

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية العلوم والتكنولوجيا و علوم المادة
قسم الري و الهندسة المدنية

الرتبة :

رقم السلسلة :



مذكرة ماستر أكاديمي
في الهندسة المدنية
تخصص: منشآت مدنية وصناعية

من إعداد الطلبة :

طاهري فاطمة الزهرة

رمال سلوى

الموضوع :

دراسة و نمذجة الانكماش في الخرسانة المعززة بالألياف

النخيل

تاريخ المناقشة: 2013/08/17

أعضاء اللجنة:

رئيس اللجنة	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ مساعد أ	الأستاذ : حيرب سمير
مناقشة	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ مساعد أ	الأستاذة : مزباني نجمة
مؤطر	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ التعليم العالي	الأستاذ : كريكر عبد الواحد
مساعد مؤطر	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ مساعد ب	الأستاذة : أكشيش حميدة

السنة الجامعية: 2013/2012

تشكرات

الحمد لله الذي بنعمته تم الصالحات ، وبرعايته وتوفيقه تنال البركات ، والصلاة و

السلام على السراج المنير ، والمعلم الأول (ص) :

تتقدم بأسمى عبارات التقدير والاحترام لكل من قدم لنا المعونة والدعم من

قريب أو من بعيد ، ونخص بالذكر الأستاذ مخرمش عبد السلام ومختارمي عبد

الصمد ، والشكر الخاص إلى الأستاذة أكشيش حميدة وإلى كل أساتذة

قسم الري والهندسة المدنية .

إهداء

(وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

أهدي ثمرة هذا العمل

إلى من علمني أن الحياة مدرسة وأعاني على تحطبي اختباراتنا 'أبي العزيز رحمه الله

وادخله فسيح جنانه .

إلى من غمرتني بجنانها وعطفها 'أمي الحبيبة' أطال الله في عمرها

إلى أغلى الناس إخوتي وأخواتي إلى كل فرد من عائلتي

إلى كل من عائلة رمال حامدي سلطاني

إلى عائلة طاهري وغادة وبلحوت وبن قلية وبالطيب

إلى كل صديقاتي وزملائي وكل من عرفني يوما

إلى أساتذة وطلبة الهندسة المدنية



إهداء

بسم الله والصلاة والسلام على خير خلق الله محمد ابن عبد الله عليه أفضل الصلاة وجل التسليم

اهدي ثمرة جهدي إلى 'أمي الغالية' و'والدي الكريم' حفظه الله
إلى إخواني وأخواتي الأعزاء 'عماد كوثر فارس والصغيرة شيما'
إلى كل أهلي وأقاربي .

إلى كل صديقاتي دون استثناء .

إلى أختي سلوى رمال وأخي غادة مبارك .

إهداء خاص إلى عبد الحلیم مسعودي .

وإلى كل من عرف وأحب فاطمة الزهراء .

فاطمة الزهراء



Résumé : le renforcement du béton par des fibres des palmiers est devenu un sujet de recherche de plus en plus répandu chez les chercheurs qui s'intéressent à améliorer les caractéristiques mécaniques et rhéologiques du béton, et cela à cause du climat chaud et sec dominant dans les régions du Sahara. Ce dernier a un impact négatif sur le béton.

Notre étude a pour objectif d'étudier l'impact des caractéristiques des fibres de palmiers existant à la région de Ouargla sur le béton pour améliorer son comportement rhéologique notamment le retrait et quelques caractéristiques mécaniques. Chacun des chercheurs a présenté un taux et une longueur précise des fibres pour améliorer ses caractéristiques. Dans notre recherche, nous avons mis l'accent sur ces résultats pour choisir le taux et la longueur optimale à utiliser et puis l'exploitation de ces résultats pour constater sa convenance, par des modèles mathématiques choisis par les chercheurs pour essayer de modéliser le retrait.

Les mots clés : Béton de fibres – Fibres des palmiers Dhekkar- Retrait- Modèle- Modélisation.

الملخص: إن تعزيز الخرسانة بألياف النخيل أصبح موضوع بحث واسع بالنسبة للباحثين المهتمين بتحسين الخصائص الميكانيكية وكذلك الريولوجية للخرسانة, وهذا نتيجة للمناخ الحار والجاف الذي تتميز به مناطقنا الصحراوية والذي يؤثر سلبا على خصائص هذه الأخيرة .
الهدف من بحثنا هو دراسة تأثير خصائص ألياف النخيل المتواجدة في منطقة ورقلة على الخرسانة لتحسين سلوكها الريولوجي لاسيما ظاهرة الانكماش مع التعرض إلى بعض الخصائص الميكانيكية. فكل من الباحثين أعطى نسبة وطول ألياف معينة لتحسين هذه الخصائص , وفي بحثنا هذا انطلقنا من هذه النتائج لاختيار الطول و النسبة الأمثلين ومن تم توظيف هذه النتائج في التحقق من صلاحية بعض بنماذج رياضية مختارة من طرف الباحثين لمحاولة نمذجة الانكماش .

الكلمات المفتاحية: خرسانة الألياف, ألياف الذكار, الانكماش, نموذج, النمذجة .

Abstract : reinforcement of concrete with fibers of palm has become a subject of research increasingly widespread among researchers who are interested in improving the mechanical and rheological characteristics of concrete, and that due to the hot and dry climate in the Sahara. This later has a negative impact on the concrete.

Our study aims for studying the impact of the characteristics of palm fibers existing in the area of Ouargla, on the concrete to improve its rheological behavior notably withdrawal and some mechanical characteristics. Each researcher presented a precise rate and length of fibers to improve its characteristics. In our research, we focused on these results to select the optimum rate and length to be utilized and then the use of these results to check its convenience, by mathematical models chosen by researchers trying to model the withdrawal.

Key words: concrete of fibers – Fibers of palms Dhekkar-Withdrawal-Model-Modeling.

العلامات المستعملة:

الحروف اللاتينية :

a^2 : مساحة السطح.

A/C: الحبيبات الصلبة / كمية الاسمنت.

C_A : معامل الامتصاص.

C(t): دالة العمر.

d: قطر الليف.

eh: الرطوبة النسبية.

E/C: الماء على الاسمنت.

$E(t')$: معامل يونغ يتعلق بعمر الاسمنت.

E(28): معامل يونغ الخاص بالخرسانة عند 28 يوم.

E_s : مكافئ الرمل.

f^c : مقاومة الخرسانة عند 28 يوم ب ksi.

F: شدة القوة المطبقة على العينة .

I_A : نسبة الشوائب .

l: طول الألياف.

l/d: التباعد بين الألياف .

K' : دالة درجة حرارة الحفظ.

k_s : حساب دالة الشكل.

Mf: معامل النعومة.

M_t : وزن العينة (غ).

$Q(t^*)$: معمل دالة الزمن.

RC: المتبقي المجمع.

S : مساحة المقطع العرضي.

S/G: الرمل على الاسمنت.

t_0 : الزمن الابتدائي بالأيام يتعلق بأول قراءة.

T: درجة حرارة الحفظ بالكالفن..

T_0 : 273 كالفن.

v_f : حجم الألياف.

V_s : حجم العينة.

V_t حجم العينة (سم³).

الرموز :

α : الميل بين منحنى ϵ_{fs} و ϵ_{os} .

δt : الانكماش بعد كل يوم .

δult : الانكماش الحادي.

ρ_a : الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم³).

ρ_s : الكتلة الحجمية المطلقة.

σ_c : مقاومة الضغط.

σ_f : مقاومة الانحناء Mpa.

τ_s : معامل دالة أبعاد العينة .

ϵ : قيمة الانكماش م/م.

ϵ_{fs} : قيمة الانكماش بعد النمذجة.

ϵ_{0s} : قيمة الانكماش في الخرسانة الشاهدة .

الفهرس

I..... قائمة الجداول

II..... قائمة الأشكال

IV..... العلامات المستعملة

1..... مقدمة عامة

الفصل الأول / الجزء الأول :عموميات حول الألياف وخرسانة الألياف

1-1..... مقدمة 3

2-2..... المادة المركبة 3

3-3.....عموميات حول الألياف 4

3-1.....أنواع الألياف 4

3-2.....الهدف من إضافة الألياف 4

3-3.....خصائص الألياف 5

4-4..... طرق تركيب خرسانة الألياف 5

4-1..... طريقة Rossi 6

4-2..... طريقة Serna Ross 6

5-5..... الخصائص الميكانيكية 7

5-1..... مقاومة الانحناء 7

5-2..... مقاومة الضغط 7

7-7..... خلاصة 8

الفصل الأول / الجزء الثاني: خصائص المواد المستعملة

1-1.....مقدمة 9

2-2.....خصائص المواد المستعملة 9

9.	.....	1-2 - الركام.
...9	.....	1-1-2 التدرج الحبيبي.
11	.....	2-1-2 معامل النعومة.
11....	.....	3-1-2 الكتلة الحجمية للركام.
12	.....	4-1-2 معامل الامتصاص.
12	.....	5-1-2 تجرية مكافئ الرمل.
13	.....	6-1-2 نقاوة الحصى.
13.	.....	2-2 - ماء الخلطة.
13.	.....	3-2 - الألياف.
...13	.....	1-3-2 لخصائص الكيميائية لألياف نخيل الذكار.
..14	.....	2-3-2 التركيب النسيجي للألياف.
15	.....	3-3-2 الخصائص الفيزيائية لألياف النخيل.
16	.....	3- خلاصة.

الفصل الثاني: عموميات حول الانكماش

17	.....	1- المقدمة.
18	.....	2- تعريف الانكماش.
18	.....	3- أنواع الانكماش.
.....18	.....	3-1- الانكماش اللدن
.....19	.....	3-2-1- الانكماش الداخلي
.....19	.....	3-2-2- انكماش التحفيف
20	.....	4- العوامل المؤثرة على الانكماش.
20	.....	5- مختلف الحلول لتجنب الانكماش.

206- العوامل المؤثرة على الانكماش في خرسانة الألياف

.....20 1-6 تأثير طبيعة وطول الألياف

.....21 2-6 تأثير كمية الألياف

.....22 3-6 تأثير التنقية من الشوائب

237- خلاصة

الفصل الثالث: عموميات حول النمذجة

241- مقدمة

242- تعريف

.....24 1-2- النمذجة و النمذجة

.....24 2-2- انجاز نموذج

253- نمذجة الانكماش

.....25 1-3- نمذجة الانكماش للخرسانة العادية

.....25 Révision ACI 209R-92 1-1-3

..... (Bazant et Pannul25) نموذج 2-1-3

.....27 2-3- نمذجة الانكماش لخرسانة الألياف

.....27 Hacéne HOUARI 1-2-3 - نموذج

.....28 YOUNG et CHERN 2-2-3 - نموذج

304- خلاصة

الفصل الرابع : الجانب العملي

311- مقدمة

312- طريقة تحديد تركيبة الخرسانة وخرسانة الألياف

313- تحضير الألياف

32	4- طرق التجارب.....
32	4-1- تجربة الانحناء.....
33	4-2- تجربة الضغط.....
33	4-3- تجربة الانكماش.....
34	5- النتائج والمناقشة.....
34	5-1- تجربة الانحناء.....
35	5-2- تجربة الضغط.....
36	5-3- تجربة الانكماش.....
37	6- دراسة نموذج الانكماش.....
37	6-1- نموذج YOUNG et CHERN.....
41	6-2- نموذج Hacène HOUARI.....
43	7- خلاصة.....
44	الخاتمة العامة.....
45	المراجع.....

قائمة الأشكال

الفصل الأول / الجزء الأول :عموميات حول الألياف وخرسانة الألياف

-3..... الشكل (1-I) المادة المركبة
-4..... الشكل (2-I) تقسيم الألياف الطبيعية
-5..... الشكل (3-I) وظيفة الألياف
-6..... الشكل (4-I) تعيين نسبة (S/G) المثلى
-7..... الشكل (5-I) تحديد نسبة (S/G) المثالية

الفصل الأول / الجزء الثاني : خصائص المواد المستعملة

-10..... الشكل (6-I) منحنى التدرج الحبيبي الخاص بالحصى
-11..... الشكل (7-I) منحنى التدرج الحبيبي الخاص بالرمل
-14..... الشكل (8-I) ملاحظة نسيج ألياف النخيل
-14..... الشكل (9-I) ملاحظة الفراغات في نسيج الألياف..

الفصل الثاني :عموميات حول الانكماش

-19..... الشكل (1-II) ميكانيكية حدوث الانكماش اللدن
-21..... الشكل (2-II) تأثير طبيعة الألياف على الانكماش
-22..... الشكل (3-II) تأثير كمية الألياف على الانكماش في الخرسانة
-23..... الشكل (4-II) تأثير غسل ألياف النخيل على الانكماش في خرسانة الألياف

الفصل الرابع : الجانب العملي

- 32..... الشكل (1-IV) ألياف نخيل الذكار.....

- 33 الشكل (IV-2) جهاز قياس الضغط.
- 34 الشكل (IV-3) جهاز قياس الانكماش.
- 34 الشكل (IV-4) تغير مقاومة الانحناء بدلالة الزمن لمختلف العينات من نوع (7x7x28) سم .
- 35 الشكل (IV-5) تغير مقاومة الانحناء عند 28 يوم لمختلف العينات من نوع (10x10x40) سم .
- 35 الشكل (IV-6) تغير مقاومة الضغط بدلالة الزمن لمختلف العينات من نوع (7x7x28) سم .
- 36 الشكل (IV-7) تغير مقاومة الضغط عند 28 يوم لمختلف العينات من نوع (10x10x40) سم .
- 36 الشكل (IV-8) تشوه الانكماش لمختلف عينات الخرسانة بدلالة الزمن .
- 40 الشكل (IV-9) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-6).
- 40 الشكل (IV-10) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-1.5).
- 42 الشكل (IV-11) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-1.5).
- 42 الشكل (IV-12) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-6).

قائمة الجداول

الفصل الأول / الجزء الأول :عموميات حول الألياف وخرسانة الألياف

جدول (1-I) خصائص بعض الألياف المستعملة في مجال البناء5

الفصل الأول / الجزء الثاني: خصائص المواد المستعملة

الجدول (2-I) نتائج تجربة التدرج الحبيبي للحصى :10

الجدول(3-I) نتائج التدرج الحبيبي للرمل11

الجدول(4-I) نتائج تجربة مكافئ الرمل موضحة في الجدول التالي13

الجدول (5- I) التحليل الكيميائي لمسحوق الألياف المحروقة في درجة 400 م13

الجدول (6- I) الخصائص الفيزيائية لألياف النخيل15

الفصل الرابع : الجانب العملي

الجدول (1- IV) علاقات الانكماش في نموذج YOUNG et CHERN38

الجدول (2- IV) قيم المعاملات في نموذج YOUNG et CHER38

الجدول (3- IV) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 6سم39

الجدول (4- IV) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 1.5س39

الجدول(5- IV) نتائج الانكماش في خرسانة الألياف ل = 1.5سم41

الجدول (6- IV) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 6سم41

مقدمة عامة

مقدمة عامة

كانت دراسة المنشآت في الهندسة المدنية خاصة فقط بالسلوكات الميكانيكية للخرسانة ومكوناتها الأصلية، ولكن اكتشف ان هناك أخطار تواجه المنشأة ناتجة عن سلوك الخرسانة في حد ذاتها نتيجة الظروف الطبيعية المحيطة بها وخاصة الأجواء الحارة والجافة حيث إن لها تأثير كبير على الخصائص الريولوجية للخرسانة.

من بين الحلول التي لجأ إليها العلماء إضافة محسنات كيميائية و من ثم ظهرت فكرة تعزيز الخرسانة بالألياف المعدنية والزجاجية والكربونية لتحسين قوى الشد وتجنب التشققات، لكن هذه الألياف مكلفة بالإضافة إلى الأضرار التي تلحقهم بصحة الإنسان والوسط في حد ذاته.

وللحفاظ على الوسط الطبيعي واستغلال ثرواته اقترح تعزيز الخرسانة بالألياف الطبيعية لتحسين سلوكها الميكانيكي (مقاومته القوى الشد، الإنحاء...) و الريولوجي (الزحف، الانكماش... الخ) وهذه الألياف بأنواعها يختلف مدى تأثيرها الإيجابي على الخرسانة.

ونظرا للطبيعة الصحراوية المناخ الحار والجاف الغالب على منطقتنا وحسب الدراسات السابقة التي بينت ضعف الخرسانة في هذه الأجواء، جاءت فكرة تعزيز الخرسانة بألياف نخيل الذكار لتتمين الثروة النباتية الهائلة التي يتميز بها جنوبنا الكبير. فما هو مدى تأثير هذه الألياف في تحسين خصائص مقاومة الخرسانة في مثل هذه الأجواء؟

في بحثنا هذا سنحاول من خلال التجارب التطبيقية التعرف على مدى تأثير ألياف نخيل الذكار في النسيج الخرساني على السلوك الريولوجي للنسيج تحت تأثير ظاهرة الانكماش كما دعمنا دراستنا بالقيام بعملية النمذجة لاختيار النموذج المناسب الذي يسمح لنا بتتبع التغير الحاصل خلال الزمن و هذا انطلاقا من نماذج سابقة.

دراستنا هذه مقسمة إلى أربعة فصول متتالية :

- الفصل الأول تعرضنا في الجزء الأول منه إلى بعض المفاهيم الأساسية حول الألياف وخرسانة الألياف أما الجزء الثاني تطرقنا إلى بعض التجارب للتعرف على الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية لمواد المستعملة، وكذلك تحديد التركيبة الخرسانية للخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف.

- في الفصل الثاني تطرقنا فيه إلى عموميات حول ظاهرة الانكماش وإلى العوامل المؤثرة بالنسبة للخرسانة الشاهدة وكذلك خرسانة الألياف .
 - الفصل الثالث تعرضنا فيه إلى عموميات حول النمذجة وطرق إنشاء نموذج واختارنا نموذجين بالنسبة للخرسانة الشاهدة وخرسانة الألياف لتتبع التغير الحاصل نتيجة ظاهرة الانكماش ومناقشتها مع النتائج التحريية المتحصل عليها.
 - في الفصل الرابع تعرضنا إلى كل الأعمال المخبرية التي قمنا بها و من ثم مناقشة وتفسير النتائج المحصل عليها و تقدم أهم التوصيات اللازمة.
- وفي الأخير اختتمنا دراستنا بملخصة عامة لعرض كل النتائج المتحصل عليها فيما يتعلق بسلوك خرسانة الألياف تحت تأثير ظاهرة الانكماش .

الفصل الأول / الجزء الأول
عموميات حول الألياف و خرسانة
الألياف و خرسانة الألياف

1 - مقدمة :

الخرسانة هي المادة التي تملك النصيب الأكبر من الاستعمال في مجال الإنشاء و ذلك للخصائص التي تتميز بها ،ومن بينها أنها سهلة القولية و مقاومة للاحتراق وكذلك الضغط، لكنها تعاني من ضعف مقاومتها للشد لهذا تظهر عليها التشققات بشكل سريع لذا يستوجب علينا تسليحها بالفولاذ للتقليل من هذه التشققات . ولوجود بعض المشاكل والصعوبات اقترحنا إضافة الألياف عوضا عن الفولاذ، أما عن الخصائص الميكانيكية لخرسانة الألياف تتعلق بعدة عوامل من بينها اتجاه توزيعها في الخرسانة.

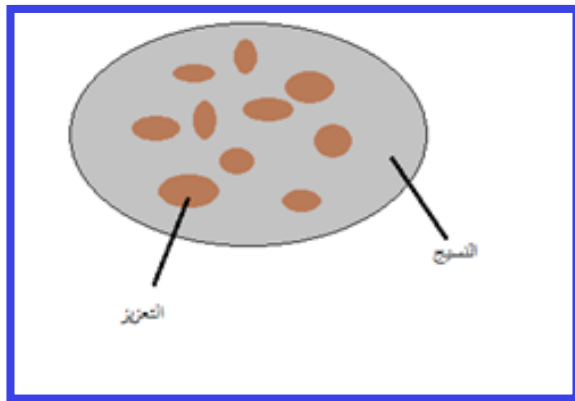
2- المادة المركبة :

المادة المركبة عادة تتكون من طور أو عدة أطوار غير مستمرة موزعة في طور مستمر ،في حالة عدة أطوار غير مستمرة ذات طبيعة مختلفة المادة تسمى هجين.

الطور الغير مستمر يكون أكثر صلابة مع خصائص ميكانيكية عالية من الطور المستمر حيث يدعى الطور المستمر(النسيج) يدعى الطور الغير مستمر (التعزيز)

المادة المركبة ذات مصادر مختلفة منها العضوية و المعدنية وفي مجال الإنشاء و عادة ما يكون النسيج عبارة عن (اسمنت مونة و خرسانة).

أما التعزيز فيأخذ عدة أشكال (قضبان ألياف نسيج من الخيوط... الخ)[1]

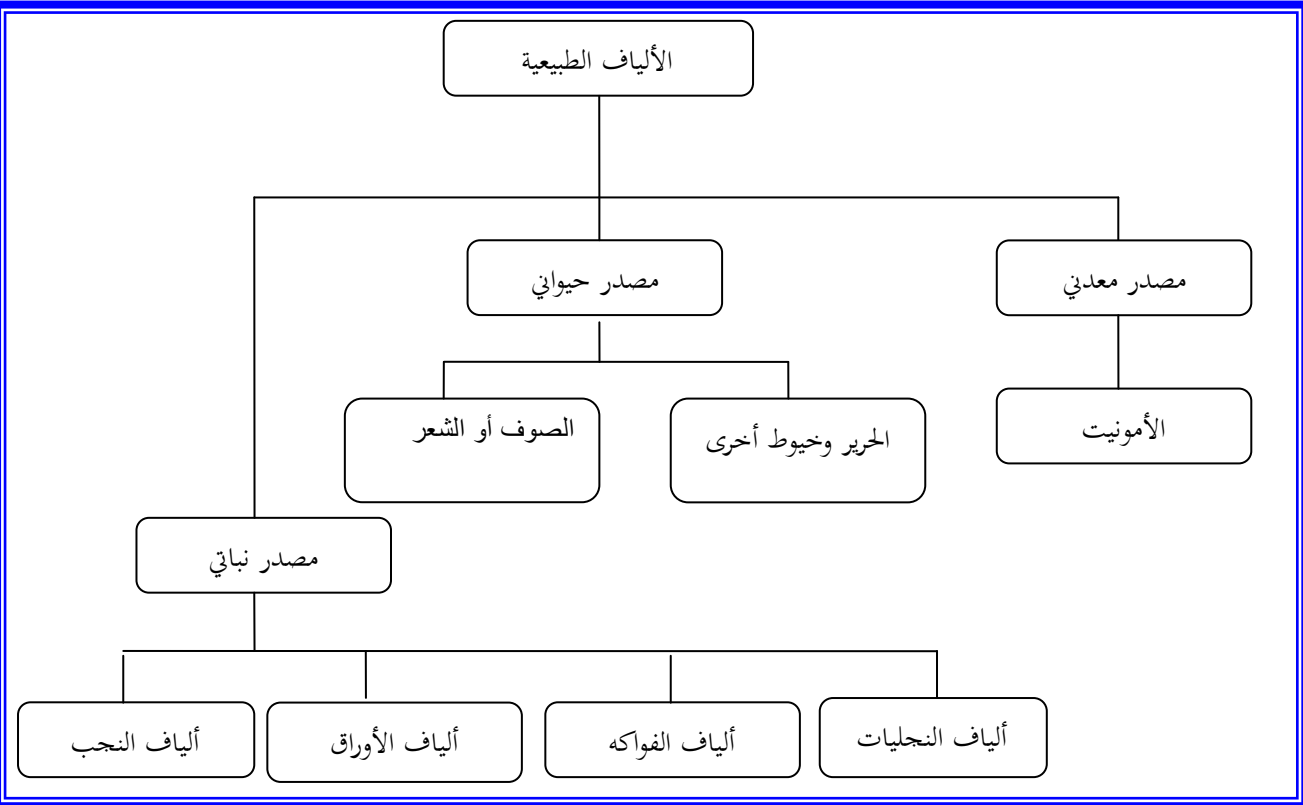


الشكل (I-1) المادة المركبة

3-عموميات حول الألياف :

3-1-أنواع الألياف :

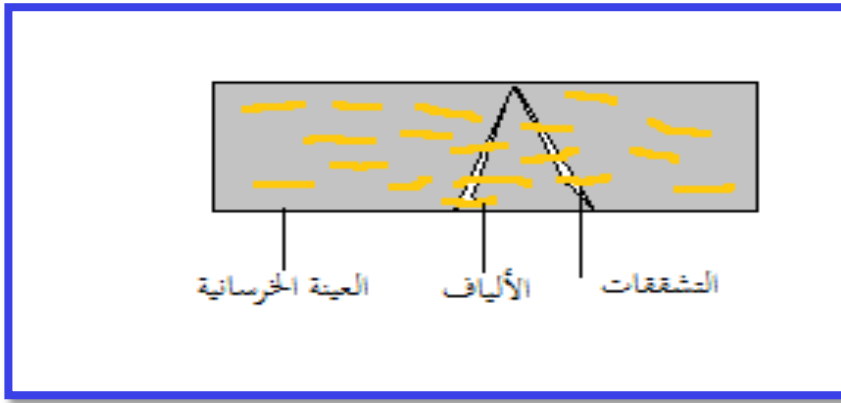
هناك نوعان من الألياف طبيعية و صناعية و كل منها له خصائص مميزة (فيزيائية و كيميائية) و كذلك استعمالات عديدة. الألياف الطبيعية متوفرة بكثرة و تكلفتها قليلة على عكس الألياف الصناعية مكلفة بالإضافة إلى الأضرار الصحية التي تخلفها، هذا ما فتح بابا واسعا أمام استعمال الألياف الطبيعية في مجال البناء. [2]



الشكل (1-2) تقسيم الألياف الطبيعية

3-2-الهدف من إضافة الألياف :

إن دمج الألياف في الخرسانة يزيد من مقاومتها للشد و يقلل من الهشاشة وكذلك الانكماش و بالتالي فالهدف الرئيسي من إضافة الألياف هو التقليل من التشققات لأنها تتميز بسهولة توزيعها في عناصر الإنشاء (توضعها عكس اتجاه التشققات) مما يعيق انتشارها كما هو مبين في الشكل.



الشكل (3-I) وظيفة الألياف

3-3- خصائص الألياف: الجدول يبين خصائص الألياف الأكثر استعمالاً في البناء.

جدول (1-ا) خصائص بعض الألياف المستعملة في مجال البناء [1]

الألياف	القطر (مم)	الطول (مم)	الكتلة الحجمية (كغ/مم ³)	مقاومة الشد (ميغاباسكال)	معامل الليونة (ميغاباسكال)	الاستطالة (%)
الفولاذ	(5-500) 10 ⁻³	20-80	7800	3000-1000	200	4-3
الامونيت	(0.02-20) 10 ⁻³	80-20	2600	300	160	3-2
الزجاج	(20-0.02) 10 ⁻³	70-40	2600	300-150	80	3.5-2
البوليبروبلان	7.5	-	913	250	2.0	24-2
السلولوز	(45-14) 10 ⁻³	1-3	1500	150-500	40-20	12-8
جوز الهند	20-700	-	1177	107	9	37.7
السيزال	2-30	-	1370	363	15.2	5.2

4- طرق تركيب خرسانة الألياف :

تعتمد تركيبية خرسانة الألياف أساساً عن النتائج التجريبية التي تعطينا تركيبات مثلى بدلالة تشغيل ومقاومة جيدة وهذا يعود إلى

وجود طريقة أساسية لتركيب خرسانة الألياف تم تطويرها من طرف الباحثين Serna Ross و Rossi انطلاقاً من طريقة

الباحث Baron Lesage و التي تعتمد على الفرضيات التالية :

■ نسبة الماء/الاسمنت (E/C) ثابتة في البداية، الخرسانة الأسهل في التشغيل و الأكثر تماسكاً هي الهيكل الخرساني

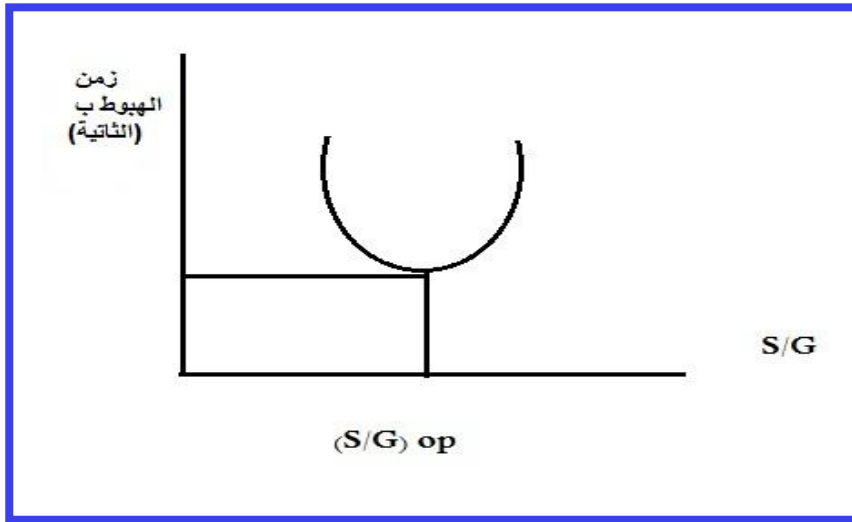
الأمثل.

- المقدار الأمثل من الركام لا يتعلق بطبيعة و حجم العجينة الإسمنتية .
- إدخال الألياف الفولاذية لا يغير من الفرضيتين السابقتين .

1-4 - طريقة Rossi :

الطريقة التي اتبعها Rossi تطبق في ثلاث مراحل:

- في البداية ثبت نسبة ال (E/C) و كذلك نسبة الألياف.
 - ثم قام بتغيير نسبة ال (S/G) و تحديد التشغيل من أجل كل نسبة ثم رسم المنحنى الذي يوضح العلاقة بين (S/G) بواسطة جهاز الليونة وبعد ذلك تم تعيين النسبة (S/G) التي تعطي التشغيل الأمثل .
 - انطلاقا من الفرضية الثانية نستطيع أن نزيد كمية الماء الاسمنت.
- مع الاحتفاظ بنسبة ال (E /C) ثابتة حتى نحصل على التشغيل المرغوب فيه



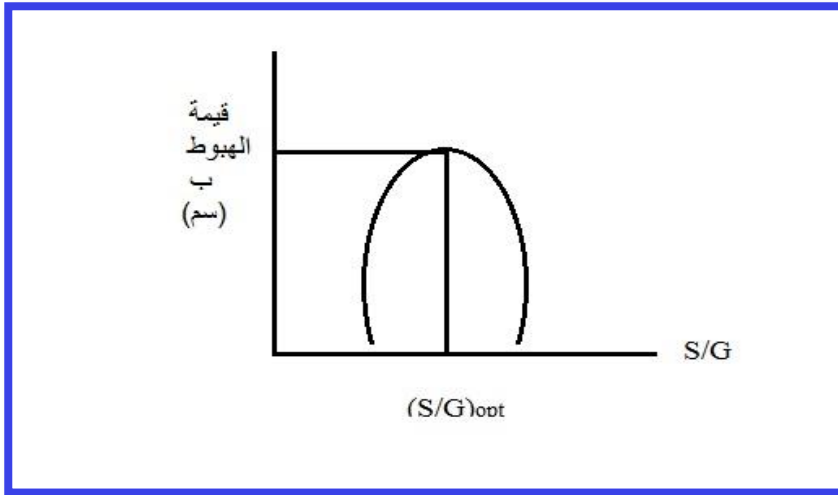
الشكل (4-1) تعيين نسبة (S/G) المثلى [1]

2-4 - طريقة Serna Ross :

اتبع نفس طريقة روسي فهي الأخرى فيها ثلاث مراحل:

- بحيث في الخطوتين الأولى اتبع نفس الطريقة (Rossi) ماعدا الخطوة الأخيرة التي اعتمد فيها على الفرضية الثانية بحيث نستطيع أن نزيد كمية الماء و الركام فقط أما الاسمنت تبقى ثابتة إذن (E/C) يتغير حتى نحصل على التشغيل المرغوب فيه في الأخير قام بتحديد النسبة (S/G) المثلى.

- Rossi و Serna Ross انطلقا من طريقة الباحث [1] Baron Lesage .



الشكل (5-I) تحديد نسبة (S/G) المثالية [1]

5- الخصائص الميكانيكية:

5-1- مقاومة الانحناء :

مقاومة الانحناء تتزايد مع تزايد نسبة الألياف وطولها وكذا طريقة توزيعها إلى أن تصل إلى قيمة مثلى وهذا ناتج عن الالتحام بين الخرسانة و الألياف وكذلك العامل الثاني وهو وسط الحفظ فالخرسانة المحفوظة في الهواء تكون أقل مقاومة من المحفوظة في الأوساط الأخرى مثل الماء. [1]

5-2- مقاومة الضغط :

مقاومة الضغط تتناقص بزيادة نسبة الألياف وهذا راجع إلى حدوث التشابك مما يؤدي إلى نقص التشغيل في الخرسانة وبالتالي نقص مقاومتها أما تعرضها للهواء الطلق يؤدي إلى تبخر الماء مقارنة بالمغطاة بنسيج الجيب. أما النتائج التي تحصل عليها [2] بالنسبة لمقاومة الضغط تتزايد في الفترة ما بين 28-90 يوما فإنها تتزايد بالنسبة لجميع العينات (الخرسانة الشاهدة و خرسانة الألياف) وبعد مدة نسجل تناقص ملحوظ في مقاومة الضغط خاصة بالنسبة للعينات ذات الخصائص التالية (60سم - 06 %).

مقاومة الضغط تتعلق بنسبة وطول الألياف معا.

7- خلاصة:

- المادة المركبة متواجدة بكثرة وبمختلف أشكالها في خرسانة الألياف.
- الألياف مستعملة في البناء منذ القدم لكن لا تزال قيد الدراسة حتى يومنا هذا وبالتحديد الألياف النباتية.
- الألياف النباتية يمكن استعمالها كتعزيز للخرسانة وتعطي نتائج جيدة قابلة للمناقشة.
- إضافة الألياف تزيد من مقاومة الانحناء و لكن بالمقابل تقلل من مقاومة الضغط.
- طول ونسبة الألياف يؤثران على الخصائص الميكانيكية للخرسانة.

الفصل الأول/ الجزء الثاني

خصائص المواد المستعملة

1-مقدمة:

الخرسانة هي مادة أساسية في مجال البناء وهي خليط غير متجانس يحتوي عادة على (10-15%) اسمنت (60-75%) رمل ناعم وحشن (15-20%) ماء من الحجم الكلي للخرسانة . ونوعية الخرسانة راجع لمكوناتها،لهذا سنتطرق إلى دراسة مختلف مكوناتها وتركيب الخلطة الخرسانية.

2-خصائص المواد المستعملة :

1-2 - الركام :

في هذه الدراسة استعملنا الموارد المحلية (الركام) المتواجد في المنطقة والتي تمثل أكثر و قد قمنا بدراسة الخصائص الفيزيائية من خلال التجارب التالية :

- الكتلة الحجمية .
- مكافئ الرمل .
- نقاوة الحصى .
- التدرج الحبيبي .

الرمل: هو رمل بناء من منطقة حاسي السايح ولاية ورقلة.

الحصى : هو عبارة عن حصى مكسر مستخرج من محجرة حوض الحمراء ولاية ورقلة .

خصائص الركام المستعمل: الركام له تأثير كبير على الخرسانة في كلتا الحالتين الطازجة و الصلبة لذا يجب أن يكون ذو خصائص جيدة .

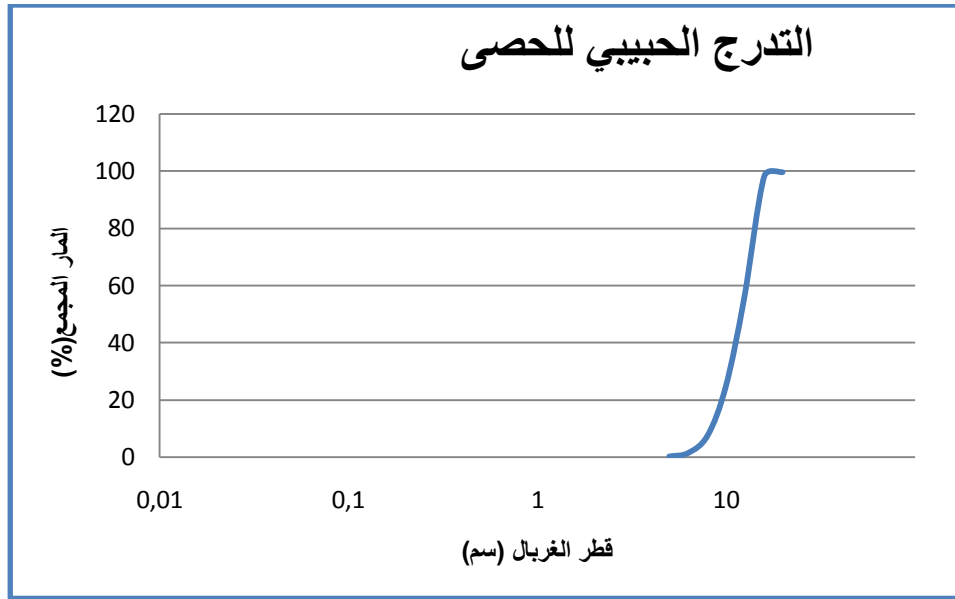
1-1-2 التدرج الحبيبي :

الهدف من هذه التجربة هو معرفة أبعاد الركام المستعمل و معرفة معامل النعومة الخاص بالرمل ،المعرفة بالمعيار

. NFP18 – 560

الجدول (2-I) نتائج تجربة التدرج الحبيبي للحصى :

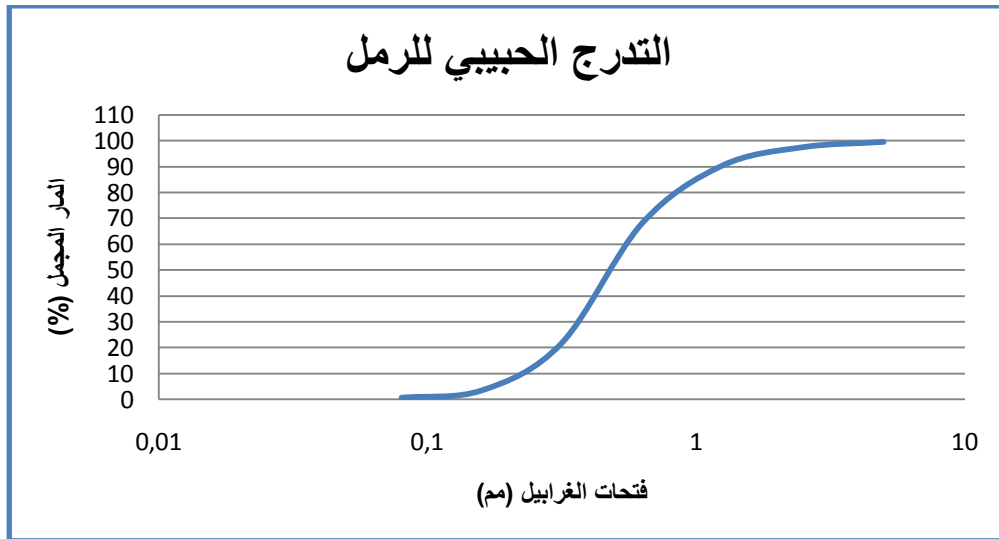
النسب للمار المجموع (%)	النسب للمتبقي المجموع (%)	المتبقي المجمع (غ)	المتبقي الجزئي (غ)	الغرابيل (مم)
99.567	0.433	6.5	6.5	20
98.227	1.773	26.6	20.1	16
55.434	44.566	668.5	641.9	12.5
24.72	75.28	1129.2	460.7	10
7.467	92.533	1388	258.8	08
1.3	98.7	1480.5	92.5	6.3
0.1	99.8	1498.5	18	5
0.02	99.9	1499.7	1.2	القاع



الشكل (1-6) منحنى التدرج الحبيبي الخاص بالحصى

الجدول (I-3) نتائج التدرج الحبيبي للرمل

النسب للمار المجموع (%)	النسب للمتبقي المجموع (%)	المتبقي المجموع (غ)	المتبقي الجزئي (غ)	الغراييل (مم)
99.45	0.55	5.5	5.5	5
97.4	2.6	26.2	20.7	2.5
90.25	9.75	97.5	71.3	1.25
68.03	31.97	319.7	222.2	0.63
21.6	78.4	7.84	464.3	0.315
3.6	96.4	964.4	180.4	0.16
0.7	99.3	993.8	29.4	0.080



الشكل (I-7) منحنى التدرج الحبيبي الخاص بالرمل

(1-1)

$$M_f = \sum RC / 100$$

2-1-2 - معامل النعومة:

Mf : معامل النعومة .

RC: المتبقي المجموع (%) في الغراييل الخاصة ذات الفتحات التالية (5, 2.5, 1.25, 0.63, 0.315, 0.16, 0.080)

$$M_f = \sum (0.55 + 2.6 + 9.75 + 31.97 + 78.4 + 96.4 + 99.3) / 100 = 2.20 \%$$

معامل النعومة = 2.20% (الرمل هو رمل خشن يستعمل في الخرسانة العادية).

2-1-3 - الكتلة الحجمية للركام :

(2-1) $\rho_a = M_t/V_t$. الكتلة الحجمية الظاهرية : هي الكتلة على الحجم دون أخذ الفراغات بعين الاعتبار .

$$\rho_a \text{ الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم}^3\text{)}$$

$$M_t \text{ وزن العينة (غ)}$$

$$V_t \text{ حجم العينة (سم}^3\text{)}$$

$$\rho_{a s} = 1.494 \text{ غ/سم}^3 \text{ : الكتلة الحجمية الظاهرية للرمل}$$

$$\rho_{a g} = 1.226 \text{ غ/سم}^3 \text{ : الكتلة الحجمية الظاهرية للحصى}$$

(3-1) $\rho_s = M_s/V_s$. الكتلة الحجمية المطلقة : هي الكتلة على الحجم مع أخذ الفراغات بعين الاعتبار .

$$\rho_s \text{ : الكتلة الحجمية المطلقة (غ/سم}^3\text{)} .$$

$$M_s \text{ : وزن العينة (غ) .}$$

$$V_s \text{ : حجم العينة (سم}^3\text{)} .$$

$$\rho_{ss} = 2.5 \text{ غ/سم}^3 \text{ : الكتلة الحجمية المطلقة للرمل}$$

$$\rho_{s g} = 2.36 \text{ غ/سم}^3 \text{ : الكتلة الحجمية المطلقة للرمل}$$

2-1-4 - معامل الامتصاص :

نقوم بوزن عينة من الركام في الحالة الجافة ثم نغمرها في الماء حتى درجة التشبع ثم نقوم بوزنها فتتحل على نسبة الزيادة في الوزن

(4-1) $C_A = (M_h - M_s)/M_s$: بالعلاقة التالية:

CA = (206.8-200)/200=0.034 % - معامل الامتصاص للحصى:

CA=(118.5-100)/100=0.18 % - معامل الامتصاص للرمل:

CA=(4.5-1.7)/1.7=1.64 % - معامل الامتصاص للألياف:

كل من الرمل و الحصى لهما نسبة امتصاص للماء ضعيفة .

(5-1) $E_s = (h_1/h_2) \times 100$: تجربة مكافئ الرمل:

h1 : مستوى الرمل الصافي .

h2 : مستوى الرمل +الغضار والمواد العالقة .

الجدول (I-4) نتائج تجربة مكافئ الرمل موضحة في الجدول التالي

بواسطة المكبس	بدون مكبس	
8.36	9.13	ارتفاع h1 ب(سم)
13.2	13.2	ارتفاع h2 ب (سم)
63.33	69.16	مكافئ الرمل Es ب (%)

رمل يحوي نسبة قليلة من الطين يمكن استعماله في الخرسانة العادية (احتمال حدوث الانكماش)

2-1-6- نقاوة الحصى :

الهدف من هذه التجربة تعيين نسبة الشوائب العالقة في الحصى لمعرفة مدى صلاحيته في البناء،وذلك بأخذ عينة من الحصى وغسلها جيدا بالماء ثم وضعها داخل جهاز التحفيف.

(6-1)

$$I_A = (M_h - M_s) / M_s \times 100 \%$$

I_A : نسبة الشوائب (%) .

M_f : كتلة الحصى قبل الغسل ب (غ).

M_s : كتلة الحصى بعد الغسل و التحفيف ب(غ) .

$$I_A = (200.4 - 199.4) / 199.4 \times 100 = 0.5 < 2 \%$$

2-2 - ماء الخلطة :

الماء المستعمل في الخلطة هو ماء حنفية مخبر الهندسة المدنية.

2-3 - الألياف :

الألياف المستعملة في هذه الدراسة هي ألياف نخيل الذكار المتواجد في منطقة ورقلة.

2-3-1- الخصائص الكيميائية لألياف نخيل الذكار :

الجدول (I-5) التحليل الكيميائي لمسحوق الألياف المحروقة في درجة 400 م [3]

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PAF
48.04	6.12	2.51	0.05	4.88	14.21	1.81	2.80	0.42	0.45	18.08

من خلال النتائج المحصل عليها نلاحظ أن الجزء المعدني لألياف نخيل الذكار يحتوي على نسبة كبير من الكلس و السليس

(CaO ، SiO₂)

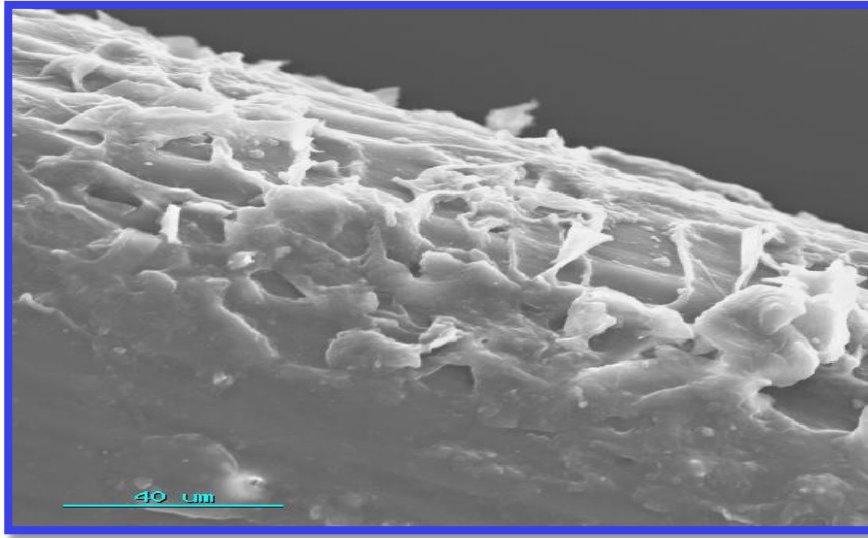
وهذا بالتعاون مع مخبر استغلال و تميمين الموارد الطبيعية في المناطق الجافة ومخبر URCG-STRUCTURE de

INSA de LYON أنجزت تحاليل الطيف الكيميائي spectrochimique لمسحوق ألياف الذكار المحروق في درجة

حرارة 400م [3].

2-3-2 - التركيب النسيجي للألياف:

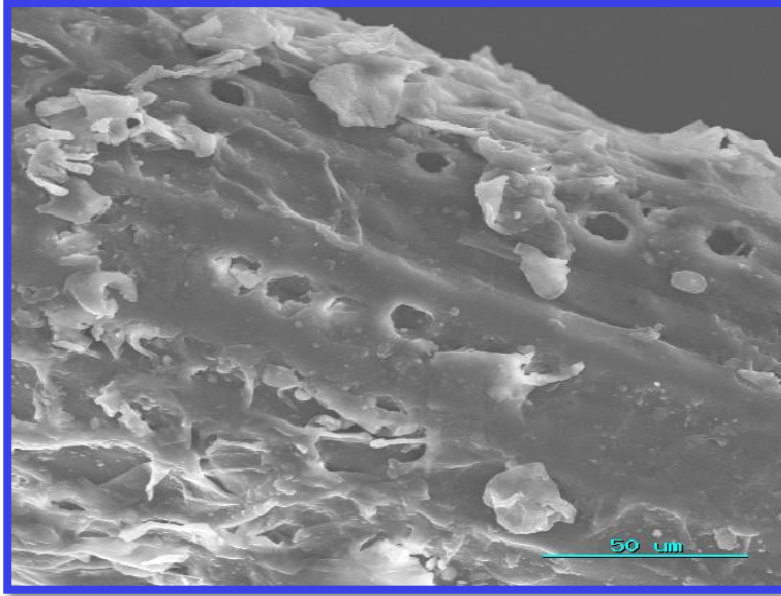
إن دراسة التركيب النسيجي لألياف النخيل بواسطة المجهر الالكتروني أظهر الصورة التالية



الشكل (I-8) ملاحظة نسيج ألياف النخيل [1]

من خلال الصورة يتبين أن نسيج الألياف لا يحتوي على شكل هندسي مستوي محدد (لا وجود لتركيب بلوري)

مما يعني أن تركيب الألياف هو تركيب غير بلوري يحوي مسامات هذا يعني قدرة امتصاصها للماء عالية.



الشكل (9-I) ملاحظة الفراغات في نسيج الألياف [1]

2-3-3- الخصائص الفيزيائية لألياف النخيل:

التجارب التي أعدها الدارسون لهذا النوع من الألياف سمحت بتحديد خصائص ألياف النخيل في منطقة ورقلة وهي كالآتي :

الجدول (6-I) الخصائص الفيزيائية لألياف النخيل [2]

نسبة الرطوبة W(%)	الكتلة الحجمية المطلقة ρ_a (kg/m ³)	الكتلة الحجمية الظاهرية ρ_a (kg/m ³)
9.5 – 10.5	1300 – 1450	512.21 – 1088.81

طول الألياف المستعملة في هذه الدراسة هي ألياف بطول ل=6سم و ل=1.5 سم أما النسبة الكتلية هي 0.3% لأنها

أعطت نتائج جيدة بالنسبة للانكماش و الخصائص الميكانيكية (الضغط و الانحناء) معا.

2-4- الاسمنت : الاسمنت المستخدم من نوع CRS له القدرة على مقاومة الأملاح ويضمن ديمومة أكثر للخرسانة .

3- خلاصة:

- الركام المستعمل نوعيته جيدة يمكن استعماله في الخرسانة العادية.
- الإسمنت المستعمل من نوع CRS له القدرة على مقاومة الأملاح ، يضمن ديمومة أكثر للخرسانة.
- الماء هو ماء حنفية المخبر صالح للشرب المتواجد في المخبر .
- الألياف المستعملة في الدراسة هي ألياف نخيل الذكار المتواجد في ولاية ورقلة له قدرة عالية على امتصاص المياه.
- تركيبة وطريقة خلط الخرسانة المعززة بالألياف تختلف عن الخرسانة الشاهدة.

الفصل الثاني

عموميات حول الانكماش

1-المقدمة :

تعرض المنشآت الخرسانية في الأجواء الحارة إلى ظروف بيئية قاسية مثل درجة الحرارة العالية و الرطوبة المنخفضة حيث تؤدي إلى تشقق الخرسانة و بالتالي تؤثر سلبا على متانة و عمر الخرسانة ،ففي المراحل الأولى لإنتاج الخرسانة بسبب هذه الظروف ففقدان كمية كبيرة من المياه عن طريق التبخر الأمر الذي يؤدي إلى انكماش الخرسانة و حدوث التشققات تتسرب من خلال المواد الضارة إلى داخل الخرسانة مؤدية إلى تدهورها مع مرور الوقت. ومن هذا المنطلق ظهرت فكرة ظاهرة الانكماش للخرسانة و عليه محاولة إيجاد السبب الكفيلة بمعالجة هذه الظاهرة .

2- تعريف الانكماش

إذا كانت لدينا عينة من الخرسانة وغير معرضة لأي قوى خارجية معلومة وحدث لها تغير في الأبعاد (الحجم) نتيجة للحركة الداخلية للجزئيات المكونة لها، نسمي هذه الظاهرة الانكماش فالانكماش هو خاصية من خواص الخرسانة المتصلدة في الهواء، لها تأثير كبير على الخرسانة لا يسبب مشاكل إلا إذا كان هناك قيد على الحركة حيث تنتج إجهادات شد داخل الخرسانة مما يؤدي إلى تشققها من أهم العوامل المؤثرة على التشقق هي نسبة الماء/الإسمنت في الخليط لأن زيادتها تعني زيادة الانكماش وبنفس الوقت انخفاض مقاومة الخرسانة كما أن زيادة كمية الإسمنت تزيد من الانكماش وعليه التشقق [4].

3- أنواع الانكماش : [4]

يوجد نوعان من الانكماش الأول يسمى انكماش قبل التحفيف و الثاني انكماش بعد التحفيف إلا أن النوع الثاني ينقسم إلى قسمين: الانكماش الذاتي و انكماش الجفاف .

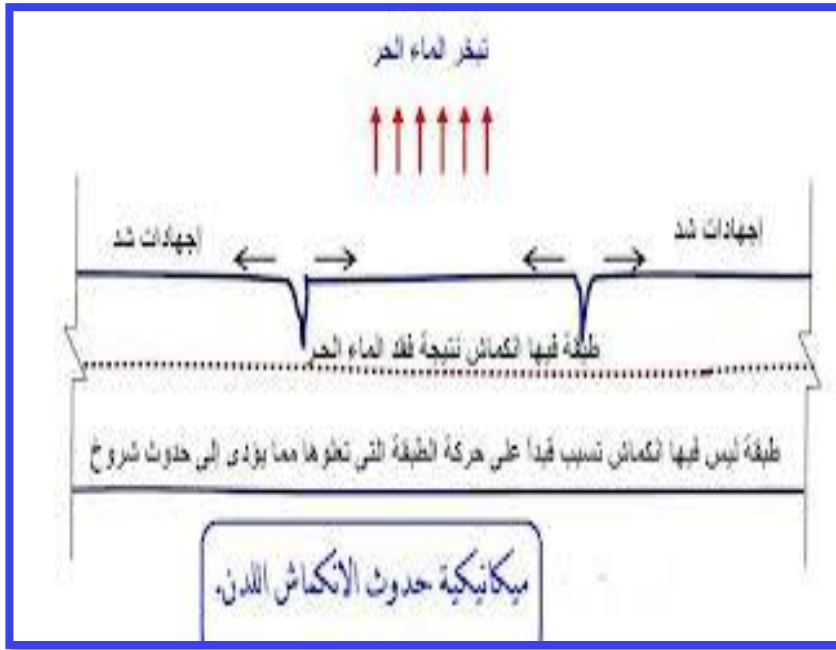
- هبوط الأجزاء الصلبة في الخلطة و فقد الماء الحر من الخرسانة الطازجة مما يسبب ما يعرف باسم "الانكماش اللدن"

- الاتحاد الكيميائي بين الاسمنت و الماء يؤدي إلى حدوث "الانكماش الذاتي"

- جفاف الخرسانة نتيجة فقد الماء يسبب حدوث "انكماش الجفاف"

3-1- الانكماش اللدن :

يحدث الانكماش اللدن قبل تصلد الخرسانة خلال بضعة ساعات من صبها و سببه هو فقد الماء الحر من الخلطة و هبوط الأجزاء الصلبة (الركام) إلى أسفل مما يؤدي إلى صرف الماء إلى الأعلى و تبخره. فعندما يكون معدل تبخر الماء من سطح الخرسانة أسرع من معدل الإدماء أي صعود الماء إلى سطح الخرسانة يحدث الانكماش اللدن بسبب المعدل العالي لبخار الماء نتيجة لانخفاض نسبة الرطوبة الجوية أو درجة الحرارة العالية أو تيارات الهواء الشديدة و يؤدي هذا النوع من الانكماش إلى حدوث شروخ سطحية بالخرسانة لهذا يلاحظ بصورة كبيرة في البلاطات. وتكون شروخ الانكماش اللدن عادة قصيرة و سطحية وتظهر في اتجاهين عكسيين في آن واحد . وفي حالة عناصر المنشآت سابقة الصب التي تصنع في أماكن مغلقة وتعالج جيداً فلا يخشى من خطورة شروخ الانكماش اللدن لصغرهما .



الشكل (1-II) ميكانيكية حدوث الانكماش اللدن

3-2-1- الانكماش الداخلي:

هو الذي له علاقة بتغير أبعاد الخرسانة دون التعرض لمؤثرات الخارجية وبدون انتقال الماء إلى الوسط الخارجي بحيث عندما تبدأ عملية الإماهة بين الاسمنت و الماء يحدث نقص في حجم المونة لأن المونة المتصلدة حجمها أقل من مجموع الخرسانة الداخلية و هو ما يعرف بالانكماش الذاتي لأنه ذاتيا نتيجة الإتحاد الكيميائي بين الاسمنت و الماء، وهما عاملين مؤثرين عليه .

- كمية الماء تتناسب عكسيا مع مقدار الانكماش فإذا كانت كمية الماء كبيرة فإن التفاعل الحادث لا يفقدنا كمية الماء كلها .

- التركيبة الكيميائية للاسمنت: نوعية اسمنت جيدة تعني حدوث تفاعل كيميائي تام دون استهلاك كبير للماء .

3-2-2- انكماش التجفيف :

هو الذي ينتج عن حركة الماء من الخرسانة إلى الوسط الخارجي بحيث عند انتقال الماء يحدث الانكماش بصورة واضحة ، و عندما تتعرض الخرسانة المتصلدة للجفاف فإنها تفقد أولا الماء الموجود في الفجوات و الشقوق الشعرية الداخلية و لا تبدأ في الانكماش إلا إذا استمر الجفاف بحيث تفقد الماء الموجود بالعجينة المتصلدة ذاتها نتيجة الجفاف، و يبدأ بمعدلات عالية و يستمر لمدة طويلة و لكن بمعدل يتناقص باستمرار . فهذا النوع من الانكماش يتناسب طرديا مع كمية الماء الموجودة بالخلطة و يتناسب عكسيا مع كمية الركام الموجودة.

4- العوامل المؤثرة على الانكماش:

- الماء: يحدث الانكماش نتيجة فقد الماء إلى المحيط فكلما كان تبخر الماء أكبر زادت إمكانية الانكماش أثناء الجفاف .
- الأسمنت: كمية ونعومة الإسمنت تؤثر على كمية الماء في الخلطة .
- الركام: كلما زادت كمية الركام زاد تأثير الركام على تقليل الانكماش لمونة الاسمنت وكذلك استعمال الركام ذي المساحة السطحية الأقل يساعد على تقليل محتوى الماء في الخلطة وبالتالي تقليل الانكماش.
- شكل العنصر بحيث العناصر الرفيعة وذات المساحة الكبيرة تكون معرضة أكثر للانكماش .
- التسليح: لأن حديد التسليح يكون بمثابة حاجز يمنع المكونات من النزول إلى الأسفل و بالتالي فإن الخرسانة المسلحة تقاوم الانكماش أكثر من الخرسانة العادية.

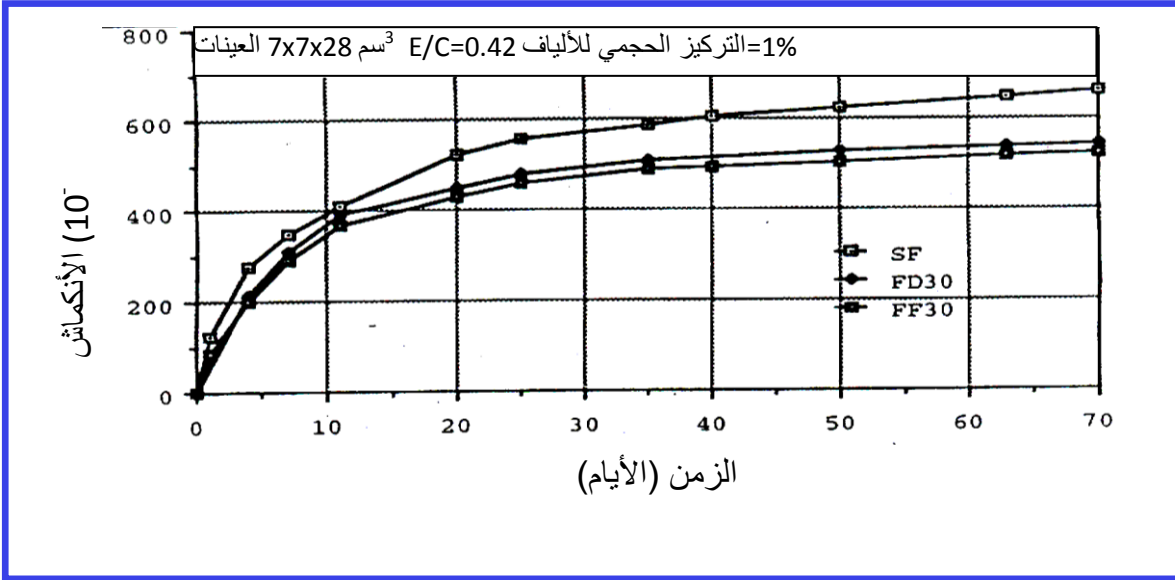
5- مختلف الحلول لتجنب الانكماش:

- معالجة الخرسانة تحت الماء: فإن الماء الداخلة في التفاعل يتم تعوضه من الماء الخارجي وتمتص العجينة الإسمنتية ماء زائدا مما يؤدي إلى زيادة طفيفة في الحجم .
- استعمال الركام ذي مساحة سطحية أقل يمكن أن يساعد على تقليل محتوى الماء في الخلطة وبالتالي يعمل على تقليل الانكماش.
- تغطية الخرسانة بعد صبها مباشرة بغطاء البلاستيك أو عدة طبقات من الخيش أو رشها بمواد سريعة التصلد لتكوين طبقة تمنع تبخر الماء قبل انتهاء فترة الإدماء.
- استعمال كاسرات الرياح وهي ألواح مائلة تعمل على تخفيض سرعة الهواء على سطح الخرسانة.

6- العوامل المؤثرة على الانكماش في خرسانة الألياف :

6-1 تأثير طبيعة وطول الألياف:

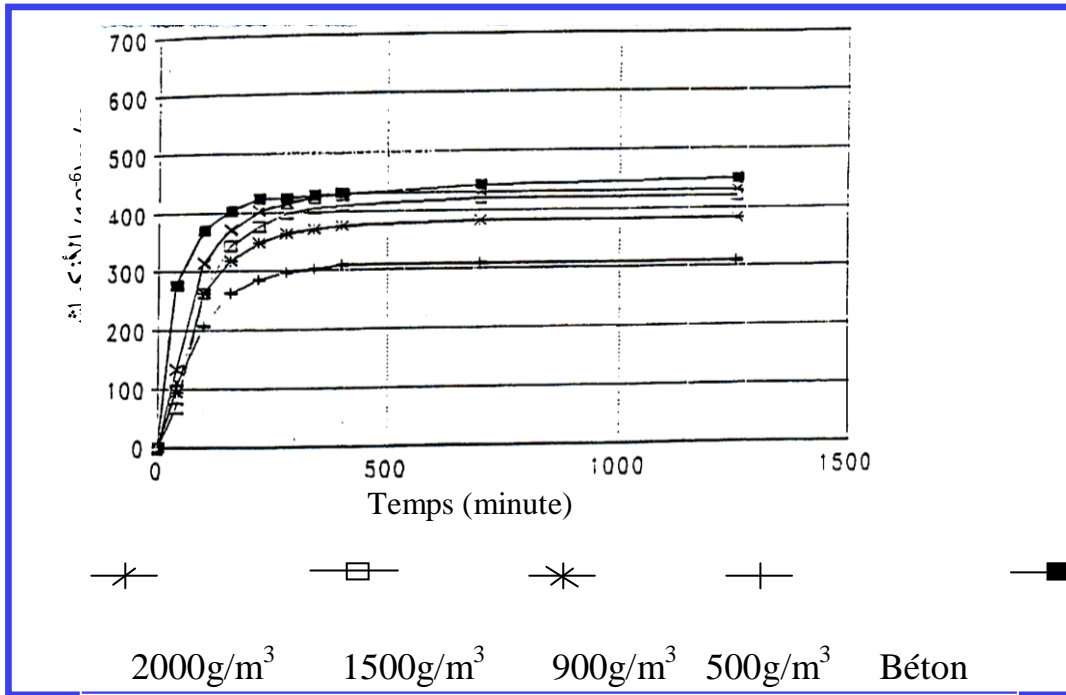
- الانكماش الجاف يتأثر بطبيعة الألياف هذا ما توصل إليه [1] من خلال استعمال عينات من المونة المعززة بألياف مختلفة الطبيعة و هي ألياف الفولاذ و ألياف حديد الزهر كما هو موضح في النتائج المحصل عليها.



الشكل (II-2) تأثير طبيعة الألياف على الانكماش [1]

2-6- تأثير كمية الألياف :

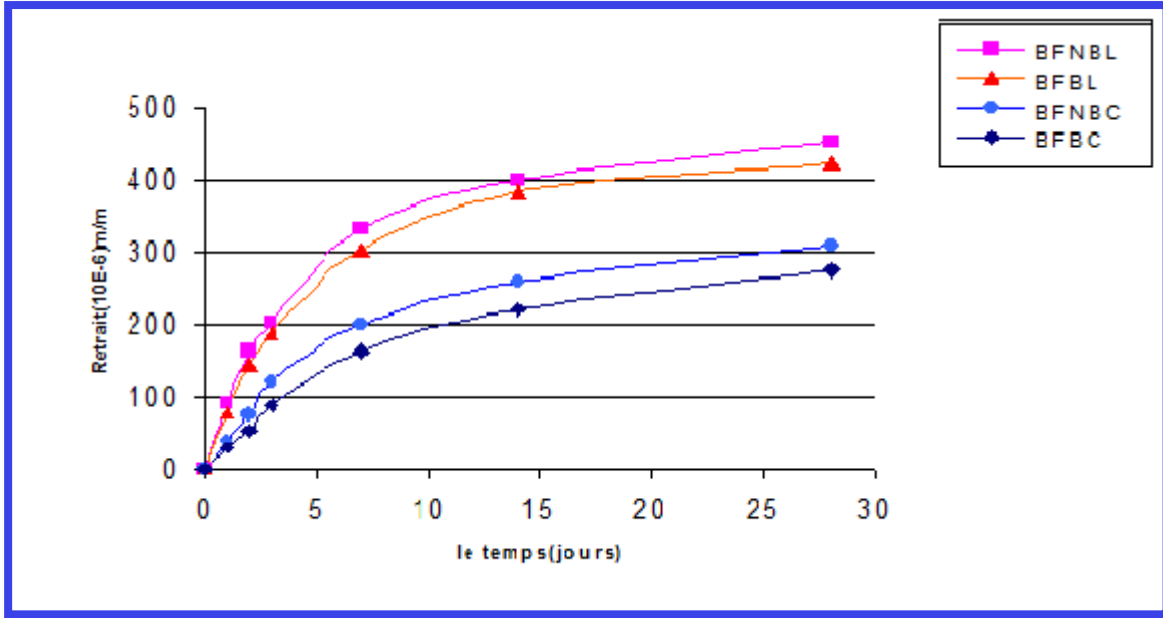
كمية الألياف لها دور واضح في تخفيض مقدار الانكماش إذا كانت بنسبة معتبرة أي مثالية هذا ما يوضحه الشكل التالي [5]



الشكل (II-3) تأثير كمية الألياف على الانكماش في الخرسانة [5]

3-6- تأثير التنقية من الشوائب :

التنقية من الشوائب تؤثر على قيمة الانكماش بحيث يزيد من الترابط بين الخرسانة و الألياف ويقلل من تبخر الماء و بالتالي يقلل من الانكماش [1].



الشكل (4-II) تأثير غسل ألياف النخيل على الانكماش في خرسانة الألياف [1]

7- خلاصة :

- طبيعة ونوعية ونسبة مكونات الخلطة الخرسانية له دور في تخفيض الانكماش بالنسبة للخرسانة .
- هناك عدة حلول تقنية لتجنب الانكماش بالنسبة للخرسانة العادية يمكن إسقاطها بالنسبة للخرسانة المعززة بالألياف.
- إضافة الألياف في الخلطة الخرسانية يؤدي إلى تقليل الانكماش بنسبة معتبرة.
- القيم المثالية لنسبة الألياف وطولها لها تأثير كبير في تخفيض مقدار الانكماش للخرسانة المعززة بألياف نخيل الذكار.

مقدمة عامة

الفصل الأول / الجزء الأول
عموميات حول الألياف و خرسانة
الألياف و خرسانة الألياف

الفصل الأول/ الجزء الثاني

خصائص المواد المستعملة

الفصل الثاني

عموميات حول الانكماش

الفصل الثالث

عموميات حول النمذجة

الفصل الرابع الجانب العملي

المراجع

الملحقات

الخاتمة العامة

1- مقدمة:

في مجال الهندسة المدنية هناك بعض الظواهر يصعب إعطاء تحليل لها له ذا وجب علينا تتبعها بشكل خطي مع فرض عدة متغيرات. ولتسهيل وصف هذه الظواهر نستعمل برنامج يسمح لنا بإعطاء الحل الرقمي عن طريق الحاسوب في وقت قصير ، و لإجراء عملية الحساب توجد عدة طرق من بينها *éléments finis* ، وبالاعتماد على الملاحظات المأخوذة من التجارب المتكررة يمكننا من نمذجة سلوك الظاهرة وتتبع التغير الحاصل على العينة المدروسة من بين الظواهر (الزحف ، الانكماش... الخ) . أما النمذجة عن طريق الحاسوب باستعمال برامج تعتمد على نموذج فيزيائي رياضي متقدم يمكننا من إعطاء الحلول التقنية لمختلف الأعمال الخاصة بسلوك المواد لاسيما الخرسانة.

2-تعريف:**2-1-النموذج و النمذجة :**

النموذج هو مثال وحدوي أو تبسيط لنظام لإيجاد تحليل لظاهرة فيزيائية أو ميكانيكية، فالنموذج الفيزيائي يبحث عن سلم لتصغير المنشأة الحقيقية أما الرياضي فيسمح بتقديم الوصف الكمي لظاهرة فيزيائية، و النمذجة هي طريقة عملية لأجل استخراج قانون يتعلق بتمثيل ظاهرة فيزيائية هدفها توقع الحدث المستقبلي لأجل الحصول على أمان أكبر و شروط اقتصادية ايجابية. [6]

2-2-انجاز نموذج:[6]

لانجاز نموذج يجب احترام الخطوات التالية :

- 1 -التعريف بالظاهرة (المشكل) و الهدف منها .
- 2 -الوصف الفيزيائي النوعي للظاهرة (شرح من خلال الملاحظة) .
- 3 -تحديد العوامل الفيزيائية المؤثرة على الظاهرة و إيجاد العلاقة التي تربط بين مختلف العوامل.
- 4 -صياغة الفرضيات .
- 5 -صياغة المعادلات .
- 6 -حل المعادلات .
- 7 -التحقق من النتائج .

3- نمذجة الانكماش :

إن الهدف الأساسي من تعزيز الخرسانة بالألياف هو تحسين الظواهر الريولوجية (الانكماش، الزحف...) ولتتبع التغير الحاصل عن

طريق النمذجة يجب علينا معرفة النظريات التي تجسد النمذجة بالنسبة للملاط والخرسانة العادية من بين هذه النظريات: نظرية

B3 KEDJOUR، ACI 209R-92، Prévision ACI 209R-92، نموذج Bazant et Pannula و نموذج

ل AC209، تقديرات الاسمنت الرملي، نموذج LOUKILI .

أما بالنسبة للخرسانة المعززة بالألياف فهناك نظريات تحاكي التغير الحاصل نتيجة ظاهرة الانكماش لهذه الأخيرة من بين هذه

النظريات نموذج MANGAT et AZARI، نموذج Hacène HOUARI، نموذج YOUNG et

.CHERN

أما اختيار النموذج المناسب يرجع للعوامل الموجودة و المتغيرات المفروضة وكذلك على حسب نوعية الخرسانة وكذا شروط أوساط

الحفظ، ففي هذه الدراسة اخترنا Bazant et Pannula و Révision ACI 209R-92 للخرسانة الشاهدة

Hacène HOUARI و YOUNG et CHERN للخرسانة المعززة بألياف النخيل .

3-1- نمذجة الانكماش للخرسانة العادية: [6]**3-1-1- Révision ACI 209R-92 :**

هذا المعيار يعطي المعادلة العامة التي تسمح بتتبع التغير الحاصل لمقدار الانكماش بدلالة الزمن والعبارة كالتالي:

$$(1-3) \quad \delta_t = \frac{t}{35+t} \delta_{ult}$$

δ_t : الانكماش بعد كل يوم .

δ_{ult} : الانكماش الحادي.

3-1-2- نموذج (Bazant et Pannula) :

هذا المعيار يتعلق بمركبات الخلطة، المقاومة، زمن بداية التحفيف، شروط الحفظ، أبعاد وشكل العينة.

1- حساب دالة الشكل k_s :

$$(2-3) \quad K_s = 1.55 + 0.45 \left(\frac{D}{h} - 1 \right) \quad \text{وهذا في حالة العينة المربعة}$$

$$(3-3) \quad D = 2 \frac{V_s}{S}$$

V_s : حجم العينة.

S : مساحة المقطع العرضي.

K' -2 دالة درجة حرارة الحفظ.

$$(4-3) \quad k' = \frac{T}{T_0} \exp \left(\frac{5000}{T_0} - \frac{5000}{T} \right)$$

T : درجة حرارة الحفظ بالكالفن.

T_0 : 273 كالفن.

$C(t)$ -3 دالة العمر.

$$(5-3) \quad c(t) = c_7 \cdot k' \left(0.05 + \sqrt{\frac{6.3}{t}} \right)$$

$$(6-3) \quad C_7 = 0.125 \left(\frac{E}{C} \right) C - 12 \quad 0.7 \leq c_7 \leq 21$$

-4 حساب τ_s

τ_s : معامل دالة أبعاد العينة و يحسب بالعلاقة التالية :

$$(7-3) \quad \tau_s = 600 \left(\frac{ks}{150} D \right)^2 \frac{cr}{c(t)}$$

-5 $Q(t^*)$ معمل دالة الزمن :

$$(8-3) \quad Q(t^*) = \left(\frac{t}{\tau_s + t_0} \right)^{1/2}$$

t_0 : الزمن الابتدائي بالأيام يتعلق بأول قراءة.

-6 دالة رطوبة الهواء :

$$Kh = 1 - eh^3 \quad eh \leq 0.98$$

$$Kh = -0.2 \quad eh = 1.00$$

eh : الرطوبة النسبية.

7- الانكماش النهائي:

$$\varepsilon_{su} = \varepsilon_u \frac{E(607)}{E(t + \tau_s)} \quad (9-3)$$

عبارة E تكتب من الشكل التالي:

$$E(t') = E(28) \left[\frac{t'}{4 + 0.85t'} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10-3)$$

$$\varepsilon_{su} = \varepsilon_u \cdot \frac{E(28) \cdot \sqrt{\frac{607}{4 + 0.85(607)}}}{E(28) \cdot \sqrt{\frac{t + \tau_s}{4 + 0.85(t + \tau_s)}}} \quad \text{ومنه :} \quad (11-3)$$

$$\varepsilon_{su} = 1.0805 \cdot \varepsilon_u \sqrt{\frac{4 + 0.85(t + \tau_s)}{t + \tau_s}} \quad (12-3)$$

$E(t')$: معامل يونغ يتعلق بعمر الاسمنت.

$E(28)$: معامل يونغ الخاص بالخرسانة عند 28 يوم.

$$\varepsilon_u = 1210 - 880y \quad \text{بالعلاقة} \quad (13-3)$$

$$y = (390\tau^{-4} + 1)^{-1} \quad (14-3)$$

$$z = \left[1.25 \left(\frac{A}{C} \right)^{\frac{1}{2}} + 0.5 \left(\frac{G}{S} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \left[\frac{1 + \left(\frac{S}{C} \right)}{\frac{E}{C}} \right]^{\frac{1}{3}} (f'_c)^{\frac{1}{2}} - 12 \quad (15-3)$$

A/C : الحبيبات الصلبة / كمية الاسمنت.

f'_c : مقاومة الخرسانة عند 28 يوم ب ksi.

$$1 \text{ksi} = 6.895 \text{Mpa}$$

8- حساب الانكماش في الخرسانة الشاهدة :

$$\varepsilon_s(t_0) = \varepsilon_{su} \cdot Kh \cdot Q(t) \quad (16-3)$$

$$\varepsilon_s(t_0) = 1.0805 \cdot \varepsilon_u \cdot Kh \cdot \sqrt{\frac{t}{\tau_s + 1}} \cdot \sqrt{\frac{4 + 0.85(t + \tau_s)}{t + \tau_s}} \quad (17-3)$$

3-2-2- نمذجة الانكماش لخرسانة الألياف: [6]

3-2-1- نموذج : Hacène HOUARI

هذا النموذج مبني على وجود علاقة بين الانكماش الحر في الخرسانة المعززة بالألياف المعدنية ϵ_{fs} و الخرسانة العادية ϵ_{os}

$$\epsilon_{fs} = \alpha \cdot \epsilon_{os} \quad \text{بحيث: } \epsilon_{fs} = \alpha \cdot \epsilon_{os} \quad (18-3)$$

α : الميل بين منحنى ϵ_{fs} و ϵ_{os} .

$$\alpha = 0.847 - 0.0419 \cdot V_f \cdot \frac{l}{d} \quad (19-3)$$

$$\epsilon_{fs} = \epsilon_{os} \cdot \left(0.847 - 0.0419 \cdot V_f \cdot \frac{l}{d}\right) \quad (20-3)$$

العلاقة التقريبية للانكماش في خرسانة الألياف تكون كالاتي :

$$\epsilon_{fs} = \epsilon_{os} \cdot \left(1 - 0.041 \cdot V_f \cdot \frac{l}{d}\right) \quad (21-3)$$

V_f : حجم الألياف.

l : طول الألياف.

d : قطر الليف.

3-2-2- نموذج *YOUNG et CHERN* :

قام نموذج *YOUNG et CHERN* بتعديل نموذج BP الذي هو في الخرسانة العادية بحيث تم تعديل النموذج وذلك

باشتقاق المعادلة ثم أخذنا بعين الاعتبار وجود الألياف في الخلطة ولهذا تم إدراج عاملين رئيسيين وهما :

- V حجم الألياف.

- l/d التباعد بين الألياف .

بتعديل المعادلة (3-12) في BP ومنه :

$$\epsilon u = 1210 - \Phi \left(V \cdot \frac{l}{d}\right) - 880y \quad (22-3)$$

أي Y في المعادلة (3-13) و Φ وهي دالة الحجم V و التباعد l/d ، هذان الاثنان يشكلان ثنائية v . l/d تشابه علاقة نظرية

.MANGAT et AZARI

تطبيقا الدالة Φ تحتاج ثلاث شروط :

- إذا كانت $v=0$ يرجع إلى نموذج BP.

- الزيادة في V أو تصاحبه زيادة في الدالة Φ مما يخفض من الانكماش النهائي لهذا السبب صرحت هذه الأخير م ن قبل
 .YOUNG et CHERN

$$\Phi (V.l/d)=\alpha(1-\exp.(\beta V l/d)) \quad (3-23)$$

- من خلال دراسة عمل SWAMY و MANGAT et AZARI تمكن *YOUNG et CHERN* من اقتراح قيمتين 410 و 0.014 خاصة على التوالي بالمعاملات α و β ومنه

$$\Phi (v.l/d)= 410 (1- \exp.(-0.014V.l/d)) \quad (3-24)$$

4- خلاصة :

- لتمثيل نموذج هناك طرق يجب إتباعها لإيجاد الحلول الممكنة لظاهرة المدروسة.
- توجد العديد من النماذج للخرسانة العادية وخرسانة الألياف من بينها YOUNG et CHERN وHacène HOUARI .
- الهدف من النمذجة استخلاص قانون يمكننا من تتبع التغيرات نتيجة ظاهرة معينة.

مقدمة عامة

الفصل الأول / الجزء الأول
عموميات حول الألياف و خرسانة
الألياف و خرسانة الألياف

الفصل الأول/ الجزء الثاني

خصائص المواد المستعملة

الفصل الثاني

عموميات حول الانكماش

الفصل الثالث

عموميات حول النمذجة

الفصل الرابع الجانب العملي

المراجع

الملحقات

الخاتمة العامة

1- مقدمة:

في هذا الفصل سنتطرق بالتفصيل إلى كل عمل أنجزه في المخبر مع إعطاء كل الملاحظات والنتائج ومناقشة هذه النتائج لتوصل إلى التفسيرات اللازمة بالنسبة للخرسانة العادية و كذلك الخرسانة المعززة بألياف نخيل الذكار، وكذلك سنتطرق إلى دراسة النمذجة بعدما تعرضنا في الفصل السابق لبعض النماذج التي تصف لنا أو نستطيع من خلالها تتبع التغير الحاصل على عينة من الخرسانة نتيجة لظاهرة الانكماش بعد تعزيزها بألياف نخيل التمور بهدف تحسين سلوكها فاخترنا كل من نموذج Hacène HOUARI و YOUNG et CHERN لدراسة النمذجة ومقارنة النتائج المحصل عليها مع النتائج المحصل عليها من خلال التجارب المخبرية لاختيار النموذج المناسب .

2- طريقة تحديد تركيبة الخرسانة وخرسانة الألياف:

بالنسبة لتركيب الخلطة الخرسانة الشاهدة اتبعنا طريقة قوريس (GORISSE) مبدئيا في إيجاد كتل المواد ومن خلال التجارب السابقة GORISSE أعطت من أجل (E/C=0.6) و (S/G=0.75) تشغيل مثالي يوافق مقدار هبوط 70+10m لمخروط أبرهامس ، في هذه الدراسة قمنا بتحديد كمية الاسمنت 400 ومن خلال النسبة E/C وجدنا كمية الماء، ومن خلال النسبة S/G وبالاعتماد على النتائج المحصل عليها من طريقة قوريس وجدنا كميت الحصى من خلال كمية الرمل. لتحديد التركيبة للخرسانة المعززة بألياف نخيل الذكار نحقق فرضيات Baron Lesage المكيفة بواسطة Rossi بحيث نأخذ نفس تركيبة الخرسانة الشاهدة مع إضافة النسبة الكتلية 0.3 % من كتلة المواد الجافة (الرمل+الحصى) وهذا لكل من الأطوال 60 و 15 ملم. [7]

3- تحضير الألياف:

يتم تحضير ألياف النخيل بإتباع المراحل التالية :

- نزع الألياف من النخيل باستعمال أداة خاصة (منجل أو سكين) .
- وضع الألياف في إناء واسع مجوي ماء لغسلها (التخلص من بعض الشوائب و الأوساخ) مع إضافة قطرات من ماء جافيل لمدة كافية.
- تجفيف الألياف في الهواء (تجفيف طبيعي) .

- حل الألياف على شكل خيوط.
- باستعمال مقص نقوم بتقطيع الخيوط الليفية إلى قطع بالطول محدد .



الشكل (IV-1) ألياف نخيل الذكار

4- طرق التجارب: [8]

4-1- تجربة الانحناء:

تجربة الانحناء بأربع نقاط تم تنفيذها على عينات من نوع (7x7x28) و (10x10x40) بالجهاز الموضح في الشكل المزود بمسندين متحركين في الأسفل لكي توضع عليهما العينات والجزء العلوي يتحرك نحو الأسفل بواسطة الضغط الهيدروليكي إلى غاية أن يلمس المسند الحديد الموجود فوق العينة لتوزيع الحمولة إلى قسمين وبعده تتم قراءة مقدار الحمولة التي أدت إلى انهيار العينة من خلال الآلة. التجربة منجزة حسب المعيار NFP18 – 407 .

مقاومة الانحناء تعطى بالعلاقة التالية

(1-4)

$$\sigma_F = 1.8F / a^2$$

σ_f : مقاومة الانحناء Mpa.

F: شدة القوة المطبقة على العينة .

a^2 : مساحة السطح.

4-2- تجربة الضغط:

تجربة الضغط أنجزت بالنسبة للعينات من النوع (7x7x28) و (10x10x40) بألة الضغط الموضحة في الشكل (IV-2) ، وفقا للمعيار NFP18 – 406 ، تحوي صفحتين معدنيتين توضع في مركزيهما والحمولة المطبقة عليها مستمرة وبسرعة محددة يسجل مقدار القوة التي تؤدي للاهتبار وعليه يحسب الضغط بالعلاقة التالية:

(2-4)

$$\sigma_c = F/S$$

σ_c : مقاومة الضغط.

F : حمولة الاهتبار.

S : المقطع العرضي للعيينة.



الشكل (IV-2) جهاز قياس الضغط

4-3- تجربة الانكماش:

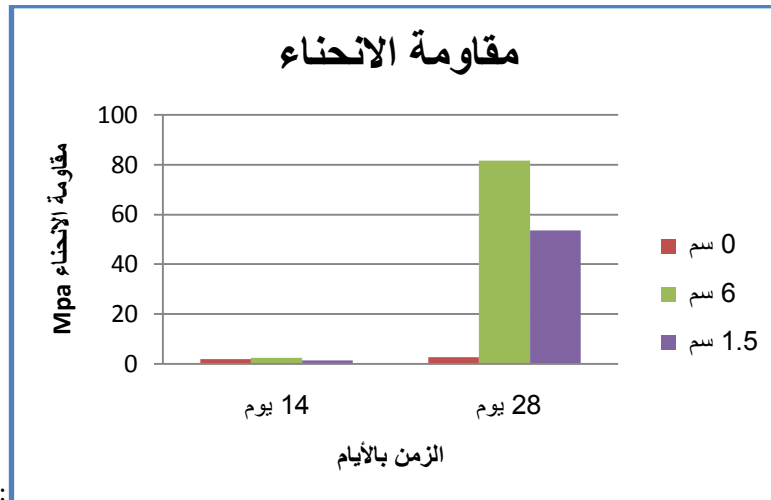
تجارب الانكماش أنجزت على عينات من نوع (7x7x28) مزودة بقطعة معدنية تسهل تركيبه في جهاز الانكماش الموضح في الشكل (IV-3) قياس القيم الابتدائية تتم بعد 24 ساعة من عملية صب القوالب للخرسانة الشاهدة وكذلك للخرسانة المعززة بالألياف وبعدها تأخذ القياسات في فترات متفرقة .



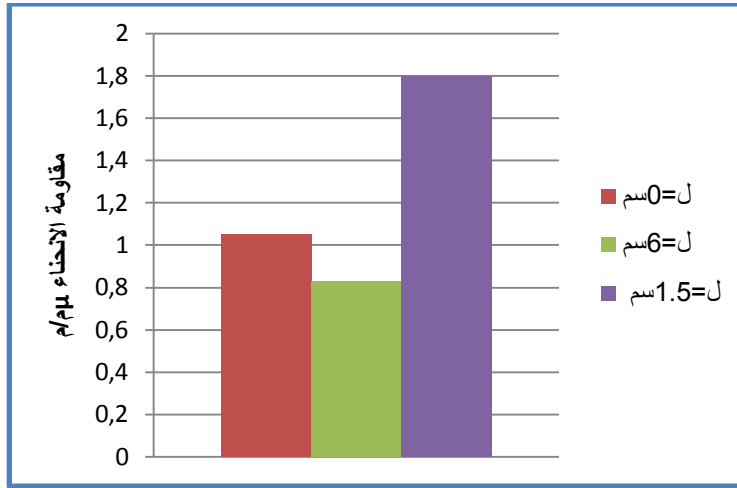
الشكل (IV-3) جهاز قياس الانكماش

5- النتائج والمناقشة :

5-1- تجربة الانحناء:



الشكل (IV-4) تغير مقاومة الانحناء بدلالة الزمن لمختلف العينات من نوع (7x7x28) سم .

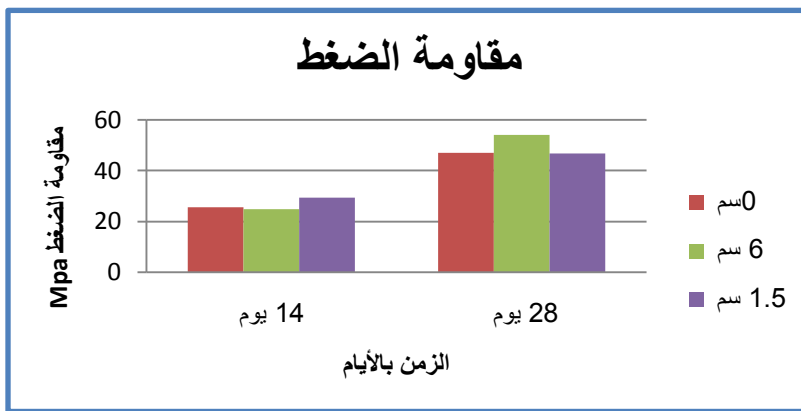


الشكل (IV-5) تغير مقاومة الانحناء عند 28 يوم لمختلف العينات من نوع (10x10x40) سم .

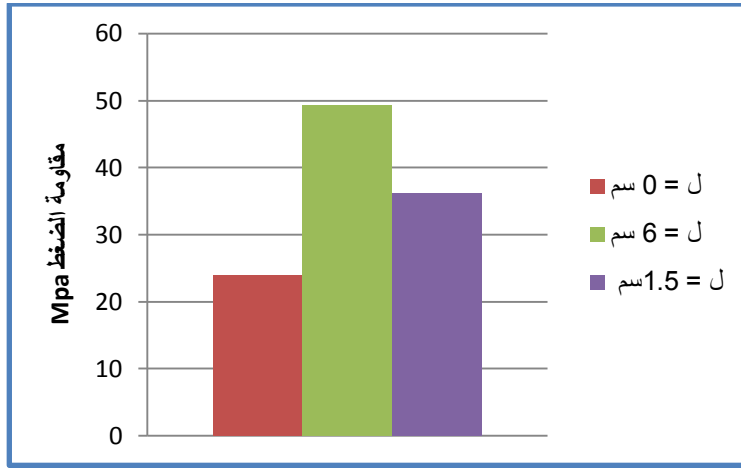
تغيرات مقاومة الانحناء لمختلف العينات بدلالة الزمن، من خلال المنحنى نلاحظ أن مقاومة الانحناء لخرسانة ألياف الذكار تزايد مع مرور الزمن لكل عينة على حدا لكن عند مقارنة العينات نجد أن العينة التي تحوي (0.3% -6سم) تملك أكبر مقاومة للانحناء مقارنة مع العينتين الأخرين وهذا راجع إلى وجود الألياف عند المقارنة مع الخرسانة الشاهدة والطول الأكبر للألياف يزيد من مقاومة الانحناء هذا راجع إلى التلاحم بين الخرسانة والألياف ، أما بالنسبة لعينات (10x10x40) سم فإن مقاومة الانحناء تتناقص بزيادة طول الألياف.

5-2- تجربة الضغط: الشكل (IV-6) و (IV-7) يوضحان تغيرات مقاومة الضغط بدلالة الزمن لمختلف

للعينات من نوع (7x7x28) و (10 x10x40) سم.



الشكل (IV-6) تغير مقاومة الضغط بدلالة الزمن لمختلف العينات من نوع (7x7x28) سم .

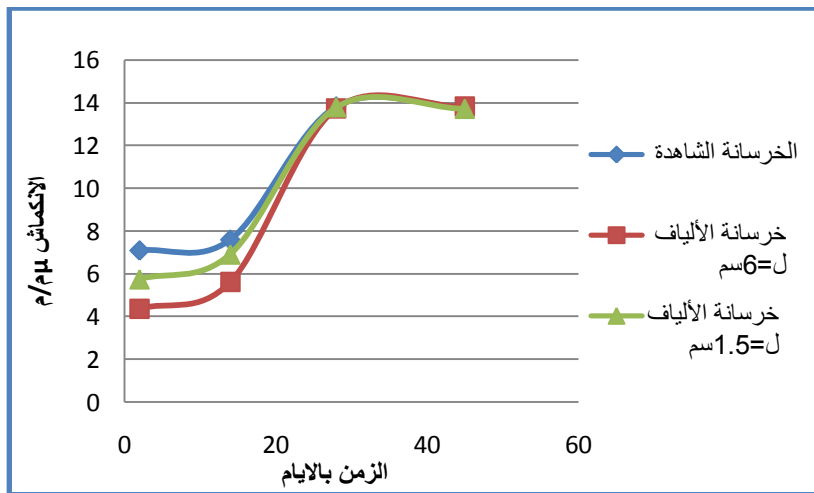


الشكل (7-IV) تغير مقاومة الضغط عند 28 يوم لمختلف العينات من نوع (10x10x40) سم .

تغيرات مقاومة الضغط لمختلف العينات بدلالة الزمن، من خلال المنحنى نلاحظ أن مقاومة الضغط لخرسانة ألياف الذكار تتزايد مع مرور الزمن لكل عينة على حدا لكن عند مقارنة العينات نجد أن العينة التي تحوي (0.3%-6سم) تملك أقل مقاومة مقارنة مع العينتين الباقيتين هذا عند 14 يوم، لكن مع مرور الزمن تصبح أكبر. هذا يعني أن الألياف تقلل من مقاومة الضغط إلى فترة معينة، أما بالنسبة لعينات (10x10x40) سم فإن مقاومة الضغط تزيد بزيادة طول الألياف .

5-3- تجربة الانكماش: الشكل(8-IV) يوضح تغيرات تشوه الانكماش لمختلف عينات الخرسانة بدلالة الزمن عند

$$HR = 30 \% \text{ و } T^{\circ} = 25 \pm 3^{\circ} C$$



الشكل (8-IV) تشوه الانكماش لمختلف عينات الخرسانة بدلالة الزمن.

من منحنيات الانكماش بدلالة الزمن نلاحظ أن الانكماش في خرسانة الألياف أقل من الخرسانة العادية وهذا لأن الألياف تعتبر أنسجة تساعد الخرسانة على الاحتفاظ بالماء وبالتالي تعويض الماء المستهلك في التفاعل و أثناء التبخر في الأجواء الحارة، ومن

المنحنيات نلاحظ أيضا أن خرسانة الألياف ذات الطول 6سم تعطي أقل قيمة للانكماش مقارنة مع العينة الثانية (0.3-1.5سم) وبالتالي طول الألياف له تأثير على الانكماش في الخرسانة .

6- دراسة نمذجة الانكماش :

6-1- نموذج YOUNG et CHERN:

نموذج YOUNG et CHERN هو امتداد لنموذج BP بحيث يعتمد على عدة متغيرات كالتركيبية الخرسانية، أبعاد وشكل العينة ،حجم الألياف وكذلك المقاومة.... الخ . دراسنا هذه ستكون بالنسبة للخرسانة المعززة بألياف ذات الأطوال 15و60 ملم لكن سنعتمد على النموذج المعدل من طرف [6] .

من خلال العلاقة (3-16) فان مقدار الانكماش النهائي يتعلق بكل من K_h و $Q(t)$ الذي بدوره يتعلق بزمن القراءة الأولي وكذلك الأبعاد لهذا التعديل كان من خلالهما، أخذت [6]

$$(3-4) \quad K_h = 1.0805 \sqrt{\frac{t}{\tau s + 1}} \cdot \sqrt{\frac{4 + 0.85(t + \tau s)}{t + \tau s}}$$

بالنسبة للخرسانة المعززة بالألياف النباتية .واقترح الدالة

$$(4-4) \quad F(t) = 1.625 - 0.00362.t \quad \text{من أجل يوم } t \leq 28$$

$$(5-4) \quad F(t) = 0.751 - 0.0036.t \quad \text{من أجل يوم } t > 28$$

الدالة $F(t)$ تتعلق بامتصاص الماء من طرف الألياف وتبخره، وكذلك بزمن مهم بالنسبة للخرسانة وهو 28 يوم .

$$(6-4) \quad Q(t) = \frac{2.69 \cdot F(t)}{s} \cdot t \quad \text{ف تصبح علاقة بالشكل التالي}$$

S: مساحة المقطع العرضي للعينة.

الجدول (1- IV) علاقات الانكماش في نموذج YOUNG et CHERN [6]

المعامل	القيمة أو الصيغة
K_S	2
D	56
K'	$k' = \frac{T}{T_0} \exp\left(\frac{5000}{T_0} - \frac{5000}{T}\right)$
$C(t)$	
τ_s	
$Q(t)$	$Q = \frac{2.69 \cdot F(t)}{s} \cdot t$
Kh	0.98
ϵ_{su}	$\epsilon_{su} = 1.0805 \cdot \epsilon_u \sqrt{\frac{4 + 0.85(t + \tau_s)}{t + \tau_s}}$

الجدول (2- IV) قيم المعاملات في نموذج YOUNG et CHERN

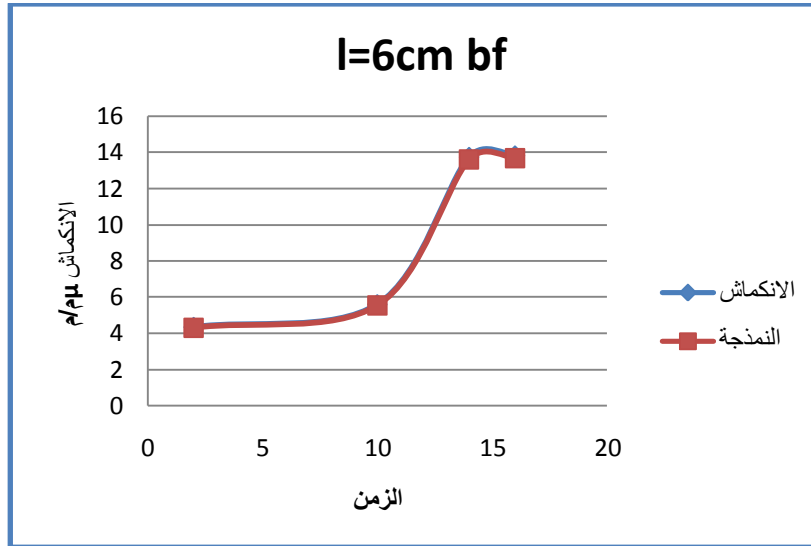
الزمن بالأيام	$c(T)$	τ_s	$Q(t)$
2	72,5188	94,5899	0,80907
10	86,682	41,0921	1,8624
14	76,9919	35,3912	2,1624
16	91,9224	32,2015	2,3766

الجدول (3- IV) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 6سم

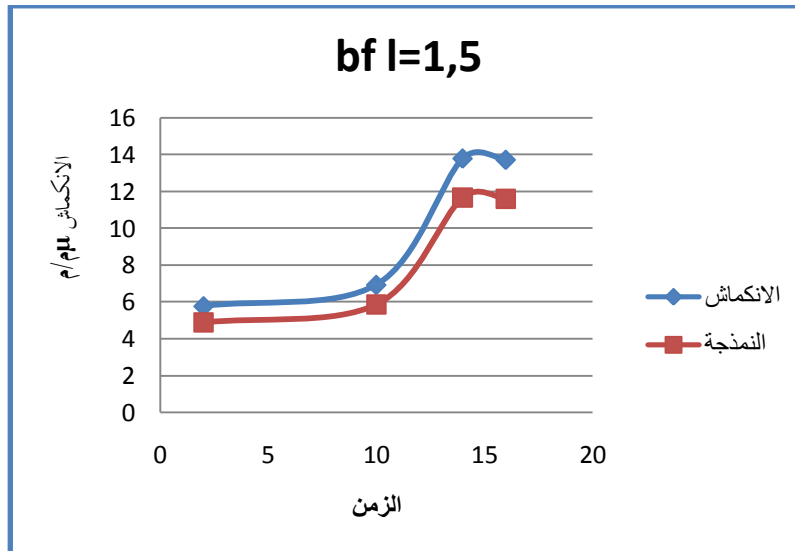
قيمة التغير TV (%)	£ التجريبي	£ النمذجة	العمر بالأيام
1	4,362	4,31838	2
1	5,613	5,55687	10
1	13,741	13,60359	14
1	13,82	13,6818	16

الجدول (4- IV) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 1.5س

قيمة التغير TV (%)	£ التجريبي	£ النمذجة	العمر بالأيام
15.4	5,757	4,870422	2
15.4	6,917	5,851782	10
15.4	13,792	11,66803	14
15.4	13,72	11,60712	16



الشكل (9-IV) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-6)



الشكل (10-IV) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينه (0.3-1.5)

من خلال النتائج المحصل عليها ومقارنة بالنتائج الأولية المحصل عليها من طرف [6] نجد أن نموذج YOUNG et CHERN المصحح (نموذج اكشيش كريكور شاشا) أعطى نتائج مقبولة قابلة للمناقشة خاصة بالنسبة لألياف من 60 ملم فنلاحظ أن المنحنيين متطابقين وهذا ما يضمن لنا فاعلية هذا النموذج .

6-2- نموذج Hacène HOUARI :

في هذه الدراسة كذلك سنعمد على نموذج Hacène HOUARI المعدل من طرف [6] بعد سلسلة من التجارب استبدلت المعامل 0.041 في العلاقة (3 - 21) ب 0.046 وأخذت قطر متوسط للألياف 0.45 ملم والعلاقة تكتب بالشكل التالي :

$$[6] \quad \epsilon_{fs} = \epsilon_{0s} \cdot \left(1 - 0.046 \cdot V_f \cdot \frac{1}{d_m}\right) \quad (7-4).$$

d_m : القطر المتوسط للألياف.

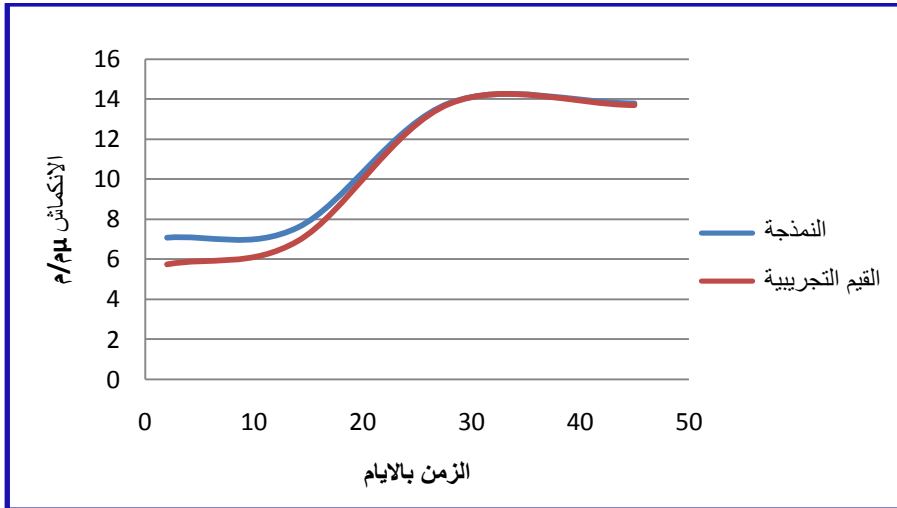
نتائج نمذجة الانكماش لخرسانة الألياف (1.5 و 6 سم) موضحة في الجدولين التاليين .

الجدول (IV- 5) نتائج الانكماش في خرسانة الألياف ل = 1.5 سم

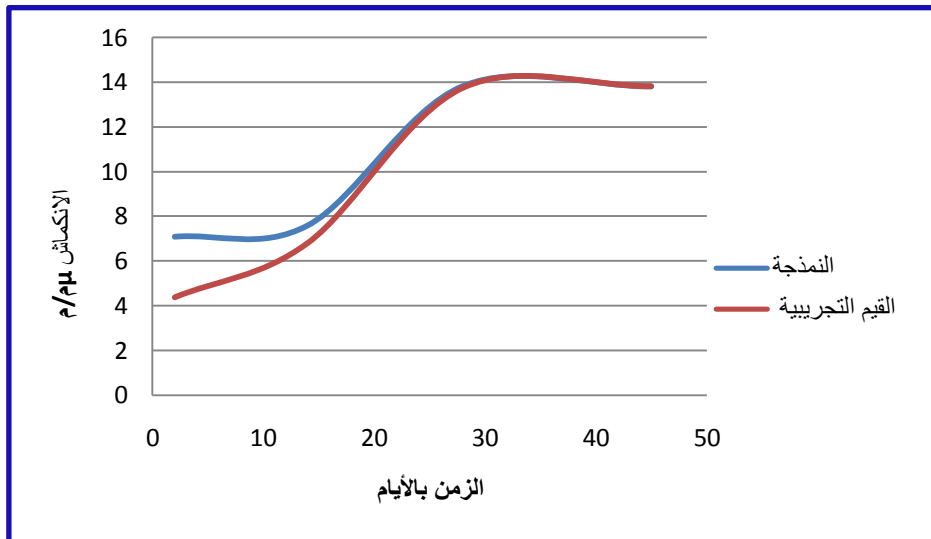
الزمن بالأيام	ϵ_{0s}	ϵ_{fs}	قيمة التغير TV (%)
2	7.082	7.0819	$3 \cdot 10^{-5}$
14	7.586	7.5859	$3 \cdot 10^{-5}$
28	13.819	13.818	$3 \cdot 10^{-5}$
45	13.8	13.8	$3 \cdot 10^{-5}$

الجدول (IV- 6) نتائج نمذجة الانكماش في خرسانة الألياف ل = 6 سم

الزمن بالأيام	ϵ_{0s}	ϵ_{fs}	قيمة التغير TV (%)
2	7.082	7.0818	$2.84 \cdot 10^{-5}$
14	7.586	7.5858	$2.84 \cdot 10^{-5}$
28	13.819	13.818	$2.84 \cdot 10^{-5}$
45	13.8	13.8	$2.84 \cdot 10^{-5}$



الشكل (11-IV) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينة (0.3-1.5)



الشكل (12-IV) نتائج الانكماش التجريبي و النمذجة الخاص بالعينة (0.3-6)

من خلال المنحنيات نلاحظ أن هذا النموذج كذلك أعطى نتائج قابلة للمناقشة بالنسبة للعينتين لخرسانة للألياف ذات الطول

60 و 15 ملم حيث أن النتائج المحصل عليها قريبة من النتائج التجريبية.

7- خلاصة:

- الألياف تغير من الخصائص الميكانيكية للخرسانة الضغط والانحناء .
- أبعاد العينة تغير من الخصائص الميكانيكية للخرسانة الضغط والانحناء .
- إضافة الألياف لها دور كبير في التقليل من انكماش الخرسانة.
- كل من النموذجين YOUNG et CHERN وHacène HOUARI أعطوا نتائج قابلة للمناقشة مع النتائج التجريبية.

الخاتمة العامة

خاتمة عامة

كانت دراستنا حول سلوك الخرسانة المعززة بألياف النخيل واختيار نسبة وطول مثاليين انطلاقا من الدراسات التطبيقية السابقة بهدف تحسين السلوك الريولوجي للخرسانة (الانكماش).

من خلال الدراسة المخبرية حددنا خصائص المواد المستعملة واختارنا اسمنت من نوع CRS لأنه مقاوم للأملاح ويضمن ديمومة أكثر للخرسانة.

تعرضنا لظاهرة الانكماش بالتفصيل من حيث أنواعه وعوامله وطرق تجنبه فتوصلنا إلى أن إضافة الألياف تقلل بنسبة معتبرة من الانكماش وتحسن الخصائص الميكانيكية.

قمنا بدراسة عامة حول النمذجة والنماذج المقترحة سابقا من طرف الباحثين، فاختارنا كل من النموذجين Hacéne

HOUARI و YOUNG et CHERN المعدلين من طرف (اكشيش كريكر شاشا) وذلك على حسب

العوامل المتوفرة وكذا المتغيرات المفروضة وهذا لتمثيل النتائج المحصل عليها.

يمكن اعتبار النموذجين Hacéne HOUARI و YOUNG et CHERN المعدلين من طرف (اكشيش

كريكر شاشا) من النماذج الفعالة لتمثيل ظاهرة الانكماش لأنهما أعطتا نتائج جيدة.

ولضمان فاعلية هذه النماذج وريح عامل الوقت وتسهيل الدراسة كان من الضروري البحث عن برامج متطورة باستعمال الحاسوب

تحاكي التغيرات الناتجة عن ظاهرة الانكماش من خلال النماذج الرياضية المختارة.

أهم التوصيات:

- دراسة و نمذجة تأثير الألياف على الانكماش اللدن.

- إيجاد نماذج رقمية بالحاسوب لدراسة الانكماش.

- تطبيق برنامج ANSYS على انكماش الخرسانة المعززة بألياف النخيل.

نأمل أننا قد افدنا بدراستنا هذه وقدمنا ولو القليل بالنسبة للمهتمين والمواصلين في البحث في هذا الموضوع الشديد الأهمية " تتمين

المواد المحلية" في مجال البناء.

مقدمة عامة

الفصل الأول / الجزء الأول
عموميات حول الألياف و خرسانة
الألياف و خرسانة الألياف

الفصل الأول/ الجزء الثاني

خصائص المواد المستعملة

الفصل الثاني

عموميات حول الانكماش

الفصل الثالث

عموميات حول النمذجة

الفصل الرابع الجانب العملي

المراجع

الملحقات

الخاتمة العامة

المراجع

1. مرخوفي.ع. "المساهمة في دراسة خصائص و تشوهات خرسانة ألياف النخيل في المناطق الجافة و الحارة".مذكرة ماجستير جامعة ورقلة.2004.
2. MOKHARI.A "Influence des fines minérales sur les performances mécaniques des bétons renforcés de fibres végétales de palmier dattier" mémoire de Magister. Université de Ouargla .2006.
3. ABANI. S. "Caractérisation et durabilité des bétons renforcés de fibres végétales de palmier dattier "mémoire de Magister, Université de Ouargla, 2003.
4. KEDJOUR NE. "Propriétés et pathologie du béton", office de publications universitaires ALGER 1993 .
5. HOUARI. H. , "Contribution à l'étude du comportement du béton renforcé de fibres métallique soumis a l'action des charges maintenues et cycliques", Thèse de doctorat, INSA de Lyon, France, pp 224, 1993.
6. AKCHICHE .H "Contribution à la modélisation du retrait et du fluage des bétons et mortiers renforcés par des fibres de palmier dattier en régions désertiques "mémoire de Magister. Université de Ouargla .2007.
7. KRIKER. A. "Caractérisation des fibres de palmier dattier et propriétés des bétons et mortiers renforcés par ces fibres en climat chaud et sec", Thèse de Doctorat d'Etat, ENP, 2005.

8. TIBERMACINE.N .MELKMI. "Etude comparative entre un béton de sable a base d'un sable roule et un béton de sable a base d'un sable de dune de la région de Biskra"mémoire d'ingénieur d'état en génie civil .Biskra 1996.
9. الانكماش و الزحف الباب العاشر . 15/08/2013 www.slide share.net/ENG
10. BISSOCHOP J., SHIOTANI T., and VAN MIER J.G.M., "Evaluation of shrinkage microcracking in concrete", Cement and concrete research , 2003 article in press.

مقدمة عامة

الفصل الأول / الجزء الأول
عموميات حول الألياف و خرسانة
الألياف و خرسانة الألياف

الفصل الأول/ الجزء الثاني

خصائص المواد المستعملة

الفصل الثاني

عموميات حول الانكماش

الفصل الثالث

عموميات حول النمذجة

الفصل الرابع الجانب العملي

المراجع

الملحقات

الخاتمة العامة



الشكل 01 الجهاز قياس الضغط



الشكل 02 عينة خرسانة الألياف (7x7x28) بعد تجربة الانحناء



الشكل 03 عينة خرسانة الألياف بعد تجربة الضغط



الشكل 05 ألياف نخيل الذكار

الشكل 04 قالب (7x28x 7) الخاص بتجربة الانكماش



الشكل 06 أجهزة قياس الانكماش



الشكل 04 قالب (10x10x40) الخاص بالتجارب الميكانيكية

قيم الانكماش في الخرسانة الشاهدة

الوزن (g)	قيمة الانكماش (10^{-3} $\mu\text{m}/\text{m}$)	رقم العينة	الأيام
3226	-7.38	01/2013/04/23	2013/04/24
3215	-6.784	02/2013/04/23	
3199.1	-6.126	03/2013/04/23	
3272.6	-7.34	01/2013/04/23	2013/05/02 T=27C°
3265.3	-7.50	02/2013/04/23	
3252.0	-6.197	03/2013/04/23	

3277.8	-7.50	01/2013/04/23	2013/05/06 T=25C° H=30
3268.4	-7.672	02/2013/04/23	
3254.7	-6.396	03/2013/04/23	
3236.7	-7.626	01/2013/04/23	2013/05/12
3226.7	-7.850	02/2013/04/23	
3209.7	-6.5	03/2013/04/23	
3236.7	-7.389	01/2013/04/23	2013/05/08 T=28C° H=18
3226.7	-7.580	02/2013/04/23	
3209.7	-6.290	03/2013/04/23	
3141.1	-13.795	01/2013/04/23	2013/05/30
3121.2	-13.842	02/2013/04/23	
3109.8	-13.852	03/2013/04/23	

قيم الانكماش في خرسانة الألياف ل=6سم

الوزن (g)	قيمة الانكماش ($10^{-3} \mu\text{m}/\text{m}$)	رقم العينة	الأيام
3244.0	-7.035	01/2013/04/24	2013/04/25
3250.0	-1.014	02/2013/04/24	
3227.5	-5.038	03/2013/04/24	
3194.8	-5.989	01/2013/04/28	2013/04/29
3247.7	-6.795	02/2013/04/28	
3169.4	-7.341	03/2013/04/28	
3285.5	-7.271	01/2013/04/24	2013/05/02 T=27C°
3289.0	-3.010	02/2013/04/24	
3277.5	-6.558	03/2013/04/24	
3233.3	-5.897	01/2013/04/28	
3287.5	-7.318	02/2013/04/28	
3216.3	-7.163	03/2013/04/28	
3287.0	-7.274	01/2013/04/24	2013/05/08 T=28C° H=18
3291.8	-1.25	02/2013/04/24	
3276.1	-5.813	03/2013/04/24	

3248.7	-5.852	01/2013/04/28	2013/05/12
3304.2	-7.313	02/2013/04/28	
3224.0	-7.183	03/2013/04/28	
3167.9	-7.536	01/2013/04/24	
3187.9	-1.452	02/2013/04/24	
3182.4	-6.007	03/2013/04/24	
3242.2	-5.936	01/2013/04/28	
3297.5	-7.135	02/2013/04/28	
3221.0	-7.25	03/2013/04/28	
3100.7	13.838	01/2013/04/24	2013/05/30
3109.5	13.609	02/2013/04/24	
3096.9	-13.776	03/2013/04/24	
3152.00	-13.384	01/2013/04/28	
3212.10	-13.833	02/2013/04/28	
3128.9	-13.830	03/2013/04/28	

قيم الانكماش في خرسانة الألياف ل=1.5سم

الوزن (g)	قيمة الانكماش ($10^{-3} \mu\text{m}/\text{m}$)	رقم العينة	الأيام
3128.3	-4.232	01/2013/04/29	2013/04/30
3178.9	-5.112	02/2013/04/29	
3148.6	-7.929	03/2013/04/29	
3187.7	-5.461	01/2013/04/29	2013/05/02 T=27C°
3223.9	-6.251	02/2013/04/29	
3203.2	-9.040	03/2013/04/29	
3159.7	-3.410	01/2013/05/05	2013/05/06 T=25C° H=30
3193.5	-3.619	02/2013/05/05	
3175.0	-5.406	03/2013/05/05	
3195.4	-4.320	01/2013/04/29	2013/05/08 T=28C°
3238.5	-5.091	02/2013/04/29	

3212.5	-8.139	03/2013/04/29	H=18
3215.7	-3.792	01/2013/05/05	
3245.0	-5.637	02/2013/05/05	
3225.7	-3.625	03/2013/05/05	
3187.5	-4.383	01/2013/04/29	2013/05/12
3231.5	-5.135	02/2013/04/29	
3204.9	-8.190	03/2013/04/29	
3210.1	-3.688	01/2013/05/05	
3244.	-3.609	02/2013/05/05	
3225.2	-4.382	03/2013/05/05	
3032.4	-13.725	01/2013/04/29	2013/05/30
3074.00	-13.752	02/2013/04/29	
3047.9	-13.900	03/2013/04/29	
3120.30	-13.690	01/2013/05/05	
3157.8	-13.686	02/2013/05/05	
3131.6	-13.759	03/2013/05/05	