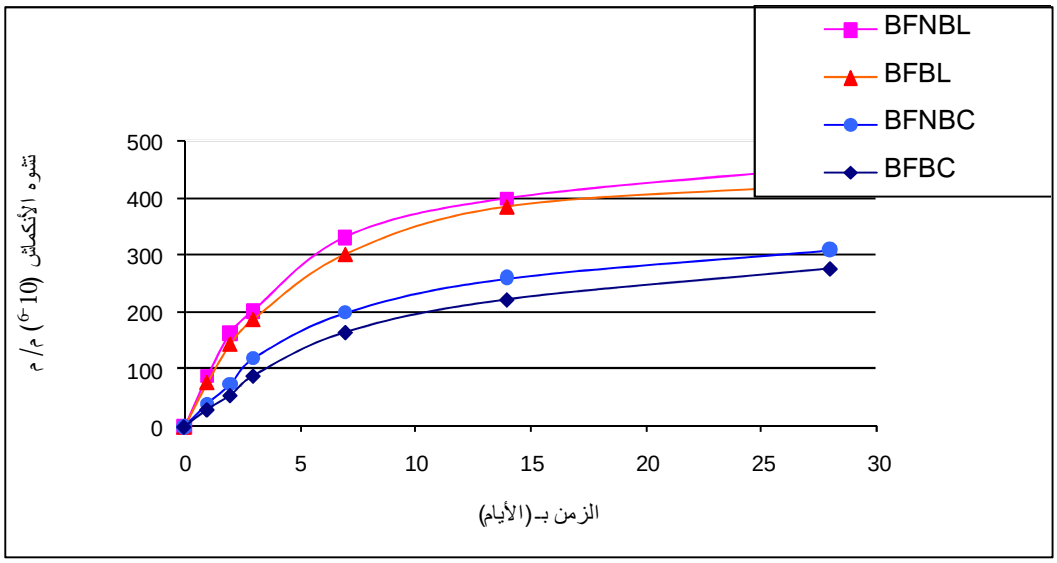


الشكل(IV - 7) : انكماش خرسانة الألياف ذات الطول 6 سم لمختلف أوساط الحفظ

نستنتج من هذه المنحنيات بأن عملية تغطية العينات الخرسانية بواسطة نسيج الجوت وسقيها مرتين في كل يوم أدت إلى التقليل من تشوه الانكماش وذلك لكل من الخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف بحيث يقدر الفرق بين انكماش عينات خرسانة الألياف في الهواء الطلق بـ 31.87 % مقارنة بالعينات المغطاة بنسيج الجوت وهذا راجع إلى أن التغطية بنسيج الجوت تعمل على توفير درجة حرارة أقل ونسبة رطوبة أكبر مقارنة بالهواء الطلق، وبالتالي نسبة تبخر أقل.

4.1.3 – تأثير غسل الألياف على الانكماش الحر في مختلف أوساط المعالجة:

من خلال المنحنيات الموضحة في الشكل التالي :

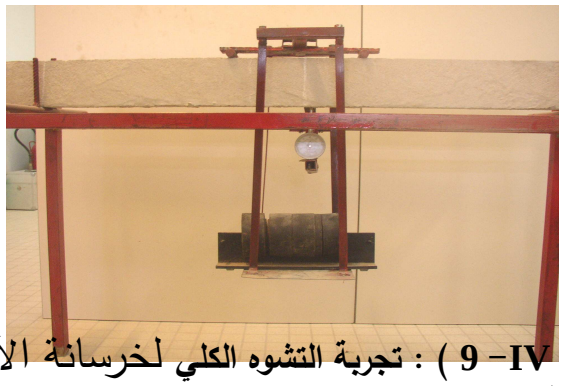


الشكل(IV - 8) : تشوه الانكماش لخرسانة الألياف المغسولة والغير مغسولة لمختلف أوساط الحفظ

نستنتج بأن عملية غسل الألياف بماء الجافيل ذو التركيز الضعيف أنقصت قليلا من انكماش خرسانة الألياف وذلك في كلا وسطين المعالجة. وذلك لان عملية الغسل تزيد من تماسك الألياف بالنسيج وتقلل نسبيا من المسامات في الألياف مما يضعف عملية تبخر الماء.

4 – تجربة زحف الخرسانة:

أنجزت هذه التجربة وفقا لشكل (IV – 9) الذي يوضح هيكل حديد صلب تم تصميمه من طرفينا وبمساعدة مخبر استغلال وتثمين الموارد الجافة وهذا الأخير يحتوي على مسندين ملتصقين به ، توضع عليهما العينات ذات الأبعاد 5 × 10 × 120 سم ويثبت إلى هذه العينات نظام تحميل يدوي . في هذه التجربة نستعمل الطريقة المعتادة في قياس السهم في منتصف العينة وذلك بمساعدة المقرن دقته 0.01 مم وهذه الطريقة تقيس الانتقال في الجهة المعرضة لاجهادات الشد للعينة (الألياف المشدودة). الحمولات المطبقة في هذه الدراسة هي 10 % ، 30 % ، 50 %من الحمولة القصوى للانحناء(Pr).

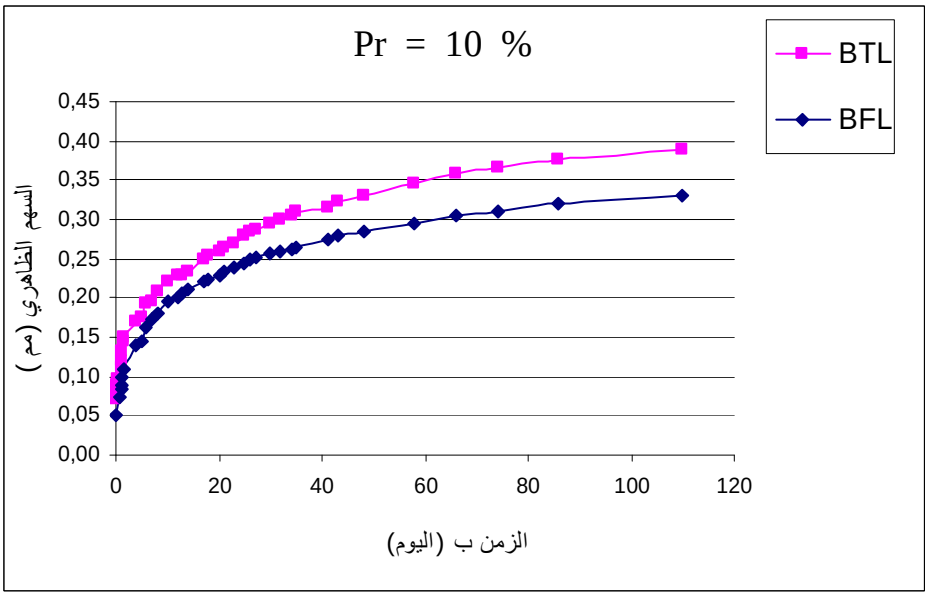


الشكل(IV– 9) : تجربة التشوه الكلي لخرسانة الألياف

1.4 – النتائج والمناقشة:

1.1.4 – تأثير إضافة الألياف على زحف خرسانة:

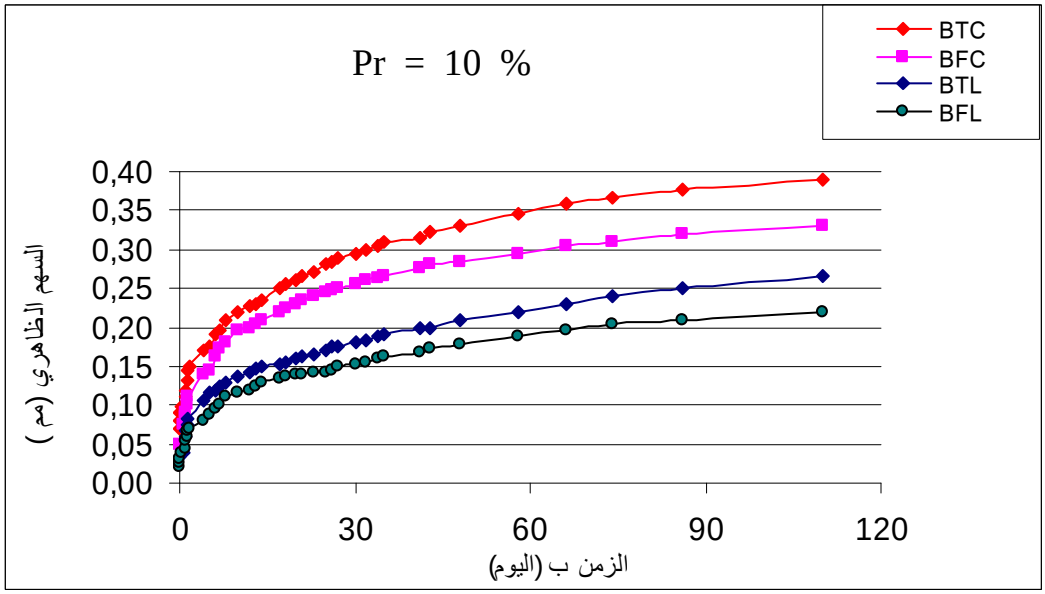
الشكل (IV - 10) يوضح زحف خرسانة ألياف نخيل الذكار من خلال هذا الشكل نستنتج بأن عملية إضافة الألياف تقلل من زحف الخرسانة بحوالي 15.39 % مقارنة بالخرسانة الشاهدة في الهواء الطلق و يرجع ذلك إلى أن الألياف تعمل على توقيف التشققات التي يسببها تشوه الزحف الخرساني.



الشكل (IV - 10): زحف خرسانة ألياف نخيل الذكار في الهواء الطلق

2.1.4 – تأثير أوساط الحفظ على زحف خرسانة الألياف:

نتائج تأثير أوساط الحفظ مبينة في المنحنيات التالي:

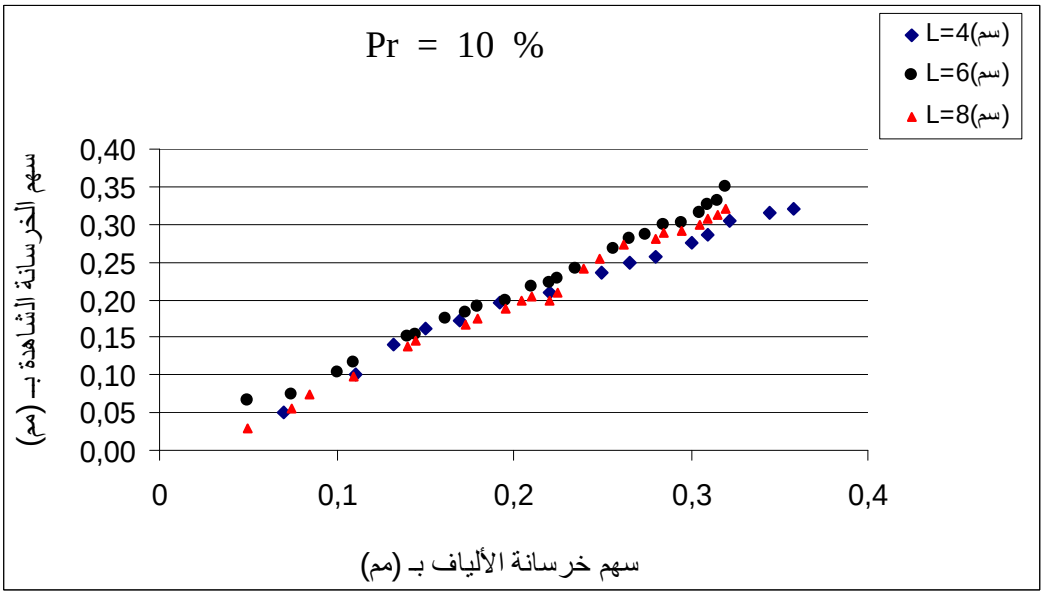


الشكل (IV - 11): زحف خرسانة الألياف والشاهدة لمختلف أوساط الحفظ

انطلاقا من هذه المنحنيات نلاحظ بأن زحف خرسانة الألياف والخرسانة الشاهدة المحفوظة في الهواء الطلق هو أقل من خرسانة الألياف و الخرسانة الشاهدة المغطاة بنسيج الجوت والمسقية مرتين في اليوم وهذا رجع في اعتقادنا إلى أن نسيج الجوت وسقيه بالماء يوفر جوا رطب للخرسانة وبتالي يحدث زيادة في نواتج تفاعل اماهة الاسمنت وعلى وجه الخصوص $Ca(OH)_2$ مما يضعف من مقاومة الألياف على المدى الطويل أي بعد 28 يوم وعليه يحدث زيادة في الزحف الخرساني.وهذه الفرضية أكدت من طرف الكثير من الباحثين [20].[21].

3.1.4 – تأثير طول الألياف على زحف الخرسانة:

قمنا في هذه التجربة بتثبيت النسبة المئوية 0.4 % للألياف وغيرنا طول هذه الأخيرة من 2 الى 8 سم بخطوة تساوي 2 سم بحيث أخذنا ثلاثة عينات في كل تجربة.والنتائج المتحصل عليها موضحة في الشكل الآتي :



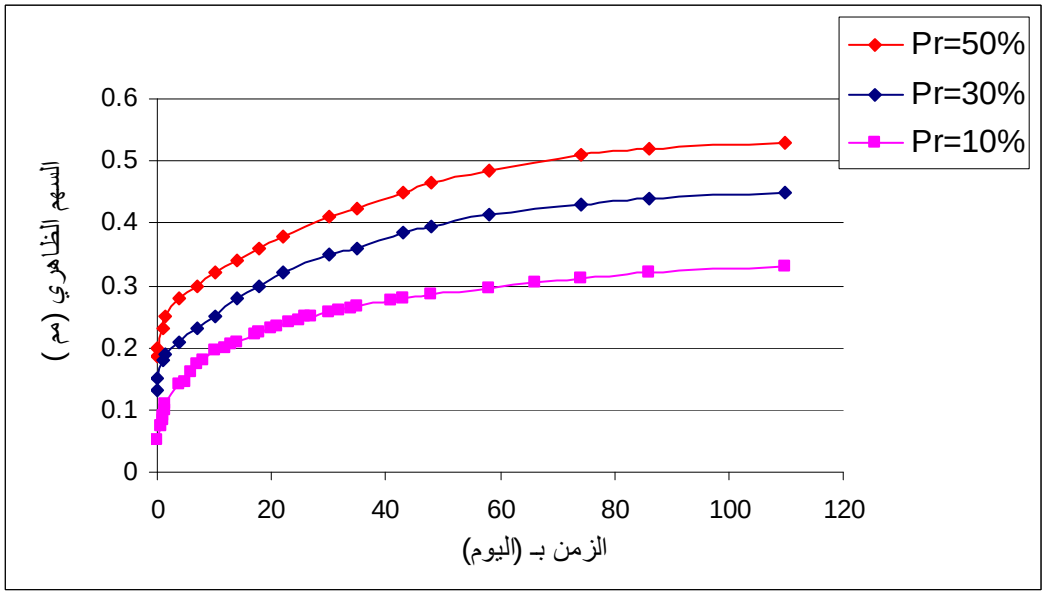
الشكل(IV - 12) : تأثير طول الألياف على الزحف خرساني

بعد هذه المقارنة لمختلف خرسانات الألياف نلاحظ بأن طول الألياف لا يؤثر كثيرا على تطور السهم الكلي الظاهري بدلالة الزمن.

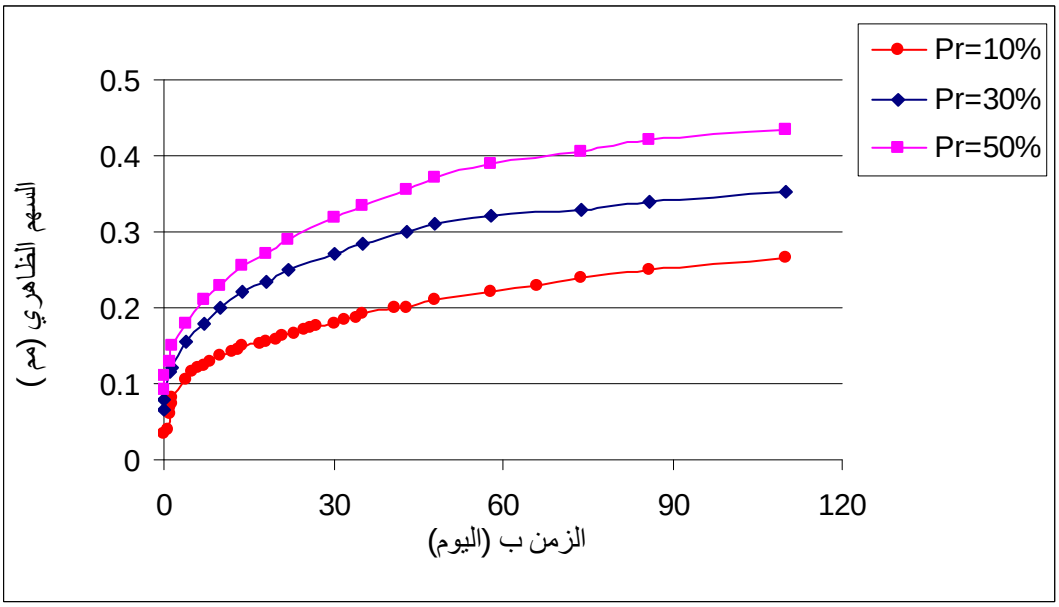
4.1.4 – تأثير نسب التحميل على زحف خرسانة الألياف في مختلف أوساط الحفظ:

أنجزت هذه التجربة على ثلاثة نسب من التحميل وهي على الترتيب 10، 30، 50 % من مقاومة الانحناء الأقصى التي توافق ظهور أول التشققات وذلك لمختلف أوساط الحفظ المستعملة في هذه الدراسة .

النتائج المتحصل عليها موضحة في الشكلين (IV - 13) و(IV - 14).



الشكل(IV - 13) : زحف خرسانة الألياف المغطاة بنسيج الجوت لمختلف النسب التحميل

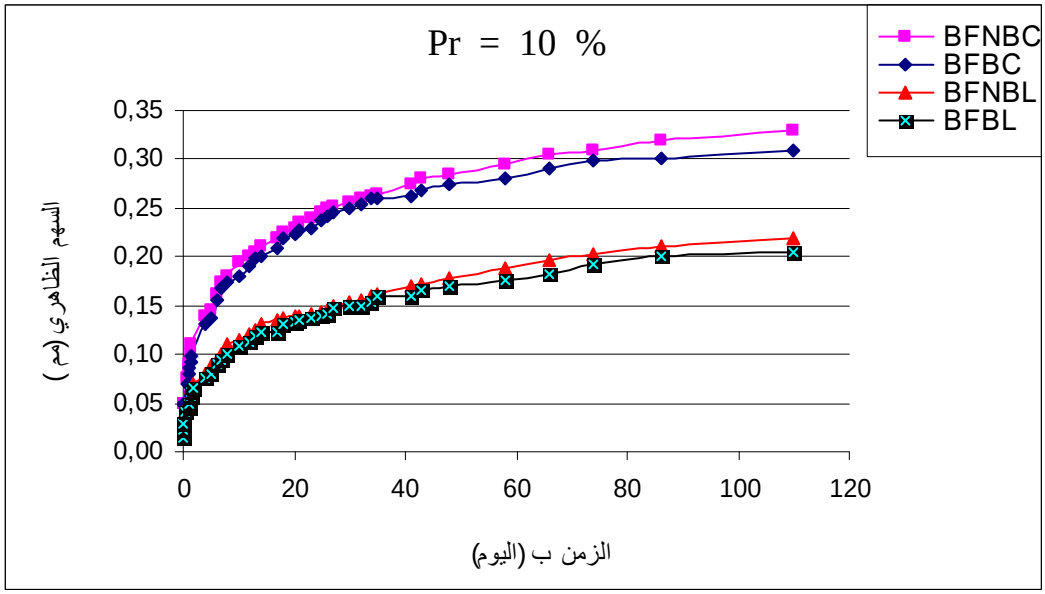


الشكل(IV - 14) : زحف خرسانة الألياف المحفوظة في الهواء الطلق لمختلف نسب التحميل

من خلال هذه المنحنيات نلاحظ بأنه كلما زادت نسبة التحميل ازداد الزحف الخرساني أي يوجد علاقة طر دية بين الزحف ونسبة التحميل وهذا في كل من وسطين الحفظ المستعلين.

5.1.4 – تأثير غسل الألياف على زحف خرسانة الألياف:

المنحنيات الموجودة في الأسفل والتي توضح تأثير غسل الألياف على زحف خرسانة الألياف والخرسانة الشاهدة في مختلف أوساط الحفظ المستعملين في هذه الدراسة (الهواء الطلق ،التغطية بنسيج الجوت والسقي بالماء) .



الشكل(IV - 14) : زحف خرسانة الألياف المغسولة وغير المغسولة لمختلف أوساط الحفظ

نلاحظ بأن عملية غسل الألياف تقلل من زحف الخرسانة ولكن بنسبة ضئيلة جدًا تقدر بـ 6.82 %.

6 – الخلاصة :

نستنتج من هذه الدراسة كذلك ما يالي :

- إضافة الألياف الى الخرسانة تسرع قليلاً من عملية تبخر الماء وبالتالي فان انكماش خرسانة ألياف نخيل الذكار ينقص قليلاً وهذا تحقق من أجل الانكماش الحر بعد 24 ساعة من السبك.
- طول الألياف لا يؤثر كثير على انكماش وزحف خرسانة الألياف إلا أن الانكماش الحر يتأثر بالنسبة المئوية للألياف المستعملة وأحسن نسبة مئوية هي 0.3 % التي توافق 6.84 كغ/م3 .
- عملية استعمال أوساط الحفظ في الأجواء الحارة والجافة تؤثر على تشوه خرسانة الألياف حيث تغطية الخرسانة بصفة عامة بنسيج الجوت وسقيها بالماء تقلل من انكماش الخرسانة وذلك لأن هذه العملية تمنع التبخر السريع لماء الخلطة في الأيام الأولى. أما النسبة لزحف الخرسانة فان هذه العملية تؤدي إلى الزيادة في الزحف بعد 28 يوم وهذا لأن نسيج الجوت وسقيه بالماء يوفر

جوا رطب للخرسانة وبتالي يحدث زيادة في نواتج تفاعل اماهة الاسمنت مما يضعف من مقاومة الألياف على المدى الطويل وبالتالي يحدث زيادة في الزحف الخرساني.

- زيادة نسبة تحميل على خرسانة الألياف تزيد من زحف خرسانة الألياف وهي علاقة طردية
- أخيراً عملية غسل الألياف ليس لها تأثير كبير على انكماش وزحف خرسانة الألياف

المقدمة العامة

الخرسانة في الظروف الطبيعية العادية تبقي المادة الأكثر استعمالاً منذ القدم لما تمتاز به من تكاليف غير باهضة وسهولة صبها في القوالب وخاصة مقاومتها الجيدة لقوى الضغط إلا أنها تملك مقاومة ضعيفة لتشققات وقوى الشد. هناك عدة أبحاث أنجزت قديماً بينت بأن هذا يظهر جلياً وبصورة أكبر في الأجواء الحارة والجافة كما تؤثر هذه الأخيرة كذلك على الخصائص الريولوجية للخرسانة.

من بين الحلول التطبيقية القديمة لهذه المشاكل هو تعزيز الخرسانة بواسطة الألياف.علما أنه يوجد عدة أنواع من الألياف : الفولاذ، الأميونت، الكربون وفي الأخير النباتية التي بينت فعاليتها في تحسين قوى الشد والتشققات .

لكن أمام هذه الأنواع الكبيرة من الألياف يبقي السؤال الذي يطرح نفسه ما هو نوع الألياف المستعملة وفي أي نسيج وما هي التطبيقات المناسبة لها من أجل تحقيق أحسن الخصائص الميكانيكية و الريولوجية لهذا المركب ؟

وحسب عدة أبحاث سابقة تبين أن الخرسانة العادية، ضعيفة المقاومة في الأجواء الحارة والجافة للمناطق الجنوبية من ترابنا الوطني. ونظرا لما تتوفر عليه هذه المناطق من ثروة نباتية هائلة (ألياف النخيل، ألياف السمار، ألياف الحلفاء...الخ) كان هدفنا من وراء هذا البحث، هو محاولة تثمين هذه الثروة الطبيعية في مجال مواد البناء، قصد تحسين خصائص مقاومة الخرسانة في مثل هذه الأجواء.

وعليه في هذا البحث حاولنا المشاركة في الإجابة على السؤال السابق وذلك باستغلال ألياف نخيل الذكار كتعزيز في نسيج خرساني ودراسة مقاومتها للانحناء والضغط، وتأثير هذه الألياف على تشوه الخرسانة في هذه الأجواء مستعملين وسطين مختلفين للحفظ (الهواء الطلق، التغطية بنسيج الجوت وسقيها بواسطة الماء).

وقد قسمنا عملنا هذا إلى أربعة فصول، تطرقنا في الفصل الأول لجمع المعلومات من بعض المراجع المتوفرة التي تعطي المفاهيم الأساسية لخرسانة الألياف النباتية من الناحية الميكانيكية وكيفية

تحديد التركيبة الخرسانية المستعملة، كما تطرقنا إلى دراسة تشوه خرسانة الألياف (الانكماش والزحف الخرساني).

وفي الفصل الثاني قمنا ببعض التجارب قصد تحديد معظم الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المستعملة من أجل تحضير المركب الخرساني الأمثل. كما درسنا كذلك تركيبة الخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف وتأثير إضافة الألياف في الخرسانة على التشغيل، ومن خلالها تم تحسين تركيبة خرسانة الألياف النباتية المستعملة في التجارب.

الفصل الثالث خصص لدراسة السلوكات الميكانيكية لخرسانة الألياف بدلالة طول وكمية الألياف ولمختلف أوساط المعالجة وبذلك تم تحديد الطول والكمية الأمثلين .

الفصل الرابع حاولنا فيه دراسة تشوه خرسانة الألياف (الانكماش والزحف) ودلك لمختلف أوساط المعالجة ودراسة تأثير غسل الألياف على هذا التشوه .

وفي الأخير نقدم خلاصة عامة على خصائص خرسانة ألياف نخيل الذكار وذلك اعتمادا على النتائج المتحصل عليها.

RESUME

Les matrices cimentaire sont des matériaux fragiles qui possèdent une faible résistance en traction. L'ajout des fibres distribuées au hasard dans ces matrices amélioré substantiellement leurs résistances à la flexion.

Cependant, l'adition de fibres à un béton ordinaire désorganise le squelette granulaire et pose très vite des problèmes d'élaboration de la maniabilité du mélange qui se traduit par une mise en œuvre difficile. Donc touts les études dans ce sens devra effectuer judicieusement

L'objectif principal de notre recherche consiste à valoriser les fibres des palmiers dattiers dont notre région dispose en abondance, en l'intègrent dans les construction par voie scientifique.

Nous étudierons dans ce travail, la méthode d'obtention d'une composition optimale,à partir d'une bonne ouvrabilité d'une part et meilleure performance mécanique d'autre part, en tiennent compte les differents facteurs influençant sur cette composition tel que, la longueur le pourcentage des fibres , ainsi que les milieux de conservations , afin de savoir l'effet du climat chaud sec sur la qualité du béton.

Nous étudierons également, l'effet des fibres sur le retrait et le fluage du béton dans un milieu chaud et sec, en étudient les differents facteurs influençant sur ces deux propriétés dans différentes cures

Abstract

Concrete compounds are Brittle substances due to their weak resistance to tension force. Their resistance to cracking can be aim proved by adding randomly distributed fibers. However, the addition of fibers to such substances disrupts their granular skeleton because of the decrease in workability, For this reason, the study of these compounds has to be strict and profound.

The principal objective of this study is to value date palm fibers which are widespread in our region that is hot and dry, by including these fibers in the domain of construction using scientific methods.

This study is concerned with the way of getting the best mixture in workability on the one hand, and with the study of the mechanical characteristics on the other, Taking in to consideration most of the factors which may affect it such as the length, the quality, the quantity of fibers and the conservation media.

We deal also in this piece of research with the effect of adding the fibers to the concrete fissure on shrinkage and creeping in this hot and dry medium by studying most of the factors influencing then and the different conservation media.

الملخص

المركبات الأسمنتية مواد هشة بحكم ضعف مقاومتها لقوى الشد وبإضافة ألياف موزعة بشكل عشوائي يمكن أن تحسن كثيرا من مقاومتها ضد التشقق . إن إدخال الألياف إلى هذه المركبات الأسمنتية يؤدي إلى خلل في الهيكل الحبيبي مما ينتج عنه مشاكل في تحضير الخليط نتيجة نقصان التشغيل الذي يؤدي بالضرورة إلى صعوبات أثناء استعمال الخليط. لهذا يجب أن تكون الدراسة لهذه المركبات دراسة محكمة وجيدة.

إن الهدف الرئيسي من عملنا هذا يتمثل في المساهمة في تثمين ألياف نخيل التمور المتواجدة بكثرة في منطقة ورقلة التي تمتاز بجو حار وجاف وذلك بإدخالها في مجال الإنشاءات بطريقة علمية.

نهتم في دراستنا هذه بكيفية الحصول على الخليط الأمثل من حيث التشغيل من جهة، ومن حيث الخصائص الميكانيكية من جهة أخرى، آخذينا بعين الاعتبار معظم العوامل التي يمكن أن تؤثر على هذه الخصائص مثل : طول الألياف، نسبة وطبيعة الألياف وكذلك أوساط الحفظ التي من خلالها تتم معرفة تأثير الجو الحار والجاف على الخرسانة.

في هذا البحث درسنا كذلك ما مدى تأثير إضافة الألياف إلى النسيج الخرساني على تشوه الانكماش والزحف في هذا الوسط الحار والجاف وذلك بدراسة معظم العوامل المؤثرة عليهما ولمختلف أوساط الحفظ.

الخلاصة العامة

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة تعزيز خرسانة منشاءات الري بألياف النخيل المنتجة محلياً وذلك بعد الإطلاع على الأبحاث التطبيقية الني أنجزت سابقاً من قبل باحثين على خرسانة الألياف النباتية و الصناعية التي زودتنا بمعلومات كبيرة على الخصائص الميكانيكية والريولوجية لهذه المركبات الإسمنتية.

كنقطة للانطلاق قمنا بإنجاز عدة تجارب على المواد المستعملة بغية التعرف على نوعيتها، فكانت النتائج توحي بأنها حسنة وتعطي خرسانة ذات نوعية جيدة.

الألياف المستعملة كتعزيز هي ألياف نخيل التمور المتوفرة بكثرة في منطقتنا وحسب الملاحظات التي تمت بواسطة الميكروسكوب الالكتروني فان لهذه الأخيرة بنية غير بلورية وتملك نفس مكونات الخشب، ويظهر على سطحها بعض التشابكات التي تضمن لها قوة ترابط جيدة مع النسيج الخرساني.

وفي الخطوة الموالية درسنا خصائص الخرسانة الطازجة والصلبة فتحصلنا على النتائج التالية :

عملية إضافة الألياف بأطوال وكميات مختلفة، والنسبة S/G لهما تأثيرات معتبرة على التشغيل والتركيبة الحبيبية هذا الذي يؤكد بأن التركيبة الخرسانية الشاهدة تختلف تماماً على تركيبة خرسانة الألياف.

الخصائص الميكانيكية لهذا المركب الخرساني تختلف عن بعضها البعض وذلك حسب طول و كمية الألياف المضافة إلا أننا لاحظنا بأن عملية إضافة الألياف لها فعل ايجابي على مقاومة الانحناء وطاقة الانهيار ولها فعل سلبي بالنسبة لمقاومة الضغط ومعامل المرونة الديناميكي.

استعمال أوساط للمعالجة (التغطية بنسيج الجوت وسقيه بالماء مرتين في اليوم) في الأجواء الحارة والجافة تؤدي إلى تحسين الخصائص الميكانيكية للخرسانة وخصوصاً في الأيام الأولى من تصلبها، وذلك لأن هذه الأجواء تسبب التبخر السريع لماء الخلطة الذي ينتج عنه مسامية كبيرة وإعاقة عملية اماهة الاسمنت وبالتالي تضعف مقاومة الخرسانة.

عملية غسل الألياف بواسطة ماء جافيل بتركيز ضعيف أدت إلى تحسين الخصائص الميكانيكية للخرسانة ويتم هذا بإقصاء طبقة الخشبين وبالتالي تؤدي إلى ارتباط جيد بين النسيج الخرساني والألياف.

وفي المرحلة الأخيرة من هذا البحث قمنا بدراسة تشوه الانكماش والزحف الخرساني مع مختلف العوامل المؤثرة عليهما في هذه الأجواء الجافة والحارة فاستنتجنا مايلي :

طول الألياف لا يؤثر كثير على انكماش وزحف خرسانة الألياف إلا أن الانكماش الحر يتأثر بالنسبة المئوية للألياف المستعملة وأحسن نسبة مئوية بالكتلة للألياف المستعملة التي أعطت أقل انكماش هي 0.3 % التي توافق 6.84 كغ/م^3 .

عملية استعمال أوساط الحفظ في الأجواء الحارة والجافة تؤثر على تشوه خرسانة الألياف حيث تغطية الخرسانة بصفة عامة بنسيج الجوت وسقيها بالماء تقلل من انكماش الخرسانة وذلك لأن هذه العملية تمنع التبخر السريع لماء الخلطة في الأيام الأولى. أما بالنسبة لزحف الخرسانة فان هذه العملية تؤدي إلى الزيادة في الزحف بعد 28 يوم وهذا بسبب أن نسيج الجوت وسقيه بالماء يوفر جوًا رطب للخرسانة وبتالي يحدث زيادة في نواتج تفاعل اماهة الاسمنت مما يضعف من مقاومة الألياف على المدى الطويل وبالتالي يحدث زيادة في الزحف الخرساني.

زيادة نسبة التحميل على خرسانة الألياف تزيد من زحفها أي أنها علاقة طردية. أما فيما يخص عملية غسل الألياف ليس لها تأثير كبير لا على الانكماش ولا على زحف خرسانة الألياف.

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها، يجعلنا نقترح محاور جديدة للبحث يمكن من خلالها أن يتم استغلال هذه النتائج قصد تطويرها وتحسينها، وهذا بهدف الوصول إلى تعميم استعمال هذه الثروة الطبيعية في مجال الإنشاءات في الأجواء الحارة والجافة. والمواضيع المقترحة هي :

- ✓ تحسين ديمومة ألياف النخيل في الوسط القلوي وتأثيرها على الخصائص الميكانيكية والريولوجية للخرسانة على المدى الطويل

- ✓ نمذجة القوانين الخاصة بالمقاومة والتشوهات لخرسانة ألياف النخيل

وكنتيجة لهذا البحث نتمنى أن نكون قد ساهمنا في تثمين الألياف النباتية بصفة عامة والألياف المتوفرة في بلدنا بصفة خاصة وعلى وجه الخصوص ألياف النخيل وهذا بإدماجها في نسيج خرساني.

وفي الأخير أملنا أن نكون قد وفقنا في عملنا هذا إلى حد ما ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والاهتمام به أكثر

الملخص

المركبات الأسمنتية مواد هشة بحكم ضعف مقاومتها لقوى الشد وبإضافة ألياف موزعة بشكل عشوائي يمكن أن تحسن كثيرا من مقاومتها ضد التشقق . إن إدخال الألياف إلى هذه المركبات الأسمنتية يؤدي إلى خلل في الهيكل الحبيبي مما ينتج عنه مشاكل في تحضير الخليط نتيجة نقصان التشغيل الذي يؤدي بالضرورة إلى صعوبات أثناء استعمال الخليط. لهذا يجب أن تكون الدراسة لهذه المركبات دراسة محكمة وجيدة.

إن الهدف الرئيسي من عملنا هذا يتمثل في المساهمة في تثمين ألياف نخيل التمور المتواجدة بكثرة في منطقة ورقلة التي تمتاز بجو حار وجاف وذلك بإدخالها في مجال الإنشاءات بطريقة علمية.

نهتم في دراستنا هذه بكيفية الحصول على الخليط الأمثل من حيث التشغيل من جهة، ومن حيث الخصائص الميكانيكية من جهة أخرى، آخذينا بعين الاعتبار معظم العوامل التي يمكن أن تؤثر على هذه الخصائص مثل : طول الألياف، نسبة وطبيعة الألياف وكذلك أوساط الحفظ التي من خلالها تتم معرفة تأثير الجو الحار والجاف على الخرسانة.

في هذا البحث درسنا كذلك ما مدى تأثير إضافة الألياف إلى النسيج الخرساني على تشوه الانكماش والزحف في هذا الوسط الحار والجاف وذلك بدراسة معظم العوامل المؤثرة عليهما ولمختلف أوساط الحفظ.

كلمات مفتاحية : خرسانة , إسمنت , ألياف النخيل , مقاومة الضغط , مقاومة الشد , إنكماش خرسانة الألياف , زحف خرسانة الألياف

RESUME

Les matrices cimentaire sont des matériaux fragiles qui possèdent une faible résistance en traction. L'ajout des fibres distribuées au hasard dans ces matrices amélioré substantiellement leurs résistances à la flexion.

Cependant, l'adition de fibres à un béton ordinaire désorganise le squelette granulaire et pose très vite des problèmes d'élaboration de la maniabilité du mélange qui se traduit par une mise en œuvre difficile. Donc touts les études dans ce sens devra effectuer judicieusement

L'objectif principal de notre recherche consiste à valoriser les fibres des palmiers dattiers dont notre région dispose en abondance, en l'intègrent dans les construction par voie scientifique.

Nous étudierons dans ce travail, la méthode d'obtention d'une composition optimale,à partir d'une bonne ouvrabilité d'une part et meilleure performance mécanique d'autre part, en tiennent compte les differents facteurs influençant sur cette composition tel que, la longueur le pourcentage des fibres , ainsi que les milieux de conservations , afin de savoir l'effet du climat chaud sec sur la qualité du béton.

Nous étudierons également, l'effet des fibres sur le retrait et le fluage du béton dans un milieu chaud et sec, en étudient les differents facteurs influençant sur ces deux propriétés dans différentes cures

Mots clés : béton , ciment , fibres des palmiers , résistance à la compression , résistance à la traction , retrait du béton , fluage du béton

Abstract

Concrete compounds are Brittle substances due to their weak resistance to tension force. Their resistance to cracking can be aim proved by adding randomly distributed fibers. However, the addition of fibers to such substances disrupts their granular skeleton because of the decrease in workability, For this reason, the study of these compounds has to be strict and profound.

The principal objective of this study is to value date palm fibers which are widespread in our region that is hot and dry, by including these fibers in the domain of construction using scientific methods.

This study is concerned with the way of getting the best mixture in workability on the one hand, and with the study of the mechanical characteristics on the other, Taking in to consideration most of the factors which may affect it such as the length, the quality, the quantity of fibers and the conservation media.

We deal also in this piece of research with the effect of adding the fibers to the concrete fissure on shrinkage and creeping in this hot and dry medium by studying most of the factors influencing then and the different conservation media.

Keywords: concrete, cement, palms fibers, compressive strength, tensile strength, shrinkage of fiber reinforced, creep of fiber reinforced

المراجع

[1] - JEAN MARIE. B. *″Matériaux composite, comportement mécanique et analyse des structures″*. Institut universitaire de technologie, édition Masson, Paris, 1996.

[2] - MOKHTARI. F. *″Contribution à l'étude des composites à base de liants pouzzolaniques et de bambou ″*. Thèse de docteur, INSA Lyon, Octobre 1991

[3] - KHENFER. M. M, MORLIER. P. *″Caractérisation et microstructure des ciments renforcés de fibres de cellulose ″*. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées 224, Réf 4236, pp.49-58, Janvier - février 2000.

[4] - HOLMER. S, VAHAN. A. *″Transition zone studies of vegetable fibre-cement paste composites ″*. ELSEVIER, Cement and concrete composites, vol. 21, pp.49-57,*1999.*

[5] - REHSI, S.S. *″ Use of natural fiber reinforced cement and concrete ″*. Edited by R.N. Swamy and Glasgow : Blackie and Son Ltd ,vol. 5, pp. 243-255,1988

[6] - SWAMY, R.N, AHUJAT. B. M, KRISHNAMOORTHIY. S. *″Behavior of concrete reinforced with jute, coir, bamboo fibers ″*. The international journal of cement composite and light weight concrete, volume 5, N°1, Février 1983

[7] - EDGINGTON. J, HANNANT. D. J, *″Steel fibers reinforced concrete, the effect on fibers orientation of compaction by vibration ″. Material and construction, Rilem, Vol. 5,N° 25, PP 41-44, Jan-Féb 1972*

[8] - LIM. T. Y, PARAMSIVAM. P, LEE. S. I. *″Bending behavior of steel fiber concrete beams″*. A. C. I, Structural journal, Nov-Dec 1987.

[9] - TECHNIQUE DE L'INGENIEUR. P.CIII 2210.12 – CIII.2210.16, 1989-1991.

[10] - SWAMY. R. N, MANGAT. P. S. *″Influence of fiber reinforced concrete ″*. ELSEVIER. Cement and concrete composites, volume 4, N° 3, *1974.*

[11] - SCHRADER. E. K ″Le béton armé de fibre ″ Comité des Etats-Unis, 1982

[12] - ELIE, ABSI. *″Bétons de fibres″*. Synthèse des études et recherches réalisées au C.E.B.T.P, Annales de L'I.T.B.T.P N° 520, *1994.*

[13] - SERNA-ROS. *″Etude de la contribution des fibres métalliques à l'amélioration du comportement du béton au cisaillement ″*. Thèse de docteur - ingénieur à L.N.P.C, Septembre 1984.

[14] - ROSSI. P, HARROUCHE. N, ALBERT. B. *″Méthode de composition des bétons de fibres métalliques ″* Annales de L'I.B.T.P N° 475, Juin *1989.*

[15] - BARON. J, LESAGE. R. *″Pour une étude pratique de la maniabilité, le maniabilimètre Lesage du L.C.P.C ″*. Bulletin de liaison L.C.P.C N° 13 , 1985.

[16] - GRAM. H. E. *″Natural fiber concrete roofing ″ in Natural fiber reinforced cement and concrete . Edited by Swamy . R . N ,Glasgow and London : Blackie and Son ltd,* vol . 5, pp.256-285,1988.,

[17] - AZIZ, PARAMASIVAM. M. A and LEE. S. L *″Prospects natural fiber reinforced concretes in construction ″ international Journal of cements composites and Lightweight concrete* , vol . 3 N° 2, p.123-132,1981.

[18] - ANDONIAN, A. L , MAI. Y. W, COTTERELL. B. *″Strength and fracture properties* of cellulose *fibers reinforced cement composites ″*. The international journal of cement composite and light weight concrete, volume 11, N°3, pp.151-158,1979.

[19] - SWAMY, R. N, AL NOURI. *″flexural properties of steel fiber reinforced concrete ″* concrete, volume 9, N°6, pp. 30-31, 1975.

[20] - COOK, D.J. , ″ Concrete and cement composites reinforced natural ″, PROC. Sympon fibrous concrete, pp. 99-44, 1980.

[21] - ABBANI, S. ″ Caractérisation et durabilité des béton renforcés de fibres végétales de palmier dattier ″, Mémoire de magister, U. OUARGLA, 2003

[22] - KHENFER. M. M, MORLIER. P. *″ Effet de la longueur des fibres sur les propriétés mécaniques des ciments renforcés de fibres cellulosiques ″*. Materials and structures N° 24, pp.185 – 190, 1991

[23] - SWAMY, R. N, AL NOURI. *″flexural properties of steel fiber reinforced concrete ″* concrete, volume 9, N°6, pp. 30-31, 1975.

[24] -.COUTTS.R.S.P ″Wood fibers rienforced plaster ″. Journal of materials science lettrs 6, pp. 562-564, 1987.

[25] - ZOLLO. R. F, ILTER. J. A et BOUCHCOURT. G. B *″ plastic and drying Shrinkage in concrete containing collated fibrillated polypropylene fiber. Developments in fiber reinforced cement and concrete Rilem Symposium. Edited by Swamy.R . N, Wagastaffe et Oakley. England ; Rilem Technical Committee 49 TFR* , volume 1, pp. 4 -5, *1986.*

[26] - HOUGET. VERONIQUE ″ *Etude des Caractéristiques mécaniques et physico - chimiques de composites ciments - fibres organiques ″* Thèse de docteur, I.N.S.A. Lyon Novembre 1992.

[27] - BYOUNGGEON KIM, JASON WEISS. W ″ Using acoustic emission to quantify damage in restrained fiber – reinforced cement mortars ″ Bergamot, Cement and concrete research 2208 (2002) xxx – xxx. Volume 8, Auot 2002.

[28] - HOUARI, H. ″ contribution à l'étude du comportement du béton renforcé de fibres métalliques soumis a l'action des charge maintenue et cyclique ″ Thèse de docteur , I.N.S.A, Lyon . Octobre 1993.

[29] - EL-HACHEM, M ″ Etude de l'influence de la fibre de fonte amorphe sur le retrait et le fluage du béton ″ Thèse de docteur , Ecole Central Paris, 1993.

[30] -EDGINGTON. J, HANNANT. D. J, *″Steel fibers reinforced concrete ″ Londres: Building Res. Est. 17P, July 1974, Current Paper, CP 69 / 74.*

[31] - MANGAT. P. S, AZARI. M. *″A thepry for the creep of steel reinforced cement matrices under compression ″ Journal of Materials sciences,*volume 20,N°3. PP.1119-1133 . 1985

[32] - BALAGURU.P, RAMAKRISHNAN *″ Fiber reinforced concrete properties: Workability – Behavior under long - term loading and Air – Void characteristics ″ A .C.I Material Journal,* volume 85,N°3. *pp.189-196, 1988.*

[33] -Theodorakpoulos. D.D ″ Creep characteristics of glass reinforced cement under flexural loading ″. ELSEVIER, Cement and concrete composite, volume 17, pp.267-279, *April* 1995.

[34] - FICHE DE QUALITE . *″Ciment CPJ-CEMII / 32.5 A ″*. conformément à la norme NA442, *édition* 2000.

[35] - DREUX. G, FESTA. J. *″Nouveau guide du béton″. Édition EYROLLES, Mai 1998.*

[36] - GORISSE. F. *″Essais et contrôle des bétons ″*. Édition *EYROLLES*, vol.200, Paris, 1978.

[37] - DUPAIN. R, LANCHON. R, SAINT ARROMAN. J. C. *″Granulats, sols, ciments et bétons – caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire ″* . Collection CAPLIEZ, édition CASTEILLA, V235, Paris 1995.

[38] - GRANITEX NOUVEAUX PRODUITS. *″ adjuvant du béton ″*. octobre 1999.

[39] - DJOUDI. A. *″Caractérisation structurale et rhéologique des bétons de plâtre et leurs renforcements par les fibres végétales du palmier dattier ″*. Mémoire de magister, C.U.Laghouat, 2001.

[40] - Agence national des ressources hydrauliques, Ouargla, 2002.

[41] - ROSSI. P. ″ *Les bétons de fibres métalliques* ″. Presses E.N.P.C, V.309, Juin 1998.

[42] - KHENFER. M. M, BALI. A, MORLIER. P. ″ *The effect of water and fiber length on the fracture resistance of celluloses fibers cement* ″.Concrete science and engineering, Vol. 2, pp.56-62, Mars 2000.

[43] - LACHEMAT. L , KENAI. S ″ Effets du type de cure sur les propriétés du béton en climat chaud ″ Seminair International , Ghardaia , Mars 1994.

[44] - KRIKER. A. ″Durabilité du béton à base de laitier″. Thèse de magister, ENP, Alger, 1992.

[45] - MEDDAH.M.S ″Etude d'un béton renforce de fibres issus de déchets industriels ″ Mémoire de magister, C.U.Laghouat, 2000.

الفهــرس

العنــوان ـــــــــــــ الصفحـة

المقدمة العامة 01

الفصل الأول : عموميات حول خرسانة الألياف

الجزء الأول : الخصائص الميكانيكية لخرسانة الألياف

1 – المقدمـة 03

2– تعريف المواد المركبة 03

3– عموميات حول الألياف 03

1.3 – ألياف طبيعية 04

2.3 – ألياف صناعية 04

3 – 3 خصائص الألياف 05

4– تركيبة خلطة خرسانة الألياف 06

1.4– التشغيل 06

2.4– تأثير الشكل الهندسي للألياف 07

3.4– تأثير الركام على التشغيل 07

5– طرق تركيبة خرسانة الألياف 08

1.5– تكيف تركيبة بارون – ليزاج بواسطة روسي 08

2.5 – تكيف تركيبة بارون – ليزاج بواسطة سرنا – روس 09

6 – السلوكات الميكاميكية للخرسانة الألياف 10

1.6– مقاومة الشد 10

2.6 – مقاومة الضغط 12

7 – الديمومة 13

8 – الخلاصة 13

الجزاء الثاني : تشوهات خرسانة الألياف

1 – المقدمـة 15

2– تعاريف 15

1.2– التشوه المرن 15

2.2– التشوه الدائم 15

3– العلاقة بين الإجهاد والتشوه 15

1.3– معامل المرونة لخرسانة الألياف 15
4 – منحنى الانتقال بدلالة السهم وطاقة االانهيار..... 16

5- الانكماش 17
1.5- انكماش داخلي 17
2.5- انكماش التجفيف 18
3.5- العوامل التي تؤثر على انكماش خرسانة الألياف 18
6- زحف الخرسانة 21
1.6- تأثير إدماج الألياق على زحف الخرسانة 22
2.6- تأثير شكل العينات على زحف الخرسانة 22
3.6- تأثير نسبة الحمولة على زحف خرسانة 23
7 - الخلاصة 23
الفصل الثاني : خصائص المواد المستعملة وتركيبة خرسانة الألياف
1 – المقدمة 24
2 – خصائص المواد المستعملة 24
1.2 – الاسمنت 24
2.2 – الركام..... 25
2.3 – ماء الخلطة 30
3.3 – الإضافات 30
4.3 – خصائص و تأثيرات الملدن 30
5.3 – الألياف 31
4 – تركيبة خرسانة الألياف 34
1.4 – تركيبة الخرسانة الشاهدة 35
2.4 – تركيبة خلطة خرسانة ألياف نخيل الذكار 36
5 – الخلاصة 39
الفصل الثالث : الخصائص الميكانيكية لخرسانة الألياف
1- المقدمة 41
2- تفاصيل البرامج التجريبية 41
1.2 – تركيبة الخرسانة 41
2.2- طرق التجارب 42
3- النتائج والمناقشة 45

1.3 – مقاومة الانحناء 45

2.3– مقاومة الضغط 48

3.3 – سرعة انتشار الأمواج الفوق الصوتية 50

4.3 – معامل المرونة الديناميكي 53

5.3 – منحنيات حمولة – انتقال 54

6.3 – طاقة الانهيار 55

7.3 – تأثير غسل الألياف على الخصائص خرسانة الألياف 56

4 – الخلاصة 57

الفصل الرابع : تشوهات خرسانة الألياف

1– المقدمة 58

2 – تفاصيل البرامج التجريبية 58

3 – تجربة الإنكماش 59

1.3 – نتائج ومناقشة 59

1.1.3 – العلاقة بين الانكماش وضياع الوزن 60

2.1.3 – تاثير طول وكمية الألياف على الانكماش 61

3.1.3 – تأثير أوساط الحفظ على الانكماش الحر 62

4.1.3 – تأثير غسل الألياف على الانكماش الحر في مختلف أوساط المعالجة 63

4 – تجربة زحف الخرسانة 63

1.4 – النتائج والمناقشة 64

1.1.4 – تأثير إضافة الألياف على زحف خرسانة 64

2.1.4 – تأثير أوساط الحفظ على زحف خرسانة الألياف 64

3.1.4 – تأثير طول الألياف على زحف الخرسانة 65

4.1.4 – تأثير نسب التحميل على زحف خرسانة الألياف في مختلف أوساط الحفظ..... 65

5.1.4 – تأثير غسل الألياف على زحف خرسانة الألياف 67

6 – الخلاصة 67

الخلاصة العامة..... 69