الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخصر الوادي

د كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الري والهندسة المدنية

مذكرة تخرج
لنيل شهادة الملسترفي الري

تخصص: تصميم وتشخيص أنظمة التموين بمياه الشرب والتطهير

تحت عنوان:

تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري الخرسانية

نوقشت في: 2016/05/26

تحت إشراف:
الأستاذ: ماني محمد
الأستاذ: جديد طارق

إعداد الطلبة:
- زيدي يحي
- ساكر عبد الرزاق

لجنة المناقشة :

رئيس اللجنة : الأستاذ ميلودي عبد المنعم

ممتحـــن : الأستاذ العقبي عبد العزيز

2016/2015

بسم الله الرحمن الرحيم

تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري الخرسانية

شكر و تقدير

بسم الله الرحمان الرحيم { وإذ تأذن ربكم لئن شكرتم لأزيدنكم ولئن كفرتم إن عذابي لشديد }

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على معلم البشرية وهادي الإنسانية وعلى آله

وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين.

أتوجه بالشكر الجزيل لكل من ساهم في إخراج هذا البحث إلى حيز التنفيذ إلى كل من كان

سببا في تعليمي وتوجيهي ومساعدتي.

العنوان : تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشأة الري الخراسانية

الملخص :

إن احتواء مدينة الوادي على مخزون مائي هائل متكون من 3 طبقات مائية أدى باستغلال الطبقة المائية السطحية نظرا لقربها من السطح , ولكن نتيجة زيادة عدد السكان وكذا التوسع العمراني الكبير الذي عرفته المدينة أدى إلى استغلال الطبقتين المائيتين المتوسطة والعميقة إضافة إلى الاستهلاك الفردي الكبير للمياه الذي يصل إلى 120 ل/اليوم للساكن , وكذا عجز شبكة الصرف الصحي وغياب مصب طبيعي للمياه المستعملة .

حيث جعلت كل المشاكل السابقة . المنطقة تعاني من ظاهرة صعود المياه التي تمس مساحات كبيرة من المنطقة و المشكل الاكبر هي ارتفاع نسبة تركيز الاملاح بدرجة كبيرة في هذه المياه الصاعدة مما جعلها تشكل خطر على المنشآت الخرسانية و لهذا سنقوم بمحاولة تشكيل مادة خرسانية و دراسة خاصيتها الفيزيو-ميكانيكية (مقاومة الضغط و مقاومة الشد بواسطة الانحناء) تستطيع التعايش مع مثل هذه الاوساط العدوانية اطول مدة ممكنة .

و يهدف هذا العمل على محاولة ايجاد كيفية و تحليل تأثير المياه الصاعدة على الخرسانة من جهة و صياغة تركيبة خرسانية عادية مقاومة لمثل هذه الاوساط.

الكلمات المفتاحية : ظاهرة صعود المياه ـ مادة خرسانية ـ مقاومة الضغط ـ مقاومة الشد بواسطة الانحناء –اوساط عدوانية

الفهرس

الفصل الأول:بحث المكتبي	
1.I مدخل	01
2.I نبذة تاريخية عن الخرسانة	01
3.I مكونات الخرسانة	03
1.3.I صيغة الخلطة الخرسانية	03
2.1.3.I الماء في الخرسانة	04
3.1.3.I الركام (الحصى والرمل)في الخرسانة	05
4.1.3.Iالمواد الإضافية الخرسانية	05
4.I مراحل تصلد الخرسانة	06
5.I أنواع الخرسانة	07
6.I تاريخ و تطور صعود المياه	10
7. I التعريف بمشكل صعود المياه	10
8.I تاريخ مشكل صعود المياه	12
9.I أسباب مشكلة صعود المياه	12
1.9.I تشبع الطبقة بواسطة مياه الأمطار	12
2.9.I دور الطوبوغرافيا	13
3.9.I دور الجيولوجيا	13
4.9.I إفراط في استهلاك المياه	14
5.9.I الصرف الصحي	15
6.9.I الأسباب الصناعية	16
7.9.I النفايات	17
10.I انعكاسات ظاهرة صعود المياه	17
11.I التآكل في المنشآت و آثاره السلبية	20
1. 11.I المقدمة	20
2. 11.I التآكل في حديد التسليح في الخرسانة	20
1. 2. 11.I التحول الكربوني للخرسانة في الغطاء الخرسانة	21
11.I .2. 2 تغلغل الكلوريدات في الخرسانة من المياه المحيطة أو وجودها فى الخلطة الخراسانية أصلاً	22
11.I 3. 2. وجود تشققات سطحية لأسباب أخرى غير الصدأ بعمق يصل إلى أسلاك الحديد	22
3. 11.I التآكل في الخرسانة	26
4. 11.I أسباب حدوث التآكل في الخرسانة	29
11.I 4. 1. تأثير كيفية أنجاز المنشأة	29
11.I .2.4. المقاومة لتأثير الكيماويات	30
الفصل الثاني :الجانب النظري	
II. 1مدخل	33
II. 2 خصائص المواد المستعملة	33
3.II مختلف سلوكيات الخرسانة	40
1.3.II خواص الخرسانة واختباراتها	40
II 1.1.3 اختبارات الخرسانة الطازجة	40
2.1.3II اختبارات الخرسانة المتصلدة	42
II 1.2.1.3 اختبار مقاومة الضغط	42
II 2.2.1.3 العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط	42
II 3.2.1.3 طريقة إجراء الاختبارات	44
3.1.3II اختبار للشد	46
4.1.3II اختبار الانحناء	47
II.1.3. 5 الانكماش	47
6.1.3II الديمومة	47
II 1. 6.1.3 أسباب تلف الخرسانة	47

الفصل الثالث:الجانب العملي	
1.III خصائص المواد المستعملة في التجربة	49
1.1.III الرمل	49
2.1. III الحصى	55
3.2 .IIIالاسمنت	57
4.2.III: الماء	60
III . 4 صياغة الخلطة الخراسانية	62
III. 5 حساب حجم عينات الاختبار	68
III . 6 صياغة وتحضير الخلطة	70
III .7. مدخل	77
III .8طرق التجارب	77
III . 9. نتائج مقاومة الانحناء	79
III . 10. نتائج مقاومة ا لضغط	81
III . 11- مناقشة الضياع في الكتلة....	83

فهرس الأشكال	
الشكل I .1 صب الخرسانة المسلحة	7
الشكل I .2 الخرسانة الجاهزة	8
الشكل I.3 قصة ساخنة للتلوث	16
الشكل I .4 تآكل حديد التسليح	24
الشكل I .5 آليات تآكل حديد التسليح	25
الشكل I .6 التأثيرات البيئية والمناخية التي تزيد من الثاكل	28
الشكل I .7 تآكل بفعل الخاصية الشعرية	29
الشكل I .8 تأثير أملاح الكبريتات	31
الشكل II.1 تأثير نسبة E/C على المسامية	38
الشكل II .2 تأثير نسبة E/C على مقاومة الانحناء	39
الشكل II .3 تأثير نسبة E/C على مقاومة الضغط	39
الشكل II .4 قالب الاختبار بعد الصب	41
الشكل II .5 العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط	43
الشكل II .6 وضع العينة المكعبة والاسطوانية في مكينة الضغط	45
الشكل II .7 منحنى تجريه الترتيب الحبيبي للحصى	45
الشكل III .1 الأداة المستعملة في تجربة المكافئ الرملي	52
الشكل III .2 غرابيل الترتيب الحبيبي	53
الشكل III .3 منحنى تجربة الترتيب الحبيبي	54
الشكل III .4 منحنى الترتيب الحبيبي للحصى	56
الشكل III .5 منحنى OAB	65
الشكل III.6 منحنى الترتيب الحبيبي للخليط	67
الشكل III.7 آلة خلط الخرسانة	70
الشكل III. 8 الخرسانة الطازجة في آلة الخلط	71
الشكل III.9 قوالب الصب	72
الشكل III.10 صب الخرسانة في القوالب	73

الشكل III.11 نزع القوالب من عينات الاختبار	73
الشكل III.12 تصلب العينات بعد الصب	74
الشكل III.13 منطقة دفن العينات	75
الشكل III.14 وضع العينات في مكان الاختبار	75
الشكل III.15 دفن العينات في مكان الاختبار	76
الشكل III.16 يوضح آلية التحطيم **بالانحناء**	77
الشكل III.17 يوضح آلية التحطيم بالضغط	78
الشكل III.18 التعبير عن مقاومة الانحناء بالمنحنى البياني	79
الشكل III.19 **عرض نتائج الانحناء بواسطة اعمدة**	80
الشكل III.20 التعبير عن مقاومة الضغط بالمنحنى البياني	81
الشكل III.21 **نتائج مقاومة الضغط بواسطة اعمدة**	82
الشكل III.22 منحنى الاوزان للعينات المربعة	83
الشكل III.23 منحنى العينات الاسطوانية	84
الشكل III.24 الاعمدة البيانية للعينات المربعة	85
الشكل III.25 الاعمدة البيانية للعينات الاسطوانية	85

قائمة الجداول	
الجدول رقم I .1 تقدير المياه الملوثة عبر إقليم وادي سوف	15
الجدول I .2تحليل المياه السطحية	19
الجدول II .1 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لبعض المناطق	34
الجدول II .2 **نتائج معامل النعومة لبعض المناطق**	34
الجدول II .3 **نتائج تجربة الكتلة** الحجمية و معامل الامتصاص لبعض المناطق	35
الجدول II .4 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لبعض المناطق	36
الجدول II .5 نتائج تجربة الكتلة الحجمية لبعض المناطق	36
الجدول II .6 نتائج مقاومة الضغط لبعض تركيبات Laid BEDADI لخرسانة الرمل الطبيعي	46
الجدول II .7 نتائج مقاومة الشد لبعض تركيبة لخرسانة الرمل الطبيعي	46
الجدول III.1 النسب المئوية للمكونات الكيميائية للرمل الطبيعي	49
الجدول III.2 الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للرمل الطبيعي	50
الجدول III.3 النسب المئوية **لمعامل امتصاص الماء** A_b	51
الجدول III.4 النسب المئوية للمكافئ الرملي **بالمكبس**	52
الجدول III.5 نتائج تجربة التدرج الحبيبي: 100% رمل طبيعي	54
الجدول III.6 معيار النعومة لكل عينة	55
الجدول III.7 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لمنطقة حاسي مسعود	56
الجدول III.8 **نتائج تجربة** الكتلة الحجمية **لمنطقة حاسي مسعود**	57
الجدول III.9 التحليل الكيميائي للاسمنت	59
الجدول III.10 الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لإسمنت مصنع عين التوتة	60
الجدول III.11 التركيبة الكيمائية للماء المستعمل	61
الجدول III .12 **معامل** حبيبات G	63
الجدول III .13. .: قيمة معامل التصحيح K	64
الجدول III .14 قيمة هبوط الخرسانة الطازجة	66
الجدول III .15 قيمة معامل التراص	66
الجدولIII . 16 التالي يوضح النتائج المتحصل عليها خلال فترة التجربة	79
الجدولIII .17 التالي يوضح النتائج المتحصل عليها من تجربة الضغط	81

قائمة الترميز

ADE : الجزائرية للمياه

A.N.R.H : الوكالة الوطنية للموارد المائية

المقدمة العامة

مقدمة عامة:

تعد الخرسانة في عصرنا الحاضر من المواد الإنشائي الأولى . فلا يوجد مجال من مجالات الهندسة إلا و تتصدر الخرسانة أولى مواده الإنشائية .و الفضل في ذلك يعود إلى صفات الهندسية للخرسانة التي تميزها عن غيرها من مواد البناء الأخرى كقابليتها للتقولب و اقتصاديتها و متانتها العالية فضلا عن مقاومتها العالية للحرارة و إمكانية صبها في المكان و أيضا الشكل الجمالي الذي تعطيه للعناصر الإنشائية المعمولة بها .

و تعرف الخرسانة بشكل علم إنها خليط بنسب محدودة و مدروسة من مواد حصوية رمل و حصى و ماء و اسمنت و بعض الإضافات الأخرى و يشكل الماء و الاسمنت ما يدعى بالعجينة الإسمنتية التي تعمل على ربط المواد الحصوية ببعضها فضلا عن ملء الفراغات المتبقية بين حباتها .

إن مشكلة صعود المياه من أهم و ابرز المشاكل التي تهدد و تعيق مشاريع التنمية العمرانية و تقف بوجه التقدم و الرقي في منطقة وادي سوف .و لأن منطقتنا تعاني من هذه المشكلة و التي تتمثل في صعود المياه التي تمس مساحات كبيرة من ترابنا و هذه المشكلة جعلت الباحثين يقومون بدراسات حول الخرسانة لكي تعيش في مثل هذه البيئة العدوانية .

لهذا تتمحور دراستنا حول إيجاد تركيبة خرسانية تستطيع التعايش مع هذه المشكلة وبقائها لمدة أطول.وقد قسمنا عملنا هذا إلى ثلاثة فصول تطرقنا في الفصل الأول إلى خرسانة وتاريخها ودرسنا ظاهرة صعود المياه وكيفية تأكل حديد التسليح. وفي الفصل الثاني تطرقنا إلى الجانب النظري درسنا فيه مكونات الخرسانة وبعض التجارب السابقة التي أجريت عليها .وأما الفصل الثالث فقد قسمناه إلى جزئيين الجزء الأول درسنا فيه خصائص المواد المستعملة في الخرسانة وأما الجزء الثاني قمنا بصياغة الخلطة ودراسة النتائج.وفي الأخير نقدم خلاصة عامة على خصائص خرسانة ومدى جدوى الخرسانة في مثل هذه الأوساط العدوانية وذكرنا بعض التوصيات التي تبدو مهمة.

الفصل الأول

1.I مدخل :

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير متجانس من الركام (الحصى), والاسمنت والماء مع بعض الفراغات ويمكن إضافة بعض المواد الأخرى للحصول على خواص معينة ' يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم 'الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقويه وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة . [1]

2.I نبذة تاريخية عن الخرسانة :

طور قدماء الرومان الاسمنت والخرسانة إلى ما يشبه الأنواع المستعملة حاليا وكان للاسمنت المستعمل صلاحية عظيمة لدرجة أن بعض أبنيتهم وطرقهم وجسورهم مازالت موجودة إلى ألان . ولصناعة الاسمنت خلط الرومان الجير المطفأ وهو جير أضيف إليه الماء مع رماد بركاني يسمى البوزولانا . ولقد أنتج الرومان الاسمنت المائي الذي يتصلب بالماء , إلا أن الناس فقدوا فن إنتاج الاسمنت بعد سقوط الامبراطورية الرومانية في القرن الخامس الميلادي .وفي سنة 1756 استطاع المهندس البريطاني جون سميتون صنع الاسمنت المائي مرة أخرى وذلك باستعمال جيربلولايس مع محتويات طينية بوزولانا من ايطاليا(1983) ' تطلبت المشاريع الهندسية العملاقة في القرن التاسع عشر تصنيع اسمنت مائي جيد . وفي سنة 1796, صنع جيمس باركر الاسمنت المائي من عقيدات الحجر الجيري المنقى من الطين اللندني وقد أصبح هذا النوع معروفا بالاسمنت الروماني. وفي سنة 1811 حصل جيمس فروست على براءة اختراع الاسمنت المائي من تليكس مزيج الحجر الجيري والطين وعمل جوزيف اسبيدن على تحسين العملية وذلك برفع درجة الحرارة . لقد استطاع اسبيدن صنع اسمنت عالي الجودة مقارنة بالاسمنت العادي وذلك عن طريق مزج أو سحق أو حرق أو إعادة السحق لكميات معلومة من الحجر الجيري والطين .وفي سنة 1845 تم تصنيع أول اسمنت بورتلاندي معتمد من قبل أيسي جونسون . وجاء اختراع القمائن ذات الإنتاج المستمر نحو عام 1880 , وتبعها أول قمين دوار مازال يستخدم إلى ألان على المستوى العالمي.

اوجد تشييد قناة ايري أول طلب ضخم على الاسمنت في الولايات المتحدة الأمريكية . واكتشف المهندس الأمريكي كانفاس وايت صخرا في مقاطعة ماديسون , بنيويورك الولايات المتحدة الأمريكية ,يمكن منه تصنيع الاسمنت المائي الطبيعي بعد قليل من المعالجة واستخدم

الاسمنت المصنوع من هذا الصخر في بناء القناة' تبنى المعماريون الحداثيون اوالبروتاليون الخرسانة باعتبارها مادة وطوروا الطراز الدولي الذي اعتمد على إبراز سطوح كبيرة من الخرسانة غير المزخرفة واحد الأمثلة المشهورة على ذلك هو مجمع مباني البنك الجنوبي في لندن. واستخدمت الخرسانة المسلحة أيضا وبشكل واسع في المنشات العملاقة لاستخلاص البترول من أعماق البحر , ذلك لان مقاومة الخرسانة لماء البحر أفضل بكثير من مقاومة الفولاذ أو المعادن الأخرى التي تتآكل عند تعرضها لماء البحر إما في المياه البريطانية فقد تراجعت الخرسانة في الإنشاءات القاعدية تدريجيا أمام الفولاذ , إلا إن النرويجيين تمسكوا باستعمالها , نظرا لعوامل السلامة الموجودة في الخرسانة.

وقد جرت محاولات متعددة للحصول على خلطات خرسانية محسنة واقل ثمنا , كان ذلك واضحا في ألواح الزجاج المصنعة من الخرسانة المسلحة سابقة الصب إلا أن القليل فقط من هذه المحاولات وصل إلى المستوى المطلوب. [2]

3.I مكونات الخرسانة:

الخرسانة هي عبارة مزيج غير منتضم من الرمل والحصى والاسمنت والماء مع بعض الاضافات لتحسين من جودتها وبعض الفراغات. يتم حساب نسبة هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب الغرض من العمل المطلوب والمواد المتوفرة . ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقويه وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة.

1.3.I صيغة الخلطة الخرسانية:

مفتاح الحصول على خرسانة قوية ومتينة يقبع في نسب الخلط وطريقة الخلط المواد المشكل للخرسانة ، يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة. ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية ، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة. [1]

تحتوي الخلطة الخرسانية عادة على:

(10-15) %أسمنت و (60-75) % حصى ورمل و (20 - 15) % ماء بالإضافة الى نسبة

(8 - 5) % هواء محبوس بداخل الخرسانة (هذه النسب هي نسب المكونات الى الحجم الكلي للخرسانة). [1]

I.3.1.1 الإسمنت في الخرسانة:

الإسمنت هو المادة الجافة وناعمة التي تمتلك خواص تماسكي و تلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح. ويتكون الأسمنت من ثلاثة مواد خام أساسية هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي، والسيليكات الموجودة في الطين والرمل، والألومنيا (أكسيد الألمنيوم) بالإضافة إلى عناصر اخرى تكون غالبا محايدة خلال عملية التفاعل.

هناك عدة أنواع من الاسمنت تأخذ اسمها من الغرض منها ولزوم استعمالها ولكن تبقى مكوناتها الأساسية واحدة وان اختلفت نسبتها من نوع لآخر ومن أهم هذه الأنواع:
الأسمنت البورتلاندي العادي، والأسمنت البورتلاندي سريع التصلد، والأسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة، والأسمنت المقاوم للأملاح والكبريتات، والأسمنت الألومينى ... الخ. [3]

I.3.1.2 الماء في الخرسانة :

يستخرج ويعبر بالنسبة E/C وهو العلاقة بين نسبة الماء و الأسمنت في الخلطة، والخرسانة ذات الجودة العالية يجب أن تحتوي على اقل نسبة ماء إلى اسمنت من الممكن الحصول عليها بدون التأثير على قابلية التشغيل الخاصة بالخرسانة الطازجة.

وبشكل عام استخدام ماء أقل يولد خرسانة ذات جودة عالية بالإضافة الى ان الخرسانة يجب أن يتم وضعها في القوالب بشكل مناسب ودمجها بشكل مناسب والاعتناء بها في فترة التصلب بشكل مناسب أيضا. وفي المقابل فإن كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والمسامية وضعف الديمومة والاهتراء وقلة التماسك والضعف والانكماش والتشقق.

ماء الشرب عادة يكون مناسب للاستخدام في الخرسانة. بشكل عام فان الماء الذي لا لون ولا طعم مميز له يمكن ان يستخدم في خليط الخرسانة ، ايضا بعض الماء غير الصالح للشرب يمكن ان يستخدم في خليط الخرسانة ، على أن لا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسب معينة تحددها المواصفات.

بينما استخدام ماء ملوث في الخليط لن يؤثر فقط على فترة تصلب الخرسانة أو على قوة الخرسانة لكنه من الممكن أن يؤدي إلى ظهور لطخ على الخرسانة بالإضافة إلى صدأ حديد التسليح وتغير دائم في حجم الخرسانة وتقليل متانة الخرسانة. تنص المواصفات عادة على أن

الماء يجب أن يكون خالي من الكلوريد والكبريتات والأملاح في ماء الخليط ، وخاليا أيضا من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والأحماض والقلويات والمواد العضوية والفلين والمواد الناعمة سواء كانت هذه المواد ذائبة أو معلقة وخلافها من المواد التي يكون لها تأثير عكسي على الخرسانة من حيث قوة الكسر والمتانة.

وبخلاف ذلك فإن الاختبارات يجب ان تجرى على الخليط لتحديد تأثير احتواء الماء على هذه الملوثات في صفات الخرسانة الناتجة.

*أهمية الماء في الخرسانة:

1- عنصر أساسي في التفاعل الكيماوي مع المادة الإسمنتية ، وهو ضروري أيضا لكي تمتصه الحصمة المستعملة في الخرسانة.

2- إن الماء ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها.

3- يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم والاسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل.

4- بوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الحصمة بنفس الكمية من الأسمنت.

5- إن الماء يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15-20.%

6 يضيع جزء من الماء الموجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر. [4]

3.1.3.I الركام (الحصى والرمل)في الخرسانة:

يعتبر الركام من المكونات الأساسية في الخرسانة حيث انه يشكل نسبة (75-60) % من حجم الخرسانة ويتكون الركام بصورة عامة من حبيبات صخرية متدرجة في الحجم منها حبيبات صغيرة كالرمل والأخرى حبيبات كبيرة كالحصى . ان لنوعية و خواص الركام تأثيراً كبيراً على خواص الخرسانة ونوعيتها.

وباعتباره يشكل الجزء الأكبر من هيكل الخرسانة الذي يؤمن استقرارها وثباتها ومقاومتها لتأثير القوى الخارجية والعوامل الجوية المختلفة من الحرارة والرطوبة والتجمد ، فإن وجوده بهذه النسبة في الخلطة يقلل التغيرات الحجمية الناتجة عن عمليات التجمد والتصلب للعجينة الإسمنتية ، وبالتالي يكسب الركام متانة إضافية للخرسانة الإسمنتية.

من أجل الحصول على خرسانة متينة يجب أن يتميز ركامها بعدم تأثره بفعل العوامل الجوية المختلفة كالحرارة والبرودة والتي تؤدي إلى تفكك الركام كما ويجب أن لا يحصل تفاعل ضار بين معادن الركام ومركبات الأسمنت ، إضافة إلى ضرورة خلو الركام من الطين ومن المواد

غير النقية والتي تؤثر على المقاومة والثبات لعجينة الأسمنت . ويجب أن يكون الركام نظيفا قويا مقاوما للسحق والصدم ومناسبا من حيث الامتصاص ذا شكل وملمس مناسبين وغير قابل للانحلال ، ومقاوما للتآكل.

4.1.3.I المواد الإضافية الخرسانية :

هي عبارة عن مواد أو تراكيب معينة ومدروسة من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لأسباب عديدة منها:

1- تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية.
2- تعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير.
3- إبطاء عملية التصلب في الأجواء الحارة أو النقل لمسافات البعيدة.
4- تقليل الحرارة المتولدة وتقليل النضح أو النزف .
5- تحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب.
6- منع صدأ الحديد.

إن لهذه الإضافات مضار لذلك يجب عدم استعمالها إلا في الحالات الضرورية وحسب تعليمات الشركة المصنعة وبأقل الكميات ومحاولة الاعتماد على تحسين خواص الخرسانة بتعديل مكوناتها الرئيسية.

أحد الأمثلة على المواد الإضافية للخلطة الخراسانية المتوفر بكثرة في معظم الخلطات التي يتم إنتاجها اليوم هو الرماد المتطاير أو الخبث وهما من أنواع الغبار البركاني ويعد الرماد المتطاير منتجا جانبيا في محطات الطاقة ذات الفحم المحترق بينما الخبث منتج جانبي نتيجة صهر الفولاذ، وهما يحلان محل (50- 15) % من الإسمنت في الخلطة. وباعتبارها من قبيل النفايات فهي أرخص من الإسمنت وبإضافتها للخلطة تعطي خرسانة أفضل علاوة على أنها تسد المسام وتقوي بنية الخرسانة كما أن شكلها المستدير يجعل مكونات الخلطة تتحرك بسلاسة ضمن نسيج الخلطة وبالتالي استعمال كمية أقل من الماء.

وتساعد مكونات الغبار البركاني في التقليل من حرارة ظاهرة التميؤ مما يزيد التصلب عدة مرات. وهذا جيد في حالة المناخ الحار عندما تتصلب الخرسانة بسرعة أكثر من اللزوم بينما قد يكون ذلك غير ملائم في المناخ المائل للبرودة. وبعض الإضافات المخفضة لكمية الماء أيضا ذات تأثير مثبط. وتأثير مواد الغبار السابقة ومخفض كمية الماء معا قد يسبب إطالة في المخطط الزمني للعمل حوالي الساعتين. وعلى كل حال فإن مورد الخلطة الجاهزة يستطيع التنبؤ بزمن التصلب من أجل أي خلطة.

4.I مراحل تصلد الخرسانة :

1.4.I الخرسانة الطازجة :

هي الخرسانة التي تبدأ من لحظة إضافة الماء الى مكونات الخلطة وحتى لحظة صب . تمتاز هذه المرحلة بالقدرة على الخلط والنقل والصب وتمثل 1 إلى 2 سا من زمن الخلط .

2.4.I الخرسانة الخضراء :

هي الخرسانة المتكونة في الفترة من بداية صب عجينة الإسمنتية وحتى بداية التصلد وفي هذه المرحلة لا يسمح بالخلط أو النقل أو الصب وهى تمثل 24 ساعة من بداية الصب (وهى خرسانة لا تقوى على تحمل اى اجهادات).

3.4.I الخرسانة المتصلدة :

وهى تمثل الفترة من نهاية 24 ساعة وحتى نهاية العمر الافتراضي. تمتاز في هذه المرحلة بزيادة مقاومة الضغط والقدرة على تحمل الأحمال مع مرور الزمن

5.I أنواع الخرسانة :

1.5 .I الخرسانة الخفيفة :

الخرسانة بدون اى حديد تسليح وتستخدم في أعمال الفرشات الخرسانية أسفل الأساسات وكذلك في إنتاج الكتل الغير معرضة لاجهادات الشد وكذلك أعمال الأرضيات والسدود وتتراوح مقاومتها بين 15 Mpa إلى 25 Mpa .

2.5.I الخرسانة المسلحة :

هي خرسانة عادية مشترك معها حديد التسليح لمقاومة اجهادات الشد وهذا النوع من الخرسانة هو الأكثر شيوعا واستخداماً في العالم وذلك لسهولة تنفيذه ورخص تصنيعه . ويمكن أن يُصب في الموقع مباشرة أو يُصب في المصنع لعمل وحدات خراسانيه جاهزة .وينبغي تحقيق التوافق وكذالك الاتزان بين الاجهادات والانفعالات في كل من الحديد والخرسانة .

الشكل 1.I :صب الخرسانة المسلحة

3.5.I الخرسانة مسبقة الإجهاد :

هي نوع من أنواع الخرسانة العادية يتم إكسابها اجهادات ضغط قبل تحميلها وهذه الأحمال كفيلة بتحمل إجهادات الشد الناتجة من تأثير الأحمال وبالتالي تحتاج إلى حديد تسليح حيث تكون المحصلة النهائية للاجهادات على طول القطاع بعد التحميل (التشغيل) غالبا إجهادات ضغط.

4.5.I الخرسانة الجاهزة سابقة الصب :

هي خرسانة تصب وتعالج حتى تمام تصلدها في المصنع ثم بعد ذلك تنقل إلى المنشأ وهذه الخرسانة يمكن أن تكون عادية أو مسلحة أو سابقة الإجهاد .وتشمل البلاطـات و الأعمـدة والحـوائط ووحدات الأسوار و السلالم. وفيها يتم التحكم في عملية جودة الخرسانة والتصنيع مثل:

1- استخدام ركام جيد متدرج.

2- إجراء الدمك والخلط ميكانيكا.

3- استخدام إضافات للتلوين.

4- تقليل الماء.

5- معالجة بالبخار.

6- استخدام المواد العازلة المطلوبة.

الشكل I .2 :الخرسانة الجاهزة

I.5.5 الخرسانة عالية المقاومة:

هي خرسانة ذات مقاومة تزيد عن 60 Mpa وقد تصل في بعض الأحيان إلى 140 Mpaويمكن الحصول عليه باستخدام مادة إضافية مثل الملدنات وذلك حتى يتم تقليل ماء الخلط إلى أقصى درجة مع الحصول على نفس القابلية للتشغيل وبالتالي الحصول على مقاومة عالية.

ظاهرة صعود المياه

6.I تاريخ و تطور صعود المياه :

لقد شهدت منطقة وادي سوف تطورا اقتصاديا و اجتماعيا متسرعا من بعد الاستقلال مما ترتب عليه توجه السكان إلى التوسيع في حفر آبار الطبقة السطحية و طبقة المركب النهائي لتلبية الاحتياجات التنموية في مجال الزارعة و قد بد هذا التوسع كأنه عشوائيا تسبب في اختلال التوازن الهيدروجيولوجي الطبيعي الذي كان سائدا قبل ذلك و قبل الدخول في تحليل تاريخ و تطور هذا المشكل قد يكون من المفيد التعريف به.

7. I التعريف بمشكل صعود المياه :

إن احتواء مدينة الوادي على مخزون مائي هائل متكون من 3 طبقات مائية أدى باستغلال الطبقة المائية السطحية نظرا لقربها من السطح , ولكن نتيجة لارتقاء المدينة إلى مركز ولاية وزيادة عدد السكان وكذا التوسع العمراني الكبير الذي عرفته المدينة أدى إلى استغلال الطبقتين المائيتين المتوسطة والعميقة إضافة إلى الاستهلاك الفردي الكبير للمياه الذي يصل إلى 120 ل/اليوم للساكن , وكذا عجز شبكة الصرف الصحي وغياب مصب طبيعي للمياه المستعملة أدى إلى بروز المياه على السطح التي غمرت الغيطان المتواجدة داخل المحيط العمراني وما جاوره , كما غمرت سطح المناطق المنخفضة مكونة برك ومستنقعات من المياه الملوثة و من هنا تبرز ظاهرة صعود المياه الجوفية ،ذلك لأنها تؤثر بدرجة كبيرة على المساحات العمومية يظهر ذلك خاصة على مستوى واحات النخيل التي تعتبر أهم المساحات الخضراء في المدينة والتي فقدت منها الكثير ناهيك عن بعض الساحات التي أصبحت برك من المستنقعات.

<u>انقطاع في نظام الهيدروليكي مغلق:</u> المشكل هو عدم توازن بين حجم المياه المنتجة و المستعملة و مياه التصريف، إن المناطق الجافة متميزة بنظام هيدروليكي مغلق حيث الحوض يتكون من قاعدة نفوذ، ففي النظام التقليدي المياه مصدرها الوديان أو الطبقات السطحية ترمى بعد الاستعمال المنزلي في الحفر الصحية الغير النظامية [5] .

وفي النظام الجديد لمختلف الأنشطة الحضرية ترمى المياه المستعملة في مناطق بعيدة عن المجال الحضري بكل ما تحتويه من فضلات و نفايات. إن الكمية الغير متبحرة من هذه المياه تواصل حركتها لتصل إلى طبقة المياه السطحية خلال فترة زمنية طويلة لذا كان التوازن بين المياه المنتجة و المياه المصرفة لهذا بقي مستوى منسوب المياه ثابت، بعد هذا تضاعف

الاستغلال للطبقة عن طريق تمرير الآبار المجهزة بمجموعة مضخات بالمحركات، إضافة إلى تضاعف امتصاص النباتات للمياه فتقلص حجم المياه في الطبقة السطحية و انخفض منسوب المياه في الكثير من الواحات.

لكن استغلال الطبقات العميقة تترتب عنها نوع آخر من اختلال التوازن، الضخ الكبير ضم إلى حلقة المياه الملوثة التي لا تدخل إلى الأعماق و الغير مصرفة لخارج الحوض الهيدرولوجي فهي ترجع إلى الطبقة السطحية التي ترفع من حجم مياهها بشكل كبير.

عندما تضخ الطبقة السطحية بشكل منتظم و محدود قد تقدر على تكوين نتائج إيجابية، فالطبقة قريبة بها كميات كبيرة تدفع بالفلاحين إلى تجهيز آبارهم بالمضخات ذات المحركات وخلق مناطق زراعية جديدة، أو مناطق توسيعية للزراعات القديمة و من المفروض توخي الحذر من ملوحة المياه التي لا تلائم جميع الزراعات، لكن عندما تكون احتياج استغلال مياه الطبقات العميقة لتوفير حاجيات السكان لمياه الشرب و السقي لمساحات كبيرة و مستمر في الزمن فكنتيجة منطقية يرتفع منسوب مياه الطبقة السطحية و انتهى بالقرب من السطح أين هدد النخيل (الغيطان) والمساكن كما توجد حالات أين تظهر على السطح لتكشف عن اختلال التوازن الإيكولوجي [6] .

و كنتيجة : فإن النظام التقليدي كان يعمل في حلقة مغلقة بصبيب محدود فالتقنيات الجديدة دمجت مداخيل زائدة بدون أي مخرج. إذا النظام الايكولوجي في يومنا هذا اختل توازنه و نظامه بطريقة مفاجئة و عنيفة.

إن المشكل كمي و نوعي أيضا لأن مياه الطبقات العميقة عادة ما تكون ذات ملوحة قليلة من2 إلى 3غ/ لتر بالنسبة لطبقات القاري النهائي و القاري المحشور أما الطبقات السطحية تتلقى مياه غسل الأراضي و التي تتملح تدريجيا لهذا لا يمكن أن تستعمل في السقي.

إذا المدينة خلقت المشكلة نتيجة الاحتياجات المتصاعدة و اللازمة أيضا و لكن المطلوب من الريف أن يمتص المياه الزائدة التي من المفروض أن تصريف فسكان الريف يبقون مكتوفي الأيدي أمام اختناق غيطانهم التي يكون المسؤول الوحيد عنها هو الفضلات الحفرية.

8.I تاريخ مشكل صعود المياه :

قبل الحديث عن تاريخ مشكل صعود المياه، تجدر الإشارة إلى انخفاض مستوى مياه الطبقة السطحية الذي حدث بين (1930–1956) حيث عرف مستوى منسوب مياه السماط السطحي انخفاض كبير، حل بالمنطقة جفاف، ترتب هذا الانخفاض عن الاستعمال الكبير للسماط السطحي عن طريق الآبار المنشأة في نفس الفترة.

كما ترتب عن هذا الانخفاض موت العديد من الغيطان حيث وصل إلى 05 متر عن مستوى المنسوب الحقيقي فأثر سلبا على المردود ألفلاحي مما رغم الفلاحين إلى تغيير الاستغلال من الطبقة السطحية إلى الأسمطة الأخرى الأكثر عمقا [7] .

أما مشكل الصعود فقول صاحب المذكرة [8] التي أنجزة في 2006 انه يرجع إلى 27 سنة من قبل حيث برز بشكل متفاقم و من المستحيل تجنبه.انطلق ابتداءا من الأمطار الغزيرة لعام 1969، حيث كان الماء متواجد على بعد 2 إلى 3 أمتار تحت مستوى قعر الغيطان فأصبح 1 متر ثم تزايد و انتهى بغرق الغيطان و موت النخيل.

9.I أسباب مشكلة صعود المياه:

1.9.I تشبع الطبقة بواسطة مياه الأمطار:

تتحرك مياه الطبقة السطحية وسط عمق يصل إلى25 متر في الجنوب الولاية، وبعض الأمتار في الشمال الولاية . هذه الطبقة مياهها مغذاة بمياه الأمطار، أما الأمطار التي سقطت على العرق الشرقي الكبير عام 1969 ساهمت بشكل كبير في رفع مستوى منسوب الطبقة السطحية الذي ترتب عنه موت النخيل في قطاع حاسي خليفة . [9]

*في عام 1980م قدر معدل تساقط الأمطار ب 88.33 ملم.

*في عام 1990م أمطار غزيرة قدر معدلها ب 171.83 ملم. [10]

بالرغم من كون أن تساقطات 30سنة الأخيرة تعتبر كعامل رئيسي في ارتفاع منسوب المياه السطحية، تبقى لا تفسر هذه المشكلة بصفة كلية، كون الكميات المتساقطة في السنوات الثلاثين الأخيرة أقل حجما من الكميات التي سقطت في الثلاثين سنة التي سبقتها. [9]

2.9.I دور الطوبوغرافيا :

1 - نتائجها على الطبقة السطحية: إن الطبقة السطحية للأرض : تعطي نفاذية عالية تسمح بسيلان سريع جدا للطبقة السطحية، الشيء الذي يحدد إمكانيات التحلل ويرفع من تسرب المياه إليها خصوصا إذا كانت ملوثـة لأن هده الخاصية تزيد من غياب التطهير الطبيعي الذاتي. [11]

2 - على الانحدار :

إن الطبيعة الطبوغرافية و خصوصا الانحدار عمل كعائق كبير في مشاريع التنمية بالولايـة، فالانحدار ضعيف جدا إلى منعدم يتراوح ما بين 0 و2 ‰ ،وهذا يؤدي إلـى صـعوبة إنشـاء شبكة الصرف الصحي إضافة إلى افتقار المنطقة لمصبات طبيعية؛التي تعمل على تصريف المياه الزائـدة، فهذا العنصر يساعد على تفاقم المشكل لكون قاعدة السماط السطحي على شكل مقعر ذو تموجـات تظهر حدودها عند السطح على بعد 70 كلم غرب مدينة الوادي. لهذا تصرف المياه الزائـدة للمدينـة على بعد 4 كلم منها والتي بدورها ترجع لتغذية السماط السطحي. [12]

وأما اليوم يتم توجيه إلى شط حلوفة الذي يقع إلى الشمال من عاصمة الولاية على مسافة تفوق ال45 كلم .

3.9.I. دور الجيولوجيا :

حسب دراسة الطبيعة الجيولوجية تبين أن المنطقة تتوضع فوق حوض رسـوبي واسـع مغطـى بتكوينات الزمن الرابع ذو طبيعة رملية التي تتميز بنفاذية عالية، وهي تساعد في تغذية السماط السـطحي الذي يختلف في عمقه من منطقة إلى أخرى. كما نضيف أن قعر الطبقة السطحية ذات الطبيعـة الطينيـة الغير نفوذة تمنع تسرب المياه الزائدة، فتظهر على السطح في بعض المناطق خاصة الغيطان و الأحيـاء المنخفضة أهمها : حي النزلة، حي سيدي مستور، حي الشط وحي الأصنام.

1-التربة :

تصنف تربة المنطقة إلى الترب الهيكلية أين تتكون من فتات الصخر أو ما تجمعـه الريـاح مـن رمال، و بما أن الغطاء النباتي قليل فعندما يجف و يتأكسد بسرعة و لا يترك في التربـة إلا القليـل مـن المادة العضوية. و يبقى مفهوم التربة أقرب من الرواسب السطحية منه إلى مفهومها التطبيقي. [13]

إن تطور التربة يتضمن عمليات فيزيائية و كيميائية ينشأ عنها طبقات غنية بالكربونات و الجبس،وقد تكون هذه الطبقات تحت السطح فتشكل قشرة سطحية و هي جميعا لا توفر الفرصة لنمو النباتات، كما تمتاز تربة المنطقة بالمسامية العالية و ذلك حسب قانون "دارسي" في تصنيف الترب. وهذا ما ساعد على تسرب كميات كبيرة من الأمطار في الفصول الممطرة حتى و لو كانت قليلة الحدوث وكذلك تسرب المياه الملوثة بعد الاستعمال الزراعي (عن طريق المبيدات والأسمدة) أو الاستعمال المنزلية (كيمياويات وفضلات الإنسان.) التي تساهم في رفع مستوى مياه الطبقة السطحية، و تلوثها أيضا.

4.9.I إفراط في استهلاك المياه :

إن إيصال مياه الشرب يشمل جميع التجمعات العمرانية فالتزويد بالمياه متوفر خلال ساعات طويلة في اليوم يصل في بعض المراكز على 24/24ساعة، هذا الإيصال يتم عن طريق قنوات رئيسية وأخرى ثانوية، تعاني الكثير من التسربات وذلك راجع إلى طبيعة صنعها(البلاستيك) الذي لا يقاوم الضغط ودرجة حرارة المياه، خاصة المستخرجة من طبقة الألبيان، كل الكميات المتسربة تعود لتغدية السماط المائي السطحي ولو بنسبة قليلة، زيادة على ذلك غياب عدادات المياه عبر كامل الإقليم، الشئ الذي يدفع بالسكان إلى الإفراط في الاستهلاك لعدم إدراك قيمة هذا المورد كونه مجاني.

بعدما استغلت الطبقة السطحية و لوثت، انتقل الإنسان إلى استغلال باقي الطبقة الجوفية فأنجز تنقيبات في المركب النهائي، اختلف تدفقها حسب الاحتياجات كالآتي:

- السقي : التدفق مقدرة ب 31.417.131 م3 / سنة. [14]
- الشرب والاستعمالات المنزلية: التدفق مقدرة ب 46.488.644 م3 / سنة. [14]

كل هذه القيم الضخمة استخرجت دون تفكير المسؤولين في مخرجها أو مصبها أو الطريق الذي ستسلكه بعد الاستعمال في غياب المصبات الطبيعية بالإقليم وغياب شبكات الصرف الصحي فهي تنتهي بزيادة حدة مشكل صعود المياه.

5.9.I الصرف الصحي :

1 ـ تقدير المياه الملوثة :

هذه التقديرات تم انجازها من طرف الوكالة الوطنية لمياه الشرب و المياه الصناعية و الصرف الصحي فهي قيم ثابتة فقد دعمت بالمعطيات التي هي في طور الحساب من أجل إنجاز شبكة الصرف الصحي و خاصة حساب أبعاد قنواتها

الجدول رقم I .1 تقدير المياه الملوثة عبر إقليم وادي سوف

البلدية	الصبيب المضخ (ل/ساكن/يوم)	الصبيب المستغل ($م^3$/اليوم)	صبيب المياه الملوثة ($م^3$/يوم)	صبيب المياه الملوثة (لتر/يوم /ساكن)	ملوث دون استهلاك (%)	استهلاك فعلي (%)
البياضة	324	8494	6795	259	83	17
الرباح	501	8624	6899	401	80	20
سيدي عون	256	2744	2195	205	80	20
النخلة	519	5200	4160	415	80	20
المقرن	252	5072	4058	202	81	19
حاسي خليفة	182	4620	3696	146	81	19
طريفاوي	388	2464	1971	310	80	20
رقيبة	296	9216	7373	237	81	19
ميه ونسة	184	2280	1824	147	80	20
ورماس	1146	5760	4608	917	80	20
واد العلندة	348	2050	1640	278	80	20
الواد	349	36780	29424	279	80	20
تاغزوت	647	7200	5760	518	80	20
حاسي عبد الكريم	314	5390	4312	251	80	20
قمار	350	10600	8480	280	80	20
دبيلة	355	7128	5702	284	80	20
عقلة	490	2750	2200	392	80	20
كوينين	455	3432	2746	364	81	19
المجموع		103843	129804			
المعدل	409			327		

المصدر: معالجة معطيات ENHPO 2006

2 ـ وضعية الصرف الصحي :

وحدها مدينة الوادي متوفرة على شبكة الصرف الصحي و لكن بشكل جزئي، بلدية قمار تتـوفر أيضا على شبكة صرف صحي لكن عاطلة عن العمل، نسبة وصل السكان الصرف الصحي في الواد مقدرة بـ 10%، أما باقي البلديات تفتقر لشبكة الصرف الصحي .2006

اما اليوم فقد تحسنت وضعية الصرف الصحي وقد اصبحت تغطي تقريبا 80% من كامل تراب الولاية .

المياه الملوثة الحضرية و مياه الصرف موجهة و مرمية في داخل المنطقـة المتواجـدة فـي المستوى الأكثر انخفاضا بالنسبة لمحيطها الطوبوغرافي الذي يعتبر كمصب. هذه المنطقة موجودة بشرق مدينة الوادي ذات عمق بسيط مشـغولة بميـاه مالحـة و ملوثة، تكون مع القمامة نقطة ساخنة للتلوث كما توضح الصورة

صورة رقم: (01) نقطة ساخنة للتلوث

الشكل 3.I نقطةساخنة للتلوث [14]

6.9.I الأسباب الصناعية:

قطاع الصناعة يكون مصدر ضغط على الموارد و على شبكة الصـرف الصـحي ومشـاريع و أعمال تطهير المياه الملوثة الحضرية..القطاع الصناعي داخل منطقة الدراسـة يتميـز بنشـاط التحويـل ،المعطيات المتعلقة بالدراسة غير كاملة بغياب المعطيات الدقيقة ومعلومات حول العمال، اسـتهلاك ميـاه، النفايات، لا تسمح بالتقييم الدقيق لجزء التلوث الصناعي داخل المنطقة حيث إحصاء النشـاطات المعطـاة من طرف مفتشية البيئة لولاية الوادي يتجلى من خلالها مشكل

كبير للتلوث الصناعي ، و ماعدا بعض النشاطات وبعض النفايات أو العناصر التي لا بد من مراقبتها مثل :

1- نفايات و الهياكل المترتبة عن نشاطات المذابح

2- المواد النشطة المستعملة لإنتاج المبيدات

كما يجب أن نشير إلى شيء هام أن معظم الوحدات الصناعية لا تملك عدادات مياه لمعرفة حجم المياه التي تستعملها الوحدات الصناعية الذي يسمح بتقييم أحجام المياه المرمية. و تقدم تعريف بالوحدات الصناعية التي يمكن وصفها تحت برنامج مناسب لاقتصاد الماء كما يستطيع أن يخدم هذا البرنامج بشكل مقبول إعادة تصفية المياه و تبريدها مثلا : صناعة البلاط .

7.9.I النفايات :

تعتبر النفايات مصدر قوي لتلوث مياه الطبقة السطحية و حتى المياه الجوفية فلا بد أن نشير إليها في هده الدراسة. خاصة أنها لا بد أن تؤخذ بعين الاعتبار في إطار مراقبة نوعية المياه السطحية و قبل الحديث عن أنواع النفايات التي تعاني منها المنطقة .

10.I انعكاسات ظاهرة صعود المياه :

ولها عدة انعكاسات سلبية على جميع المستويات ومن بينها .

1 - على الجانب العمراني :

1- خلق تقاطعات ومساحات فارغة مغمورة بالمياه داخل النسيج الحضري والتي كانت من المفروض أن تستغل في مجال المساحات العمومية، وقد بلغت مساحة الغيطان حوالي 68.6هكتار بنسبة 4.6% من مساحة المدينة مما شوه المنظر الجمالي للمدينة ذلك لأن هاته الغيطان تستعمل كمزابل وأماكن لتصريف المياه المنزلية , بينما كانت قبل تأثيرها بالظاهرة تعتبر من المساحات الخضراء (واحات النخيل) .

2- التأثير على توجه التوسع العمراني ،حيث أصبحت المناطق المتأثرة بالظاهرة من ضمن أكبر العوائق المتحكمة في توسع المدينة وهي منطقة الشط التي تبلغ مساحتها حوالي 146هكتار بنسبة 7.80% من مساحة المدينة .

3- انخفاض قيمة العقار في الأحياء المتضررة مقارنة مع الأحياء الأخرى حيث يبلغ ثمن المسكن بكامله في المنطقة المتضررة قيمة عقار غير مبني في المناطق غير المتضررة .

4- عدم صلاحية مواد البناء المحلية (الجبس) التي كانت مستعملة في البناء المعروف بمسامية الكبيرة والتأثر بالرطوبة مما أجبر السكان على ترميم مساكنهم باستعمال مواد بناء حديثة أكثر

مقاومة للرطوبة من الجبس كالأسمنت و الأجر وهذا ما خلق نوع من الاختلاط في استعمال مواد البناء بين المحلية والدخيلة ، مما أثر على التناسق المعماري للبنايات خاصة داخل الأحياء القديمة (الأعشاش مثلا).

2 -على الجانب البيئي :

1- نمو الأعشاب الضارة بالغيطان واستعمالها كمزابل وأماكن لتصريف المياه المستعملة ، مما يساعد على تلويث المحيط وظهور الحشرات الضارة التي تهدد الإطار المعيشي للمواطن .

2- تلويث مياه الطبقة السطحية الناجمة على آبار الصرف الصحي الفردية .

3- ارتفاع الرطوبة غير الطبيعية في المناطق الصحراوية مما يهدد الدورة الطبيعية للكائنات الحية.

4- التأثير على الصحة العمومية وهذا بظهور عدة أمراض منها : الحساسية ، مرض شمانيوز، الجلدي ،حمى الملا ريا، الكوليرا ،التهاب الكبد والتيفوئيد .....الخ.

3على الجلب الاقتصادي :

أدت ظاهرة صعود المياه إلى إتلاف عدد هائل من النخيل المنتج ،حيث بلغ عدد النخيل المتلف 120 ألف نخلة من بين 500 ألف نخلة ,إضافة إلى تهديد 230 ألف نخلة وبالتالي أثرت على منتوج التمور كما ونوعا ,إضافة إلى تدهور الغطاء النباتي وارتفاع نسبة البطالة راجعة إلى توجه الفلاحين إلى أعمال أخرى وبقاء بعضهم بدون عمل، كما تؤثر أيضا على الوظيفة التي كانت تلعبها في مجال الترفيه عن النفس.

من خلال الدراسة التحليلية لمدينة الوادي، والتي تطرقنا فيها إلى قراءة عن مدينة الوادي، وكذلك دراسة الخصائص الطبيعية للمدينة استخلصنا إلى عدة نتائج وهي كما يلي:

1- موضع المدينة الصعب للتعمير فهي محاصرة بالكثبان الرملية والغيطان.

2- الطبيعة الجغرافية لمدينة الوادي التي تتميز بضعف الانحدار والتربة الرملية.

3- تضاريس المنطقة المتمثلة في الكثبان الرملية والغيطان ومنطقة الشط والتي تحكمت في اتجاه النسيج العمراني على طول المحاور الرئيسية مما أدى إلى التحام النسيج العمراني للمدينة مع النسيج العمراني لكل من البياضة وكونين.

4- المناخ الصحراوي الذي لا يخدم التوسع العمراني العمودي.

11.I نوعية المياه الطبقة السطحية(الصاعدة) :

المياه التي أجريت فيها الدراسة هي المياه السطحية على مستوى منطقة الشط بالوادي حديقة التسلية ولقد تحصلنا على نتائج تحليل المياه السطحية للمنطقة من ADE سنة2013

الجدول I .2 تحليل المياه السطحية

Ca ++ [mg/l]	Mg++ [mg/l]	NH4+ [mg/l]	Cl - [mg/l]	SO4 -- [mg/l]	HCO3- [mg/l]	NO3 - [mg/l]	NO2 - [mg/l]	pH
637	75	0.10	588	3373	420	48	0.01	7.31

ملاحظة

نلاحظ عموما أن الأيونات الكبرى تتعدى القيم الثابتة المعمول بها عالميا ، هذه الكميات الموجودة في مياه الطبقة السطحية تجد مصدرها من انحلال و غسل الأملاح الموجودة في الطبقة المائية مثل: الكالسيت ($Caco_3$)، الجبس (halite ($Caso_4$،NaCL)) .... إلخ

12.I التآكل في المنشآت و آثاره السلبية:

1. 12.I المقدمة:

يعرف التآكل بأنه إفساد المادة أو خواصها نتيجة تفاعلها مع مؤثرات خارجية أو داخلية و هو التلف الناتج عن تفاعل مادتين أو أكثر أو مكوناتهما في و جود وسط مساعد مثل الحرارة أو الرطوبة أو الأملاح . و يحدث التآكل في المنشآت ببطء شديد وهدوء لكن الخسائر التي يسببها تفوق التصور , فمنها خسائر مادية و اقتصادية و منها صحية تتعلق بصحة الإنسان و تؤثر عليه مباشرة و البيئة المحيطة به .

فالمنشآت الصناعية و المباني مثل المدارس و المستشفيات و محطات التوليد و أعمدة نقل الطاقة و الجسور و الطرق و الموانئ و المطارات , تتأثر سلبا بحدوث التآكل في أجزائها مما يؤدي إلى قصر عمرها و الإقلال من فترة صلاحيتها و كفاءتها التشغيلية مما يزيد تكلفة صيانتها و تشغيلها , كما أن شبكات نقل و توزيع المياه و محطات الضخ و تخزين المياه تتعرض إلى التآكل سواء من داخل خطوط النقل و التوزيع و ملحقاتها أو من خارج الخطوط و الأجزاء الظاهرة و التي تتعرض لتغيرات مختلفة بيئية و مناخية . [15]

2. 12.I التآكل في حديد التسليح في الخرسانة:

إن صدأ حديد التسليح هو أكثر مشاكل المنشآت انتشاراً في منطقتنا العربية ويرجع معظم التصدع في المنشآت الخراسانية ونقص عمرها الإفتراضى لصدأ الحديد. وتعتبر الخرسانة المسلحة من المواد التي تتحمل مع الزمن وتعيش طويلاً ويفضلها المهندسون عن كثير من أنواع المنشآت ولا يقلل من عمرها وتحملها إلا صدأ الحديد. وقد يكون الصدأ بسيطاً ويظهر فى صورة تنميل خفيف تشققات رفيعة عند أسلاك التسليح أو بقع صدأ وقد يزيد فيؤدى إلى تساقط الخرسانة المكونة للغطاء الخرسانى وقد يصل الصدأ إلى حدوث انهيار للعضو الخرسانة بأكمله

وخطورة صدأ الحديد أنه يبدأ ويستمر لمدة طويلة بدون ظهور أعراض وذلك لأن التدهور المصاحب لصدأ الحديد بطئ وقد يستمر سنين وخطورته أيضا أنه طالما بدأ فسيستمر حتى ولو أزيل مصدر الرطوبة ما لم يزال الحديد الصدئ والخرسانة المعيبة وتستبدل بخرسانة سليمة. وأي جراء يتبع لإصلاح الوضع المتدهور لخرسانة أصابها الصدأ يعتمد آلية على الفهم السليم لأسباب حدوث الصدأ ووسائل السيطرة عليه ومنعه من الاستمرار. والحقيقة أن الرطوبة والأكسجين هما وقود عملية الصدأ الذي يبدأ حينما تفقد الحماية التي توفرها الخرسانة للأسلاك نتيجة أسباب عديدة مثل زيادة نسبة الكلوريدات بالخلطة أو التحول الكربونى للخرسانة الخارجية

أو حدوث تشققات نتيجة أسباب أخرى غير الصدأ مما يسهل وصول الرطوبة إلى الأسلاك ويبدأ الصدأ. [16]

عندما يقل الغطاء الخرسانى عن حد معين يصبح السلك معرضاً للعوامل الجوية ويمكن أن يبدأ الصدأ فى وجود الرطوبة والأكسجين. وحتى مع وجود غطاء خرساني فإن الصدأ يمكن أن يبدأ عندما تقل قاعدية الخرسانة المحيطة بالأسلاك إلى الحد الذى ينخفض فيه الأس الهيدروجينى إلى 10 أو أقل ، ففى هذه الحالة تصبح الطبقة الحامية السلبية غير متزنة وتنكسر مما يجعل التيار الكهربائى يسري في السيخ ومن ثَمَ يبدأ الصدأ. وفقد القاعدية يحدث نتيجة لعامل أو أكثر من العوامل الآتية:

1- التحول الكربونى للخرسانة فى الغطاء الخرسانى .

2- تغلغل الكلوريدات فى الخرسانة من المياه المحيطة أو وجودها فى الخلطة الخرسانية أصلاً.

3- وجود تشققات سطحية -لأسباب أخرى غير الصدأ- بعمق يصل إلى أسلاك الحديد وخاصة إذا كانت التشققات موازية لصلب التسليح.

I.12. 2. 1 التحول الكربوني للخرسانة في الغطاء الخرسانة:

تفقد خرسانة الغطاء الخارجي قاعديتها نتيجة عملية تسمى التحول الكربونى للخرسانة وهى تفاعل ثاني أكسيد الكربون الموجود بالجو مع المواد القاعدية الموجودة بالخرسانة ـ هيدروكسيد الكالسيوم ـ محولاً إياها إلى كربونات فى وجود بواسطة التفاعل التالي :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \xrightarrow{water} CaCO_3 + H_2O$$

وكنتيجة لذلك تقل قاعدية الخرسانة إلى أقل من المستوى المطلوب لتوفير الحماية السلبية للأسلاك (أقل من 10). ونظراً لأن التحول الكربوني ينتج عن التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون الموجود بالهواء فهو يبدأ من السطح ويمتد إلى الداخل. والخرسانة الجيدة غير المنفذة للماء لا يحدث لها تحول كربوني إلا في حدود طبقة سطحية جداً (عدة ملليمترات) حتى عندما يصبح المبنى قديماً ولكن الخرسانة الرديئة المنفذة للماء يحدث لها تحول كربوني بعمق يصل إلى عشرة أضعاف عمق التحول في الخرسانة الجيدة. وتحدث عملية متشابهة للتحول الكربوني في وجود ثاني أكسيد الكبريت في الجو المحيط بالأعضاء الخراسانية وتسمى عملية التحول الكبريتي ، وتسبب أيضا نقص قاعدية الخرسانة المحيطة بأسلاك التسليح ، وإذا حدث تحول كربوني

وكبريتي معاً فإن ذلك سيؤدى إلى زيادة وإن كانت بسيطة فى سرعة فقد الخرسانة لقاعدتيها. ولهذا يوصى بزيادة الغطاء الخرسانة لصلب التسليح في الأجواء الملوثة بالكبريتات. [17]

I.12 .2. 2 تغلغل الكلوريدات في الخرسانة من المياه المحيطة أو وجودها فى الخلطة الخراسانية أصلاً :

تعتبر أيونات الكلوريدات من أكثر المواد التي تدمر الحماية السلبية لصلب التسليح داخل الخرسانة. وهذه الكلوريدات من الممكن أن تكون موجودة في الخرسانة من لحظة خلطها (مصادرها الركام أو ماء الخلط أو الإضافات المحتوية على كلوريد الكالسيوم) أو تصل إلى الخرسانة بعد استعمال المنشأ (مصادرها مياه البحر أو المياه الجوفية). ووجود الكلوريدات في الخرسانة يؤدى إلى تنشيط عملية الصدأ ولو كانت قاعدية الخرسانة ما زالت مرتفعة.

وصدأ الحديد نتيجة وجود كلوريدات داخل خلطة الخرسانة أخطر وأصعب في إصلاحه من الصدأ نتيجة التحول الكربوني لأنه بينما يمكن منع حدوث مزيد من التدهور في الأعضاء التي تحول تخرسانها السطحية كربونيا فلا توجد وسيلة فعالة لمنع التدهور في حالة وجود تركيز عالية من الكلوريدات داخل خلطة الخرسانة إلا إزالة الخرسانة المعيبة تماماً من حول أسلاك التسليح.

وتقوم أيونات الكلوريدات الحرة الموجودة في الماء داخل فراغات الخرسانة بمهاجمة صلب التسليح وتسبب له الصدأ. وميكانيكية التفاعلات الكيميائية في هذه الحالة معقدة إلى حد كبير ولكن يمكن القول ببساطة أن أيونات الكلوريدات قادرة على تعطيل التفاعلات الحادثة على سطح حديد التسليح والتي توفر له الحماية السلبية حتى وإن كانت قاعدية الخرسانة مازالت عالية ولم يحدث لها تحول كربوني أما فى حالة حدوث تحول كربونى فإن قيمته أقل من الكلوريدات ستدمر الحماية السلبية للحديد وسيصبح معدل الصدأ أسرع.

والملاحظ أنه في الفترة الأخيرة تم تقليل القيم المسموح بها في المواصفات العالمية والخاصة بنسبة تركيز الكلوريدات في الخرسانة وذلك في ضوء التجارب والخبرة المتاحة بحيث أصبحت القيم المسموح بها الآن أقل بكثير من القيم التي كان يسمح بها سابقا. ومنع الكلوريدات من التغلغل في الخرسانة يعتمد أساساً على عدم نفاذية هذه الخرسانة كما يعتمد على سمك الغطاء الخرسانة.

I.12 .2. 3 وجود تشققات سطحية لأسباب أخرى غير الصدأ بعمق يصل إلى أسلاك الحديد:

تعتبر التشققات منفذاً سهلاً للأكسجين والرطوبة والكلوريدات ولذا فإن التشققات السطحية الموازية للأسلاك يمكن أن تسهل عملية الصدأ والتي ستؤدى بدورها إلى حدوث تشققات جديدة. وقد يكون سبب هذه التشققات الانكماش اللدن أو الهبوط اللدن وهى تشققات تحدث على أسطح

البلاطات. وفى الحالات التي تكون فيها هذه الأسطح معرضة للأملاح تصبح هذه التشققات مخزناً للتلوث قريباً من الحديد العلوي. والأخطر من ذلك الفجوات التي تحدث تحت أسلاك التسليح عندما يحدث إدماء للخرسانة ويحدث لها هبوط لدن. هذه الفجوات يصعب جداً العثور عليها كلها وتشكل مصدراً دائماً للرطوبة وسبباً قوياً للصدأ لأن حماية أسلاك التسليح تعتمد على تغطية الخرسانة لسطح السلك بأكمله. والحل الأمثل في مثل هذه الحالات هو تجنب حدوث هذه الفجوات أصلاً بالتأكد من أن خواص الخرسانة مناسبة لطريقة صبها ومعالجتها. وهذا الأمر هام جداً لمنع حدوث الصدأ.

صدأ الحديد هو عملية كهر وكيميائية تحدث عند السطح الفاصل بين صلب التسليح والخرسانة وتحتاج إلى عامل مؤكسد (الأكسجين) ورطوبة وتيار من الإلكترونات يسرى من قطب موجب إلى قطب سالب في المعدن ويجب توفر الوسط الذي ينقل التيار الكهربي من القطب الموجب إلى السالب وهو عادة ماء أو محلول مائي به أملاح ذائبة. وتحدث في هذه العملية مجموعة من التفاعلات الكيمائية على النحو التالي - أنظر شكل (**I. 5**).

1 - يتحلل الحديد من القطب الموجب على هيئة أيونات الحديدوز ++(Fe) حسب التفاعل:

$$2Fe \longrightarrow 2Fe^{++} + 4e^{-}$$

2- تنتقل الالكترونات المتولدة من التفاعل السابق (-e4) في سلك الحديد إلى منطقة القطب السالب حيث تتفاعل مع الأكسجين والماء مكونة أيونات الهيدروكسيد (OH) حسب

التفاعل:

$$2H_2O + O_2 + 4e^{-} \longrightarrow 4(OH)^{-}$$

3- عند تقابل نواتج التفاعلين أيونات الحديدوز مع أيونات الهيدروكسيد يترسب هيدروكسيد الحديدوز وفقاً للتفاعل:

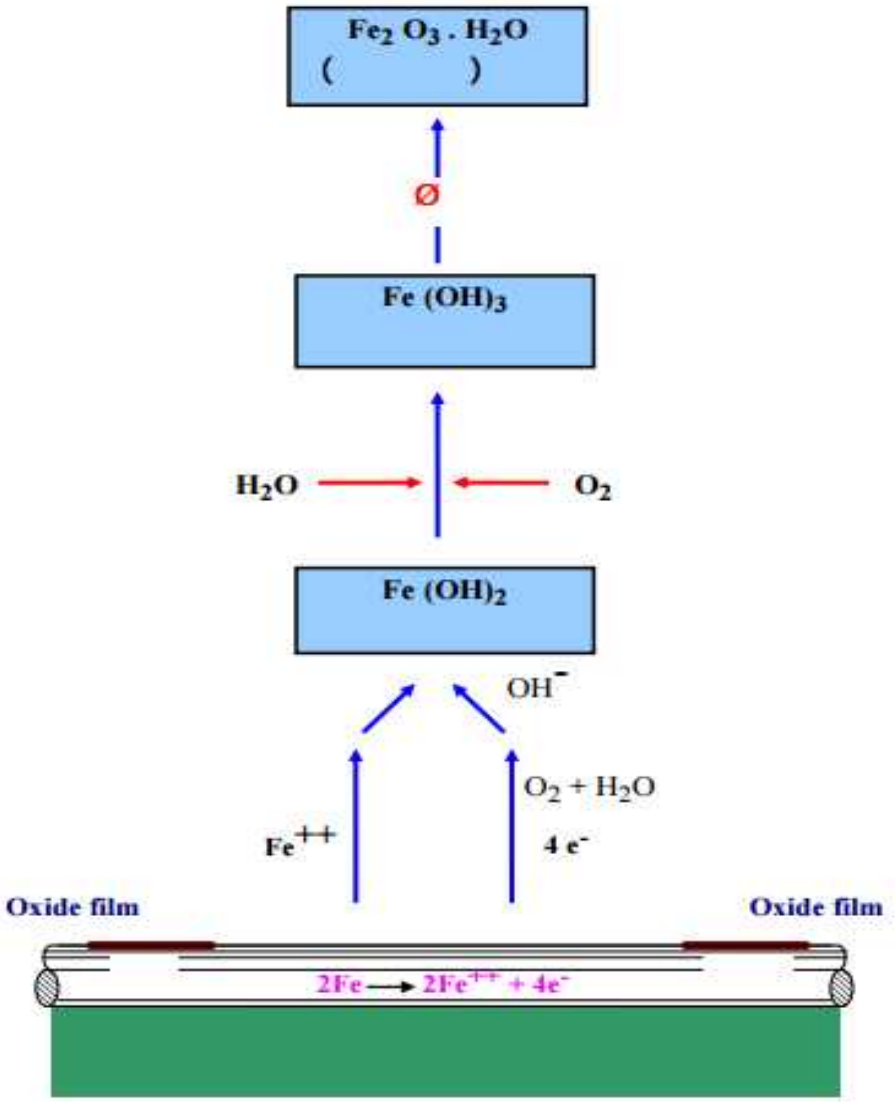
$$2Fe^{++} + 4(OH)^{-} \longrightarrow 2Fe(OH)_2$$

4- يتأكسد هيدروكسيد الحديدوز الناتج بفعل الأكسجين والماء إلى هيدرواكسيد الحديدك تفاعل ثانوي الذي يتحلل مكوناً صدأ الحديد (أكسيد الحديد) طبقاً للتفاعل:

$$2Fe(OH)_2 \xrightarrow{O_2 + H_2O} 2Fe(OH)_3 \longrightarrow Fe_2O_3.H_2O$$

الشكل I .4 تأكل حديد التسليح [18]

ويعتبر أكسيد الحديد الناتج شديد الامتصاص للماء وضعيف الالتصاق بالحديد ، وبذلك يسهل إزالته بالذوبان المبطئ تاركاً سطح الحديد ليسمح بتكون صدأ جديد ويمكن عن طريق قياس التيار الكهربائي في أسلاك الحديد الصداة معرفة الصدأ في الأسلاك التى يصعب الكشف عليها ، وهذا يساعد على تحديد درجة خطورة المنشآت الخراسانية المعرضة للصدأ. وهيدروكسيد الحديد الناتج يزيد حجمه عن حجم السلك الأصلي زيادة كبيرة مما يؤدى إلى تولد إجهادات انفصالية عالية حول أسلاك التسليح تؤدى إلى تشققات طولية موازية للأسلاك وعند زيادة الصدأ عن ذلك تبدأ الخرسانة السطحية فى التساقط. [21]



الشكل I .5 آلية تأكل حديد التسليح [18]

I.12. 3 التآكل في الخرسانة:

الخرسانة هي الحجر الصناعي الناتج عن تصلب الخلطة المنتقاة من الرمل و الحصويات و المادة الرابطة و هي الاسمنت و الماء , و هي من أهم المواد الإنشائية لسهولة الحصول عليها و رخص تكلفتها و تحملها للظروف البيئية المختلفة و هذا الحجر الصناعي ناتج عن تفاعلات معقدة بين المكونات الرئيسية للاسمنت و الرمل و الحصويات التي تتكون في الغالب من المواد التالية :

أكسيد الكالسيوم	cao	بنسبة 64 – 67%
أكسيد السيليسيوم	Sio_2	بنسبة 19 – 24 %
أكسيد الالومنيوم	Al_2O_3	بنسبة 4 – 7 %

و اكسدات اخرى مثل أكسيد المغنيزيوم Mgo و البوتاسيوم K2O و أكسيد الصوديوم .
تؤثر هذه النسب من الاكاسيد على جودة الاسمنت و ظهور تشقق بنسب متفاوته في الخرسانة التي تساعد على دخول الأبخرة المائية و الأحماض و الكلوريدات إلى حديد التسليح فيبدأ التآكل و يزداد ببطء شديد فتبدأ عملية تخريب الخرسانة, و بهذه التفاعلات الكيميائية و الفيزيائية الحاصلة بعد خلط المواد المكونة للخلطة الخرسانية تنحل مكونات الاسمنت مكونة محلول غروي يغلف حبات الحصويات ثم اعادة تبلورجزيئات المواد المحيطة يصاحب ذلك تصلب في العجينة كما يلي :

$$3CaO.SiO_2 + (n+1)H_2O \longrightarrow 2CaO.SiO_2\ nH_2O + Ca(OH)_2$$

$$2CaO.SiO_2 + nH_2O \longrightarrow 2CaO.SiO_2\ nH_2O$$

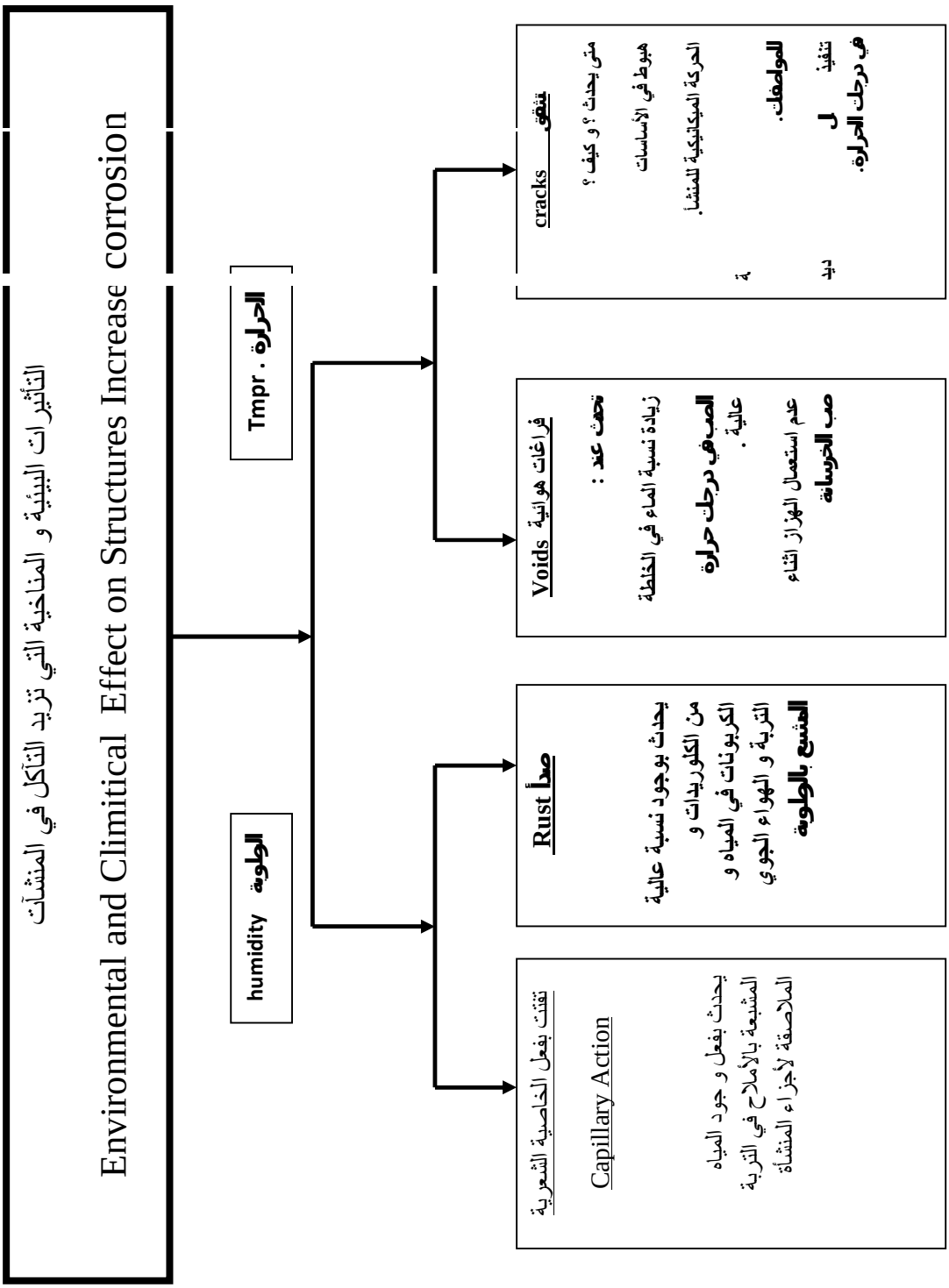
$$3CaO.AL_2O_3 + 6H_2O \longrightarrow 3CaO.AL_2O_3.6H_2O$$

$$4CaO.AL_2O_3.Fe_2O_3\ mH_2O \rightarrow 3CaO.AL_2O_3.6H_2O + CaO.Fe_2O_3.(m-6)H_2O$$

فإن سرعة تفاعل هذه الاكاسيد هي التي تحدد سرعة تصلب الخلطة أما دور الاكاسيد الفعالة مثل اكاسيد السيليسيوم الذي يتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)2 التي تتشكل من سيليكات الكالسيوم الثلاثية التي تتصلب و ترفع درجة مقاومة الاسمنت للتآكل و في نفس الوقت يحدث تفاعل الكربنة بين هيدروكسيد الكالسيوم و غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي و بخار الماء كما يلي :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 + nH_2O \longrightarrow CaCO_3 + (n+1)\,H_2O$$

تتبلور كربونات الكالسيوم بسرعة أكبر . [18]



شكل (6.I) التأثيرات البيئية و المناخية التي تزيد من التآكل [19]

I.12.4 أسباب حدوث التآكل في الخرسانة:

I.12.4.1 تأثير كيفته أنجاز المنشأة:

تعود الأسباب التي تزيد من حدوث التآكل في المنشآت الخرسانية إلى :

- عدم كفاية الدراسة الأولية في التصميم الإنشائي للمنشأة , و عدم إتباع المواصفات القياسية لتصميم و تنفيذ الخرسانة المسلحة خصوصا في حساب الاحمال المعرض لها المبنى و عدم اختيار نظام انشائي لنقل الاحمال بطريقة صحيحة أو على الاقل من نسبة حديد التسليح , و إهمال الظروف المحيطة بالمنشأ , مثل منسوب المياه الجوفية ووجود الأملاح في التربة .
- إهمال في طريقة التنفيذ في كامل أجزاء المنشأ مثل تصميم الخلطات الخرسانية و عدم استعمال المعدات الصحيحة في خلط و صب و دك الخلطة الخرسانية و قلة كفاءة الشده الخشبية و إهمال اختبار الجودة للخرسانة مثل slump test و قلة كفاءة الشدة الخشبية أو فكها قبل و صول مقاومة الخرسانة إلى مستوى مناسب و إهمال معالجة فواصل الصب أو إهمال الغطاء الخراساني المناسب حسب أجزاء المنشأ .
- قصور و إهمال في مكونات الخرسانة مثل استعمال حصويات خير متدرجة و تحتوي على أملاح و مواد عضوية .
- إهمال في عزل الماء و الرطوبة حيث إن الإهمال في الأسطح و دورات المياه و الأساسات عند ارتفاع منسوب المياه الجوفية ثم احتوائها على نسبة عالية من الكلوريدات أو الأملاح الضارة التي تتسرب بواسطة الخاصية الشعرية إلى داخل الخرسانة ثم تصل إلى حديد التسليح فيتسبب تآكل بدرجة عالية و عدم تماسك الغطاء الخراساني في المنشأة خاصة في الأساسات .

الصورة (I.7) تآكل بفعل الخاصية الشعرية [19]

هناك مؤثرات تؤثر سلبا على المنشأ لم تؤخذ في الحسبان عند التصميم مثل وجود الغازات الضارة الموجودة بكثرة في الأجواء الصناعية أو تلف الأرضيات من جراء استخدام المواد

الكيماوية في المختبرات و مصانع الأسمدة و البتروكيماويات , أو تعرض المنشاة للزلازل و الاهتزاز الأرضي نتيجة لوجود المنشأ بالقرب من محطة و خطوط السكك الحديدية

- الصب في درجات الحرارة العالية يؤدي إلى تشقق في الخرسانة و تكوين فجوات هوائية داخل الخرسانة . [19]

12.I .2.4. المقاومة لتأثير الكيماويات:

يتعرض جزء صغير من المنشآت الخراسانية في بعض الأحيان إلى تأثير الكيماويات ويجب الابتعاد ما أمكن عن هذه التأثيرات لأن مقاومة الخرسانة للكيماويات غالباً أقل من مقاومتها للمؤثرات الأخرى. ومن التأثيرات الشائعة للكيماويات تأثير أملاح الكبريتات وماء البحر والمياه الحامضية الطبيعية وتتوقف مقاومة الخرسانة للكيماويات على نوع الأسمنت المستخدم في صنعها. كما أن كثافة الخرسانة وعدم منفذتيها للماء تؤثر على تحمل الخرسانة بدرجة قد تفوق تأثير اختلاف نوع الأسمنت. وفيما يلي توضيح موجز عن تأثير أهم الكيماويات الشائعة على الخرسانة:

أ . أملاح الكبريتات

تشتمل أملاح الكبريتات الموجودة في التربة والمياه الجوفية والتي قد تسبب أضراراً للخرسانة على كبريتات الكالسيوم وكبريتات الصوديوم وكبريتات المغنسيوم وكبريتات البوتاسيوم وهذه الكبريتات باستثناء كبريتات الكالسيوم تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ (الجير الحر) الموجود داخل الخرسانة المتصلبة وينتج من هذا التفاعل كبريتات الكالسيوم (الجبس) فكبريتات الكالسيوم المتكونة تتفاعل بدورها مع ألومينات الكالسيوم لتشكل ألومينات الكالسيوم الكبريتية المائية أي ويشار إليها عادة باسم الإترنجايت

وتسبب بلورات الإترنجايت ضغطاً داخلياً يؤدى الى تشرخ الخرسانة وتلفها. ويتم وقاية الخرسانة في التربة الغنية بالكبريتات وذلك بعمل طبقة من الإسفلت أو دهانها بالبيتومين أو غيرها من الطبقات العازلة على أن تكون ملتصقة تماما بسطح الخرسانة حتى لا تنفصل عنها ويمكن استعمال الخرسانة الجيدة المخلوطة بالأسمنت البورتلاندى فى التربة المحتوية على نسبة قليلة من الكبريتات. وفى حالة التربة المحتوية على نسبة كبيرة من الكبريتات فإنه من الضروري

الاهتمام بتصميم الخلطة الخراسانية واستعمال الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات.

$$Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O + 2NaOH$$

ب . الأحماض

إذا تواجد ثاني أكسيد الكربون أو ثاني أكسيد الكبريت فى ظروف جوية رطبة أو أية أبخرة حامضية أخرى فإنها تهاجم الخرسانة فتذيب وتزيل جزءاً من الأسمنت وتكون طبقة لينة (Soft) تسهل إزالتها من سطح الخرسانة. ويحدث مثل هذا التأثير فى المداخن وفى الخرسانة الموجودة فى الأجواء الصناعية مثل مسابك الحديد ووحدات إنتاج الغاز. وعموماً فإن الأحماض غير العضوية تؤثر تأثيراً شديداً ـ أآثر من غيرها ـ على الخرسانة حيث تتفاعل مع الجير الحر مكونة كلوريدات وكبريتات ونترات. وتتوقف شدة التأثير على مدى ذوبان تلك المركبات في الماء وعلى تركيز تلك الأحماض وعلى سرعة التفاعل التي تزداد إذا كانت الأحماض ساخنة.

ج . أملاح الكلوريدات

تتحد معظم أملاح الكلوريدات مع الجير الحر الموجود فى الأسمنت البورتلاندى لتكون كلوريد الكالسيوم القابل للذوبان وبالتالي يتسرب إلى خارج الخرسانة مكوناً مترسبات بيضاء على السطح مع حدوث فراغات بالخرسانة. وتكون كلوريد الكالسيوم بدرجة تركيز عالية يؤدى إلى التلف الشديد لسطح الخرسانة.

الصورة I.8 تأثير أملاح الكبريتات [19]

خلاصة :

بعد الاطلاع على تاريخ و الأبحاث و الدراسات السابقة التي أقيمت على الخرسانة عبر الزمان و تطورها لعدة أنواع مختلفة و التعرف على تاريخ و تطور و أسباب مشاكل صعود المياه بوادي سوف و التعرف على آلية تآكل المنشآت الخراسانية و أسبابها تبين لنا انه يمكن استعمال خرسانة ذات تركيبة مقاومة للأملاح من اجل الحفاظ على ديمومة المنشآت من خلال الدراسات العلمية السابقة .

الفصل الثاني

II. 1مدخل :

تصميم الخلطات الخراسانية يعنى تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المرغوبة لعمل معين. ويكون ذلك باستخدام نسب ثُبُتت فاعليتها من الخبرة وتسمى بالنسبة الوضعية وقد يكون بطرق حسابية مبنية على أساس فني تتضمن خواص المواد المستخدمة والخواص المطلوبة في الخرسانة المتصلدة (مثل مدى المقاومة للأحمال) والاشتراطات التي تتطلبها خطوات صناعة الخرسانة مثل السهولة المناسبة للصب والتسوية النهائية. وذلك مع مراعاة التكاليف الاقتصادية حسب نوع العمل الإنشائية المطلوب. وهذه الطرق الحسابية تهدف إلى استخدام المواد الموجودة لنحصل منها على خرسانة ذات خواص مطلوبة فى الحالتين الطازجة والمتصلدة وذلك بأقل التكاليف ويمكن اعتبار أن مقاومة الخرسانة للضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبر قيمة الهبوط عن مدى جودة الخرسانة الطازجة.ويعتبر تحديد نسب الخلطة الخراسانية من أهم العوامل التي تؤثر على جودة الخرسانة وعلى اقتصاديات المشروع. فمن الممكن الحصول على خرسانات متباينة في جودتها وثمنها بالرغم أن جميعها تتكون من نفس المواد. ويعتمد الاقتصاد النسبي للخلطات الخراسانية على أثمان مكوناتها وتكاليف النقل لتلك المكونات.

وفي هذا المحور سندرس هذه المواد وهذا الخليط طبقا للقاعدة المنصوص عليها . من أجل الوصول إلى تراكيب تتوفر فيها الأهداف المرجوة من بقاء وديمومة ومقاومة ...الخ

II. 2 خصائص المواد المستعملة :

وفي ما يلي نعطي المركبات الأساسية التي تدخل في إنشاء خرسانة .

II.1.2 الرمل :

ليس هناك أي شروط وضعت على أصل الرمال المستخدمة في الخرسانة ، سواء كانت رمال الوديان أو المحاجر أو المواد المسترجعة من بقايا هدم الطرقات والمباني لاستعمالها كحبيبات حصوية في صناعة الخرسانة, حيث أن نقل هذه المواد إلى أماكن التفريغ يطرح عدة مشاكل (تخصيص مساحات التخزين, تكاليف معتبرة, تشويه للبيئة) لذا يجب إيجاد إمكانية لإعادة تقييم و استعمال هذه البقايا وبالتالي إيجاد مصدر أخر للركام. من أجل إيجاد أو تكوين خرسانة ، نشير أنه من بين أهم العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار عامل النقاوة ، إذ أن استعمال رمال غير نقية ينجم عنه خرسانة ضعيفة المقاومة. **[20]** .

ومن الملاحظ أن رمال مواد ذات نوعية سيئة في مجالات الإنشاء لأنها غير قابلة للترصيص ولها قدرة حمل ضعيفة ونسبة فراغات كبيرة كما تمتاز حبيباتها بعدم الاستمرار في الغالب واستعمالها سواء مع الروابط الهيدروكربونية (الزفت الصرف, المميع) أوالروابط الهيدروليكية (الاسمنت) يعطي خصائص ميكانيكية ناقصة (الاستقرارية , الترصيص, مقاومة الضغط , مقاومة الشد) لذا تصبح معالجتها ضرورية من أجل تحسين خواصها الميكانيكية وإعطائها استقرارية مرضية **[21]**.

وقد أجريت عدة تجارب على أنواع مختلفة من الرمل حسب مناطق تواجدها نذكر منها :

*تجربة التدرج الحبيبي التي أعطت النتائج التالية **[21]**:

- **الجدول II .1 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لبعض المناطق**

قطر الغربال mm / نسبة المجمع المار%	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.125	0.08
القولية	100	100	100	99.76	27.13	18.27	9.57	1.46
بسكرة	100	100	100	99.37	83.84	71.51	6.89	1.58
حاسي بحبح	100	99.98	99.91	99.30	92.71	68.67	4.34	0.57
عين الصفراء	100	99.99	99.97	99.95	95.86	54.23	2.72	0.01

* معامل النعومة الذي أعطى النتائج التالية **[22]**:

الجدول II .2 نتائج معامل النعومة لبعض المناطق

المنطقة	معامل النعومة
بوسعادة	0.83
حاسي بحبح	0.73
أم الزبد	1.18
توقرت	1.38
ورقلة	1.38
تمسين	1
الحمراية	1.17
مرفى	0.99
لاهوت	1.18

* تجربة الكتلة الحجمية ومعامل الامتصاص التي أعطت النتائج التالية **[22]**:

الجدول II .3 نتائج تجربة الكتلة الحجمية و معامل الامتصاص لبعض المناطق

المنطقة	الكتلة الحجمية المطلقة kg/m^3	معامل الامتصاص %
بوسعادة	2419	0.44
حلمي بحيح	2416	0.46
أم الزبد	2480	0.32
توقرت	2455	0.36
ورقلة	2486	0.30
تمسين	2470	0.36
الحمراية	2412	0.41
مرفق	2496	0.42
لاهوت	2445	0.36
الوادي	2423	0.39

2.2.II الحصى :

ليس هناك أي شروط وضعت على أصل الحصى المستخدمة في الخرسانة ، سواء كانت حصى الوديان المحاجر أو المواد المسترجعة من بقايا هدم الطرقات والمباني لاستعمالها كحبيبات حصوية في صناعة الخرسانة, الحصى من الصخور الرسوبية السليسية كالرمل وبمقاس يحتجز على المنخل أثناء فصله من الرمل ، ومعظم حبيباته مستديرة أو غير منتظمة وسطحه ناعم وهو ركام عادى الوزن ويستخرج الحصى من نفس مصادر استخراج الرمل . والحصى من أكثر الأنواع استخداما فى الخرسانة كركام خشن كبير . [23]

*تجربة التدرج الحبيبي للحصى التي أعطت النتائج التالية :

الجدول II .4 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لبعض المناطق[40]

قطر الغربال	حصى 15/8		حصى 25/15	
	بسكرة	حاسي مسعود	بسكرة	حاسي مسعود
Inf. à 31.5 mm	100	100	100	100
Inf. à 25 mm	97	98	95	97
Inf. à 20 mm	29	75	59	60
Inf. à 16 mm	07	33	18	16
Inf. à 12.5 mm	00	12	03	02
Inf. à 10 mm		04	02	01
Inf. à 8 mm		01		01
Inf. à 6.3 mm		00		
Inf. à 5 mm				
Inf. à 4 mm				

* تجربة الكتلة الحجمية التي أعطت النتائج التالية [40]:

الجدول II .5 نتائج تجربة الكتلة الحجمية لبعض المناطق

المنطقة	الكتلة الحجمية المطلقة (kg/m3)	
بسكرة	15/8	25/15
	2756	2633
حاسي مسعود	2560	2670

3.2.II الأسمنت :

هو المادة اللاصقة بين حبيبات الركام ويصنع من مواد كلسية (حجر جيرى) ومواد طينية بعد خلطها جيدا, وبحرقها نحصل على كرات الكلنكر, ثم يطحن المتحصل عليه طحنا جيدا، وبإضافة بعض المواد أثناء الطحن يمكن الحصول على عديد من أنواع الأسمنت :

1- الأسمنت البورتلاندى العادى

2- الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد

3- الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة

4- الأسمنت البورتلاندى فائق النعومة 4100 سم2 / جم أسمنت

5- الأسمنت البورتلاندى المقاوم الكبريتات

6- الأسمنت البورتلاندى الأبيض

7- الأسمنت البورتلاندى الحديدى (خبث الأفران)

8- الأسمنت المخلوط (كرنك)

علماً بأن الحد الأقصى لمحتوى الأسمنت فى الخرسانة هو 500كجم/م3 لتفادى التشققات الناتجة على انكماش الجفاف فى قطاعات الخرسانة الرقيقة أو الإجهادات الحرارية في القطاعات السميكة .

II 4.2. ماء الخلط :

كغيره من مركبات الخلطة الخراسانية، يجب أن يتوفر في الماء شرط النقاوة. مع احترام التركيز اللازم حيث، أن الزيادة من هذه المادة في الخرسانة وبعد خروج الكميات الزائدة عن الحاجة مخلفة مكانها فراغات من شأنها تسبيب ضعف في المقاومة، وأما نقصان هذه المادة فهو يقلل من انحلالية الخلطة مما يعني بقاء بعض الحبيبات من الاسمنت دون تفاعل أي بعض حبيبات الرمل لا يتسنى لها التماسك، مما يقلل من المقاومة.

II 1.4.2 وظيفة ماء الخلط :

1- اماهة الأسمنت لتكوين عجينة الأسمنت التي تعمل على تماسك الحبيبات (الركام) وذلك بعد أن تشك ابتدائياً (حوالي 3 ساعات) ونهائياً (حوالى 8 ساعات) ثم تتصلد.

2- يقوم بزيادة قابليته التشغيل للخرسانة لكن الماء يتبخر بعد ذلك ويترك فراغات مما يقلل من مقاومة الخرسانة .

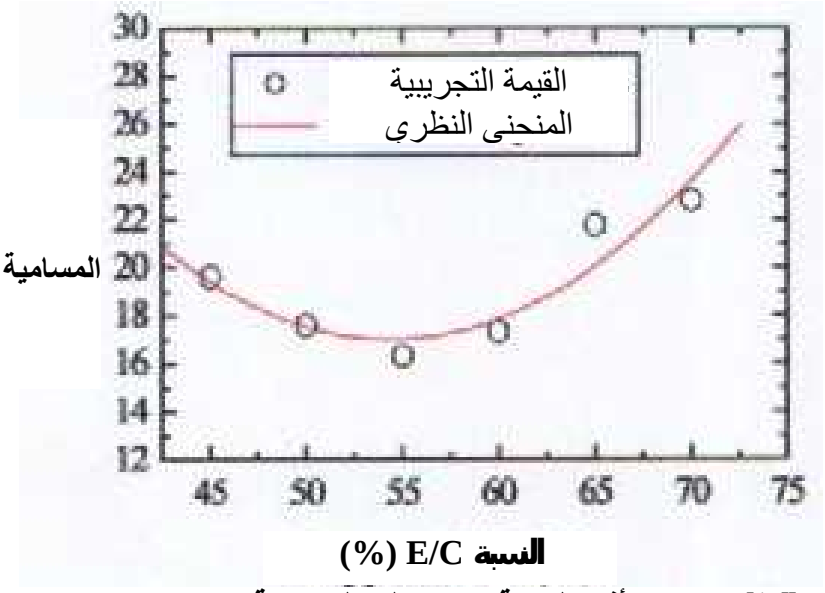
وعموماً أى مياه صالحة للشرب باستثناء الاشتراطات البكتريولوجية يمكن استخدامها في صناعة الخرسانة وتقاس المياه كنسبة من الأسمنت E/C وغالبا تكون فى حدود 0.4 – 0.6 .

II 2.4.2. تأثير النسبة E/C على خصائص الخرسانة :

II 1.2.4.2 تأثير النسبة E/C على المسامية :

قبل الحديث على تأثير النسبة E/C على المسامية يجب معرفة مفهوم المسامية إذ أنها تعرف **[25]** بالنسبة الحجمية بين حجم الفراغات Vv على الحجم الكلي Vt ونكتب $n = \frac{V_v}{V_t}$ إن النسبة E/C لها تأثير كبيرة على خصائص الخرسانة، ومن ذلك تأثيرها المباشر على المسامية ،ونذكر مثال على ذلك الدراسة التي قام بها LAYCHI GUELMINE **[23]** والتي تبين أن المسامية تبلغ قيمتها المثلى (الدنيا) عند النسبة E/C تساوي 0.55 ، والتي تكون فيها نسبة الماء وتركيز الاسمنت قد عنيت بدراسة

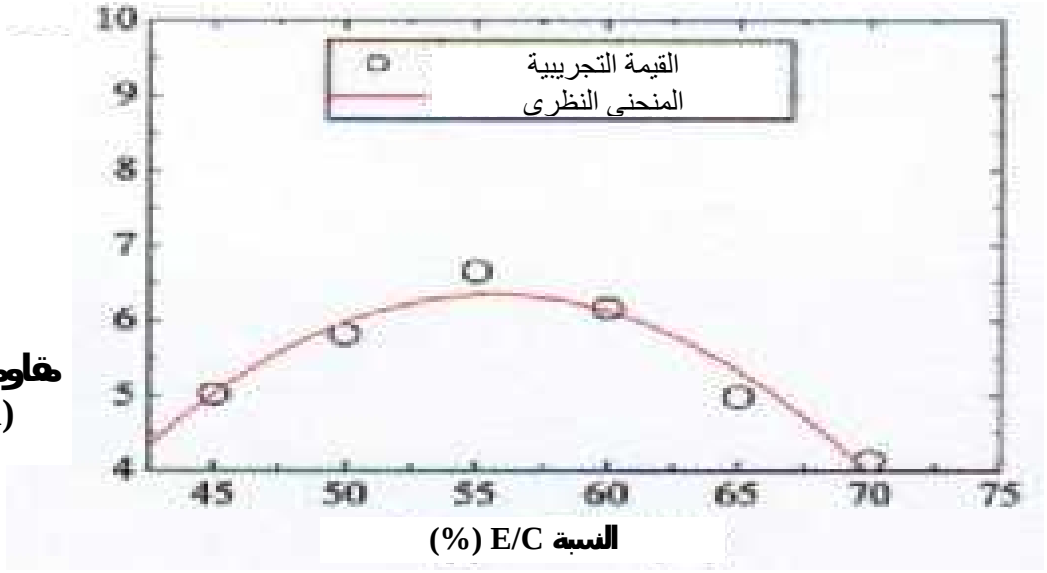
جيدة، حيث أن الزيادة في هذه النسبة، الذي يعني زيادة كمية الماء مخلفة عند خروجها مسامات تكون كثيرة وفي بعض الحالات تكون متصلة ببغضها البعض مما يشكل أخطار مختلفة أهمها دخول عناصر غريبة إلى قلب الخرسانة من ناحية وضعف التراصية من ناحية أخرى. أما نقصان هذه النسبة فينتج عنه عدم التفاعل الكلي لكمية الاسمنت، مما يؤدي إلى عدم تلاحم كل مركبات الخرسانة (الركام)، وهذا يخلف فراغات بين حبيبات هذا الأخير وبالتالي زيادة المسامية والتي ينتج عنها كما ذكرنا ضعف الخصائص الميكانيكية. والمنحنى أدناه يوضح تأثير النسبة E/C على المسامية :



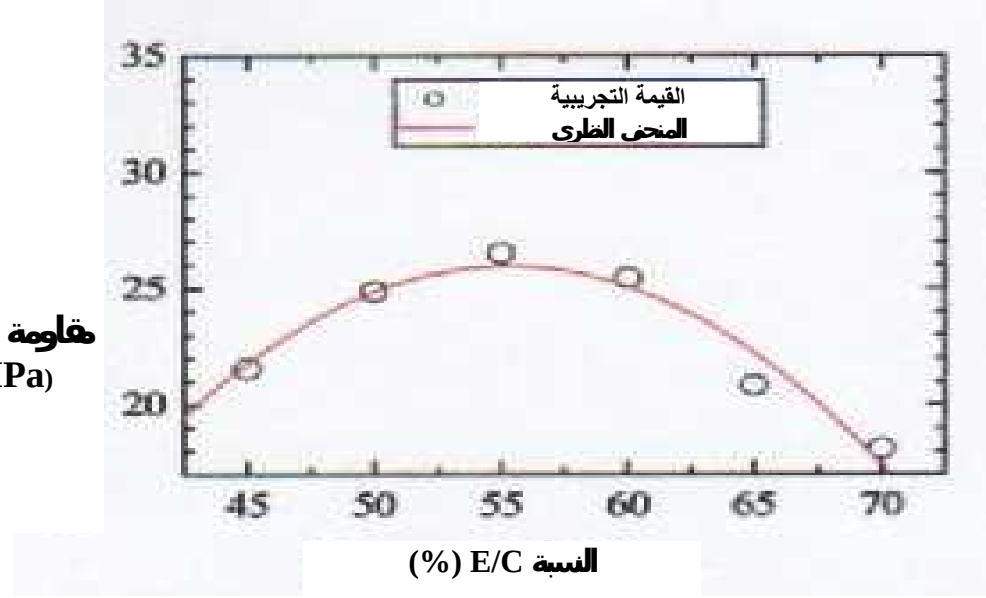
الشكل II .1 تأثير النسبة E/C على المسامية [23]

II 2.2.4.2 تأثير النسبة E/C على المقاومة :

يأتي تأثير هذه النسبة على المقاومة من كون هذه النسبة عند زيادتها مما يعني زيادة الماء عن الحاجة كما ذكرنا سابقا وعند خروجه يخلف فرغات (مسامات) هذه الأخيرة تؤثر على جسم الخرسانة حيث يكون شبه مجوف وهذا مما يجعله سهل للانضغاط والانكسار[24] والمنحنيات التالية توضح مقدار تأثير النسبة E/C على مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء حسب الدراسة التي قام بها [23]:



الشكل II .2 تأثير النسبة E/C على مقاومة الانحناء [23]



الشكل II .3 تأثير النسبة E/C على مقاومة الضغط [23]

وقد لاحظ الكثير من الدارسين أن كل العلاقات و النظريات التي تعرض طرق صياغة الخرسانة تهتم اهتماما بالغا بكمية الماء اللازمة للخلط وكمية الاسمنت المستعملة وبالتالي الاهتمام بالنسبة E/C التي لها التأثير المباشر والكبير على خصائص الخرسانة **[22]**.

II .5.2 الإضافات :

هي مواد تضاف للخلطات الخرسانية بكميات صغيرة جداً لتحسين خواص معينة للخرسانة أو إكسابها خواص جديدة وتنقسم إلى 5 مجموعات :

1- إضافات معجلة للتصلد

2- إضافات الهواء المحبوس

3- إضافات لزيادة قابلية التشغيل مع تقليل المياه

4- إضافات مؤخرة للشك

5- إضافات عازلة للمياه

الطرق المستعملة لصياغة الخلطة

هناك العديد من الطرق التجريبية لصياغة خرسانة تسمح في مجملها بصياغة هذه الخرسانة، لكن ليس بهدف شرح الظواهر التي تدخل في صياغتها، وإن اختلفت في المبادئ النظرية ومناهج العمل لكن هدفها واحد وهو صياغة خرسانة ذات تراصية كبيرة وبالتالي ذات جودة عالية.نذكر منها طريقة FAURY و bolomey ونستخدم في هذه الطريقة تركيز ثابت للاسمنت. حيث أن هذه الأخيرة مستوحاة من الطريقة المسماة DREUX-GORISSE والتي قسمناها إلى أربعة مراحل :

المرحلة الأولى : إيجاد نسبة الماء والاسمنت .

المرحلة الثانية: إنشاء المنحني الحبيبي المرجعي .

المرحلة الثالثة: إيجاد نسبة الحصى والرمل من المنحنى .

المرحلة الرابعة: حساب الكتلة الحجمية للحصى والرمل .

II.3 مختلف سلوكيات الخرسانة:

II.1.3 خواص الخرسانة واختباراتها :

تعتبر المقاومة الميكانيكية أحد أهم الخصائص في الخرسانة. لذلك فإنه من الضروري، أن تؤخذ كل من مقاومة الكسر والشد والضغط بعين الاعتبار أثناء الدراسة. وفي العادة تعتمد مقاومة الخرسانة على مقاومة العجينة حيث أن مقاومة الركام كبيرة جدا بالنسبة لمقاومة العجينة , ولذلك فان انهيار الخرسانة التقليدية يكون دائما في العجينة ويمر الشرخ حول الركام ,فإذا أمكننا إنتاج عجينة ذات مقاومة عالية جدا تقترب من مقاومة الركام فإننا نحصل على خرسانة عالية المقاومة والتي يكون الانهيار فيها مفاجئ حيث يمر الشرخ بالركام وليس حوله [26]

II 1.1.3 اختبارات الخرسانة الطازجة :

الغرض من الاختبار: تحديد قوام الخلطة الخرسانة بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص وذلك إما في المعمل أو في موقع التنفيذ. وذلك للتأكد من نسب مكونات الخلطة الخرسانة حيث أن

أي تغيير في نسبة الأسمنت أو كمية الماء والركام يؤثر على قيمة الهبوط. ويعتبر هذا الاختبار من أبسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة فى محطات الخلط وفى مواقع التنفيذ.

1- قالب الاختبار: عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من معدن متين بسمك 1.5 مم على الأقل مفتوح من أعلى ومن أسفل ، قطر فتحته العليا 10 سم والسفلى 20سم وارتفاعه 30 سم

2- قضيب الدمك: وهو حديد من الصلب بقطر 15مم وطول 20 سم.

الشكل II . 4قالب اختبار بعد الصب [27]

* طريقة الصب :

1- ينظف السطح الداخلي للقالب بحيث لا توجد بهي أي مياه عالقة أو آثار خرسانة.

2 - يوضع القالب على سطح أفقي أملس غير مُنفذ للماء على أن يثبت جيداً.

3 - يملأ القالب على ثلاث طبقات ارتفاع كل منها يساوى ثلث ارتفاع القالب تقريبا على أن

4 - تدمك كل طبقة بواسطة قضيب ألدمك 25 مرة موزعه تقريبا على السطح وبشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التي تحتها.

5 - بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يسوى سطحها مع حافة القالب. يرفع القالب بعد ملئه مباشرة في اتجاه رأسي وببطء وعناية كما بالشكل

6- يقاس مقدار الهبوط بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين ارتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة. يتم توصيف القوام إما جاف أو صلب أولدن أو مبتل أو رخو وذلك طبقاً لقيمة الهبوط.

II 2.1.3 اختبارات الخرسانة المتصلدة :

II 1.2.1.3 اختبار مقاومة الضغط :

إن مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلدة على الإطلاق وهى تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها ، ومقاومة الضغط هي المقاومة الأم للخرسانة حيث أن معظم الخواص والمقاومات الأخرى مثل الشد و الانحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن وتزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح. لذلك يجرى اختبار الضغط بغرض التحكم في جودة إنتاج الخرسانة في موقع المشروع آما يستخدم هذا الاختبار في أغراض التصميم الإنشائي لتحديد

المقاومة المميزة وإجهاد التشغيل للخرسانة في الضغط الذي يؤخذ كنسبة من المقاومة القصوى للضغط. آما يفيد اختبار الضغط في تحديد صلاحية الركام وماء الخلط للتعرف على تأثير الشوائب التي قد توجد بهما على مقاومة الضغط للخرسانة.

والواقع حالياً أن مقاومة الضغط للخرسانة المنشآت التقليدية تتراوح بين 25 - 35 Mpa أما بالنسبة للمنشآت الخاصة والوحدات سابقة التجهيز فمقاومة الضغط تزيد عن ذلك وتصل إلى 40 – 50 Mpa والوحدات الخرسانة سابقة الإجهاد يجب أن تكون ذات مقاومة للضغط تزيد عن40 Mpa وقد تصل إلى60 Mpa.

II 2.2.1.3 العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط :

تتأثر مقاومة الضغط بعوامل عديدة ومتنوعة يلخصها الرسم البياني شكل (II .5) في أربعة مجموعات رئيسية هي:

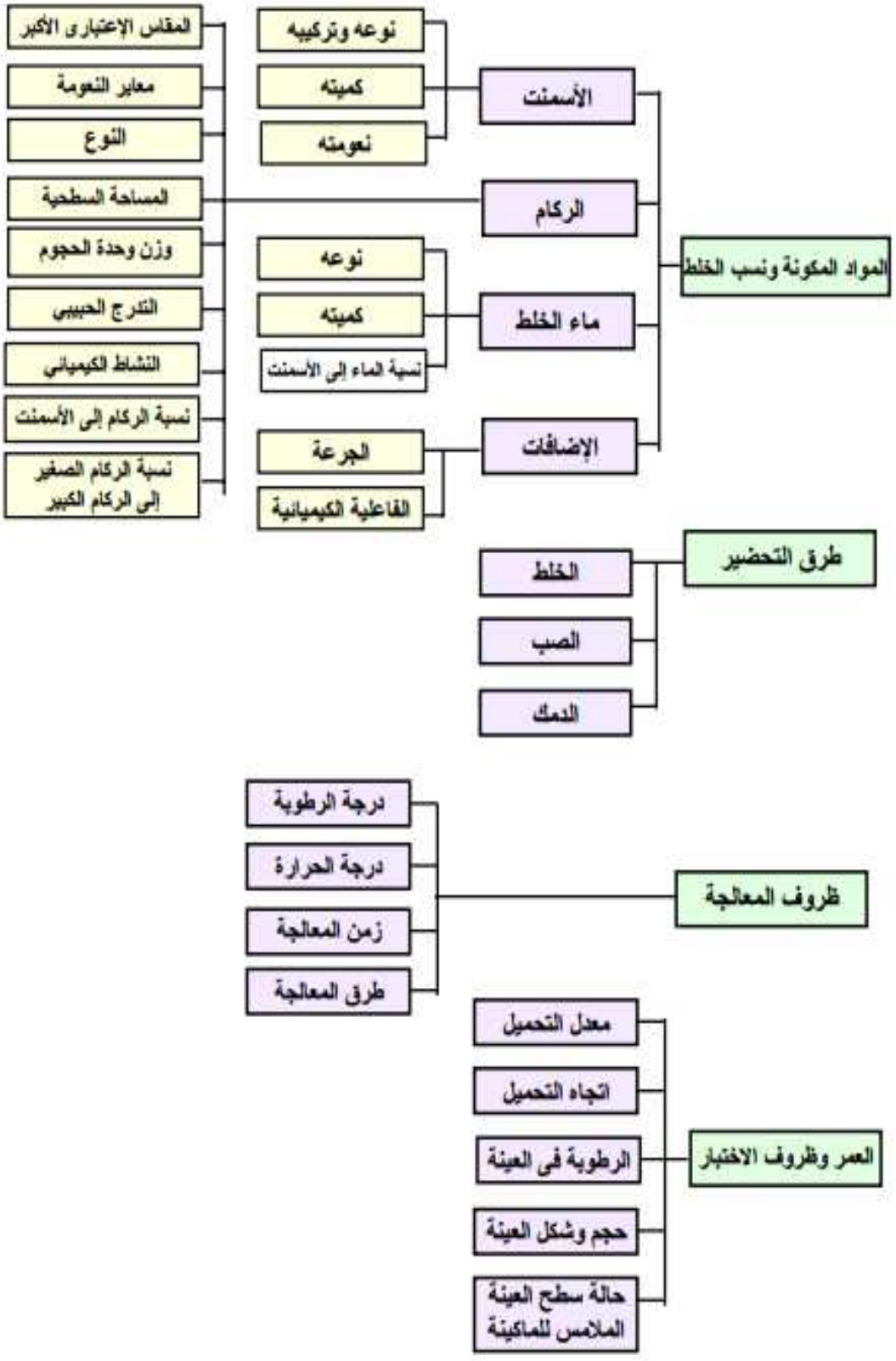
1- المواد المكونة ونسب الخلط.

2- طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ودمك.

3- ظروف المعالجة.

4-العمر وظروف الاختبار.

وفيما يلي شرح بإيجاز لبعض هذه العوامل :



الشكل.II .5 العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط [27]

II 3.2.1.3 طريقة إجراء الاختبارات:

***وقت اختبار الضغط :**

يجرى اختبار تحديد مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة عادة بعد مرور 28 يوماً على صب العينات وفى بعض الأحيان بعد 7 أيام أو بعد فترة أخرى حسب الحاجة.

***طريقة صنع عينات الاختبار :**

تكون عينة الاختبار بشكل اسطواني ارتفاعها 32سم وقطرها 16 سم ثم نحسب حجم عينات .

توزن الكميات اللازمة من الأسمنت والركام الصغير والركام الكبير والماء ويراعى عند حساب الوزن أن تزيد كمية الخرسانة المخلوطة عن الخرسانة اللازمة لملء القوالب بحوالي 15% وذلك لتعويض أي فقد أو ضياع قد يحدث أثناء لاختبار.

1- يُعد قالب الاختبار وتُغطى أوجه القالب الداخلية بطبقة رقيقة من الزيت الخفيف.

2- تخلط مكونات الخرسانة إما ميكانيكياً أو يدوياً خلطاً جيداً حتى يصبح لونها متجانس.

3- بمجرد الانتهاء من الخلط تُجرى اختبارات القوام (الهبوط مثلاً) وأي اختبارات أخرى تكون مطلوبة مثل اختبارات القابلية للتشغيل (عامل الدمك) أو اختبار تحديد نسبة الهواء في الخلطة.

4- بعد اختبارات الخرسانة الطازجة يُملأ القالب مباشرة بالخرسانة على 3طبقات وتدك كل طبقة إما بمكينة الاهتزاز أو يدويا حتى تدمك الخرسانة دمكاً تاماً دون حدوث انفصال حبيبي .

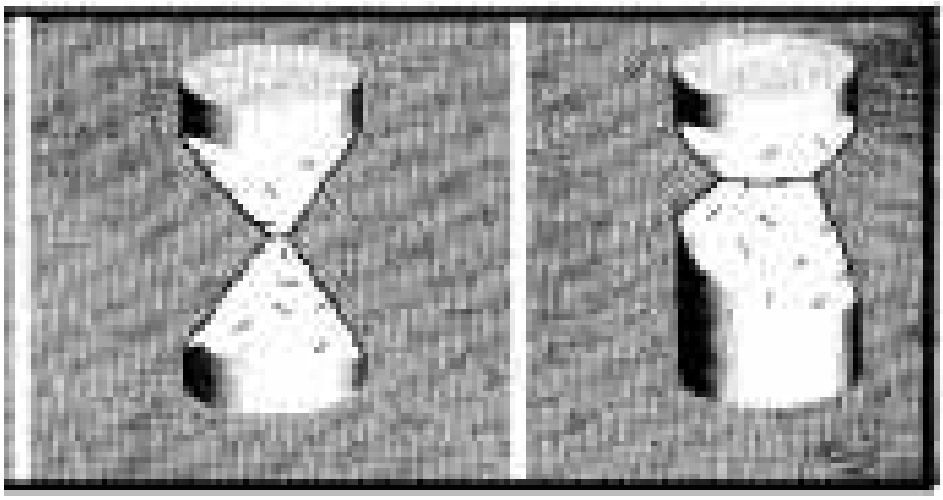
5- تغطى القوالب بعد صبها مباشرة وتوضع في مكان درجة حرارته 15 إلى 20 درجة مئوية لفترة 24 ساعة ويلاحظ أن لا تتعرض لأي اهتزازات.

6- تُعلم العينات الخرسانة بعد ذلك ثم تفك من القوالب وتُغمر فى الحال في ماء نقى درجة حرارته حوالي 20 - 15 درجة مئوية وتُترك حتى وقت الاختبار ويُفضل ترك مسافات بين المكعبات وبعضها في أحواض المعالجة آما يُنصح بعدم وضع المكعبات فوق بعضها.

7- تختبر العينة بوضعها بماكينة الإختبار حيث يكون محورها منطبقاً مع محور رأس الماكينة وفى حالة العينة المكعبة يلزم أن يكون وجهى العينة الملامسين لسطحى رأس الماكينة هما الوجهين المقابلين للسطح الداخلى للقالب المعدنى لضمان استوائهما وتوازيهما. أما فى حالة العينة الإسطوانية فيلزم عمل مخدة لسطح كل من نهايتى الإسطوانة بطريقة تجعل سطح النهايتين مستويين ومتوازيين. شكل (II .6) يبين وضع المكعب والإسطوانة فى ماكينة الضغط.

الشكل(.II 6) وضع للعينات المكعبة والاسطوانية فى ماكينة الضغط[28]

ولكل اختبار يكون على ثلاث عينات وتؤخذ القيمة المتوسطة للنتائج. أما شكل (II .7) فيوضح شكل الكسر فى عينات خرسانية اسطوانية بعد إجراء اختبار الضغط عليها.



شكل (II .7)الكسر للعينات اسطوانية اختبار مقاومة الضغط[27]

إن مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلبة على الإطلاق وهي تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها. ومقاومة الضغط هي المقاومة الأم للخرسانة حيث ان معظم الخواص و المقاومات الأخرى مثل الشد والانحناء والقص تتحسن وتزيد بزيادة هذه مقاومة والعكس صحيح**[15]**.

وقد أجريت دراسات عديدة على مقاومة الضغط بالنسبة لخرسانة أهمها :

الجدول II .6 نتائج مقاومة الضغط لبعض تركيبات Laid BEDADI [4] لخرسانة الرمل الطبيعي

	التركيز ب Kg/m^3	مقاومة الضغط ب MPA		
الاسمنت	400	7 أيام	14يوم	28يوم
رمل طبيعي	714	18	25	30
الماء	250			
حصى 8/3	128			
حصى 15/8	998			
E/C	0.625			

* ومن هذه النتائج نستخلص أن مقاومة الضغط للخرسانة تبلغ أقصها خلال 28 يوم .

3.1.3II اختبار الشد :

تتحمل الخرسانة العادية المتصلدة مقاومة الضغط بدرجة كبيرة ولذلك يجرى تصميم الخرسانة بإعتبارها تقاوم إجهاد الضغط أساساً أما بالنسبة لمقاومتها لقوى الشد (سواء المباشر أو غير المباشر) فإنها تعتبر ضعيفة المقاومة للشد إذا ما قورنت بمقاومتها للضغط ويرجع هذا لكونها مادة قصفة ومع ذلك أهتم الباحثون بمقاومة الشد في الخرسانة لأن حدوث معظم التشققات والشروخ فيها ناتج عن صغر مقاومتها للشد. ومقاومة الشد في الخرسانة تتراوح ما بين 7% إلى 14% من مقاومتها للضغط أي بنسبة متوسطة قدرها 10% وتختلف هذه النسبة تبعاً لعمر الخرسانة .

وقد أجريت دراسات عديدة على مقاومة الشد بالنسبة لخرسانة أهمها :

الجدول II .7 نتائج مقاومة الشد لبعض تركيبات Laid BEDADI [4] لخرسانة الرمل الطبيعي

	التركيز ب Kg/m^3	مقاومة الشدب MPA		
الاسمنت	400	7 أيام	14يوم	28يوم
رمل طبيعي	714	1.5	1.9	2.1
الماء	250			
حصى 8/3	128			
حصى 15/8	998			
E/C	0.625			

* نستنتج من خلال النتائج الموضحة في الجدول أن مقاومة الشد أقل نسبيا من المقاومة الضغط .

4.1.3II اختبار الانحناء :

عندما تتعرض كمرة خرسانية للانحناء فإنه يمكن حساب مقاومة الانحناء (التى تعتبر أيضاً مقياساً لمقاومة الشد غير المباشر) وتسمى معاير الكسر في الانحناء وتتراوح قيم إجهادات معاير الكسر فى الانحناء بين 12 %20% من مقاومة الضغط. وبالتالى فإن مقاومة الانحناء تزيد عن مقاومة الشد للخرسانة بنسبة من 60 إلى 100%.

5 .1.3II الانكماش :

هو انكماش الخرسانة نتيجة فقدها لجزء من المياه ، وهو يؤدى إلى حدوث تشققات فى الخرسانة في حالة عدم التحكم فيه بطريقة مناسبة (تقليله) .

6.1.3II الديمومة:

المتانة هي تحمل الخرسانة للظروف التي صُممت من أجلها وتعمل في محيطها فترة طويلة من الزمن (العمر الإفتراضى) دون حدوث تلف أو تفتت بها.

وبمعنى آخر فإن المتانة هي مقاومة الخرسانة للتدهور سواء التدهور الناتج من عوامل خارجية أو من عوامل داخلية. العوامل الداخلية تشمل حدوث تفاعلات ضارة بين مواد الخرسانة وحدوث تغيرات حجميه بها وكذلك نفاذ السوائل فيها. أما العوامل الخارجية فتشمل ظروف التشغيل والتحميل وتأثير الجو المحيط بالمنشأ.

1. 6.1.3II أسباب تلف الخرسانة :

يوجد أسباب عديدة تؤدى إلى تلف الخرسانة يمكن تصنيفها إلى المجموعات الآتية:

1 أسباب داخلية

وهى المتعلقة بمكونات الخرسانة أو وجود مواد ملوثة بها مثل الطين أو الطفلة أو السيليكا النشطة (فى بعض أنواع الركام) أو وجود أملاح ضارة بهذه المكونات. آل ذلك يؤدى إلى تفاعلات ضارة تعمل على تلف الخرسانة. والمكونات الرئيسية للخرسانة هي:

1- الأسمنت

2- الركام

3- ماء الخلط

4- حديد التسليح

5ا-لإضافات المعدنية والكيميائية

2 أسباب خارجية و هي الناتجة من الوسط المحيط بالخرسانة :

1-مهاجمة الكيماويات مثل الكبريتات والكلوريدات للخرسانة

2- ماء البحر.

3-ماء المجارى.

4- المخلفات الصناعية.

3 أسباب أخرى تؤثر على معدل تلف بالخرسانة

1-حركة المياه الجوفية.

2-درجة حرارة المياه الجوفية.

3- التأكسد والكربنة

4 مقاومة الخرسانة للتلف

يمكن تصنيف أهم المقاومات التي توصف الخرسانة بأنها تتحمل مع الزمن كما يلي:

1-المقاومة للنفاذية والامتصاص.

2 - المقاومة لصدأ الحديد.

3 - المقاومة لتأثير الكيماويات.

4 - المقاومة لماء البحر.

5 - المقاومة للعوامل الجوية.

6 - المقاومة للحريق.

7 - المقاومة لماء المجاري.

8 - المقاومة للتآكل. [29]

خلاصة :

مفتاح الحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية يعتمد على المكونات المستعملة في تركيبة الخرسانة من اسمنت و رمل و حصى و ماء مما مكننا من التعرف على كيفية صياغة الخرسانة و قد اتبعنا في هذا الفصل طريقةDREUX-GORISSE بالإضافة إلى عرض نتائج تجارب سابقة في هذا المجال ليتسن لنا المقارنة بالنتائج المتحصل عليها لاحقا .

الفصل الثالث

1.III خصائص المواد المستعملة:

كما رأيناسابقا أن كل عمل الغرض منه الحصول على خرسانة جيدة ومقاومة للعوامل الطبيعية الخارجية اوداخلية يجب استعمال المواد الأساسية ذات جودة ونقاوة عالية تكسب الخرسانة تصلب قوي لمعرفة هذه الخصائص يجب إتباع الخطوات التالية

1.1.III الرمل :

نحصل عليه نتيجة تفتت الصخور الطبيعية بفعل الرياح وجريان الماء كما يمكن أن نتحصل عليه اصطناعيا بسحق خبث الأفران العالية ولتحضير الخرسانة يستعمل الرمل الطبيعي الكوارتز والذي يجب أن يكون خالين من المواد المتفاعلة مثل الأملاح والأحماض والمواد القلوية وكذلك الشوائب الغضارية والعضوية حيث يجب أن لا تزيد هذه النسبة عن 3% للرمل الطبيعي و 5 % للرمل المنتج عن السحق

وهو معرف حسب المواصفات القياسية بالقواعد NF P18-301 ، (NFP18- 101) [30] كل أنواع الرمل يمكن استعمالهافي خرسانة بشرط واحد من شأنه أن يقيد هذا الاستعمال ألا وهو القاوة (la propreté)

* في هذه الدراسة سنتناول الرمل الطبيعي لمنطقة عسيلة وسنعرض بعض نتائج التجارب المجرات على هذا الرمل .

1.1.1.III التحليل الكيميائي :

* الجدول يبين النسب المئوية للمكونات الكيميائية في الرمل الطبيعي [5].

الجدول 1.III النسب المئوية للمكونات الكيميائية للرمل الطبيعي

الرمل الطبيعي	النسب المئوية للمكونات
0,67	% $Fe\ 2O_3$- $AL_2\ O_3$
1,03	% SO_4 Ca
95,98	Insoluble
trace	% Nacl
0,67	% Perte au Feu
0,67	% Eau de constitution

III. 2.1.1 الكتلة الحجمية :

الهدف منها هو معرفة نوع الركام المستعمل وكثافته وكذا معرفة الأحجام والكتل التي تدخل في تركيب الخرسانة، وهي معرفة بالقواعد[34] NFP 18-301.

1- الكتلة الحجمية الظاهرية: (Masse volumique apparent)

هي النسبة بين وزن العينة الكلي على الحجم الكلي وتعطى بالعلاقة :

$$\rho_{app} = \frac{M_T}{V_T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

ρ_{app} : الكتلة الحجمية الظاهرية .

M_T : وزن العينة الكلي .

V_T : حجم العينة الكلي .

2- الكتلة الحجمية المطلقة: (Masse volumique absolue)

وهي النسبة بين وزن الحبيبات الصلبة على حجم الحبيبات الصلبة وتعطى بالعلاقة :

$$\rho_{ab} = \frac{M_S}{V_S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.2)$$

ρ_{ab} : الكتلة الحجمية المطلقة .

M_s : وزن الحبيبات الصلبة.

V_s : حجم الحبيبات الصلبة.

و الجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها :

الجدول 2.III الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للرمل الطبيعي

النوع	الكتلة الحجمية الظاهرية(Kg/m^3)	الكتلة الحجمية المطلقة(Kg/m^3)
الرمل الطبيعي	1573	2525

III.1.1.3 معامل امتصاص الماء: (coefficient d'absorption d'eau):

يعرف بواسطة القاعدة [50] NF P18 -555 , هذه التجربة تحسب المسامية الداخلية في الحبيبات وهي تعرف بكونها النسبة بين الوزن الرطب للعينة على الوزن الجاف وتعطى بالعلاقة[37] :

$$A_b = \left(\frac{M_a - M_s}{M_s} \right) \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.3)$$

A_b : معامل امتصاص الماء (%) .

M_a : كتلة العينة قبل التجفيف .

M_s : كتلة العينة بعد التجفيف وقبل الوصول الى 105°.

وكانت النتائج كما يلي :

و الجدول 3.III يبين النسب المئوية لمعامل امتصاص الماء A_b .

الجدول 3.III النسب المئوية لمعامل امتصاص الماء A_b.

نوع الرمل	معامل امتصاص الماء A_b (%)
رمل الطبيعي	0.08

نلاحظ ان قدرة امتصاص حبيبات الرمل للماء جد ضعيفة وهي تقريبا مهملة إذن يمكننا القول أن هذا النوع من الرمل مقبولة

4.1.1.III المكافئ الرملي :(Equivalent de sable):

يعرف بواسطة القاعدة NF P18 -598, الهدف منه هو تحديد نسبة الغضار والمواد العالقة الموجودة في الرمل لمعرفة ما مدى نقاوة وصلاحية استعماله في الخرسانة.

***مبدأ التجربة:**

يتضمن هذا الاختبار:

1- غمس وزن محدد من الرمل في محلول flocculant.

2- بعدها نقوم بالإثارة والرج بواسطة الجهاز لمدة 30ث.

3- نقوم بتسوية العينة ثم نتركها لمدة 20 دقيقة .

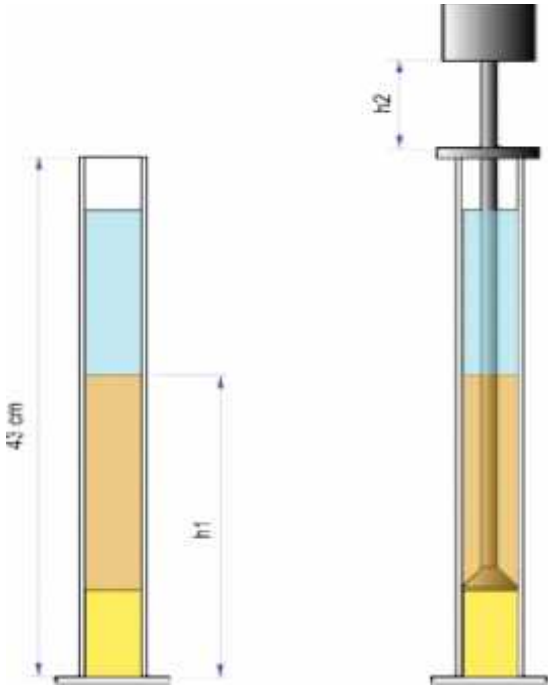
4- ثم نقيس ارتفاعات الرواسب .

*طبقة سفلى تمثل الرمل الصافي ارتفاعها (H1) .

* طبقة علية تمثل الرمل مع الشوائب ارتفاعها (H2) .

المكافئ الرملي يعطى عن طريق :

$$Es = \left(\frac{H_2}{H_1}\right) \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.4)$$



الشكل 1.III الأداة المستعملة في تجربة المكافئ الرملي

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج **المدونة في الجدول التالي** :

الجدول 4.III النسب المئوية للمكافئ الرملي **بالمكبس**

تركيبة الرمل	المكافئ الرملي ES (%)
رمل طبيعي (SA)	71 %

كل الاختبارات أعطت معامل ES > 80 ومع ذلك ، نلاحظ الغياب شبه التام للدقائق الطينية [31]

5.1.1.III التدرج الحبيبي : (Analyse granulométrique)

يقصد بتجربة التدرج الحبيبي فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض أي تعيين التوزيع الحجمي لحبيبات الركام ويكون ذلك باستعمال التحليل بالغربلة بواسطة مجموعة من الغرابيل مرتبة حسب مقاس فتحاتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسا إلى الأعلى هذه التجربة تمكننا من حساب مختلف النسب لمقاييس الحبيبات المكونة للعينة المدروسة.و تعرف هذه التجربة بواسطة المواصفات[30] NF P18 -560 .

سندرس في هذه التجربة الترتيب الحبيبي لهذه العينة من الرمل الطبيعي.

إن القاعدة تنص على أن الوزن الأصغري المستعمل في العينة يكون يحقق العلاقة التالية [33-32] :

$$M \geq 0.2\ D\ max \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.5)$$

حيث :

M : وزن العينة ب كغ

D max : القطر ألأعظمي للحبيبات مأخوذ ب ملم .

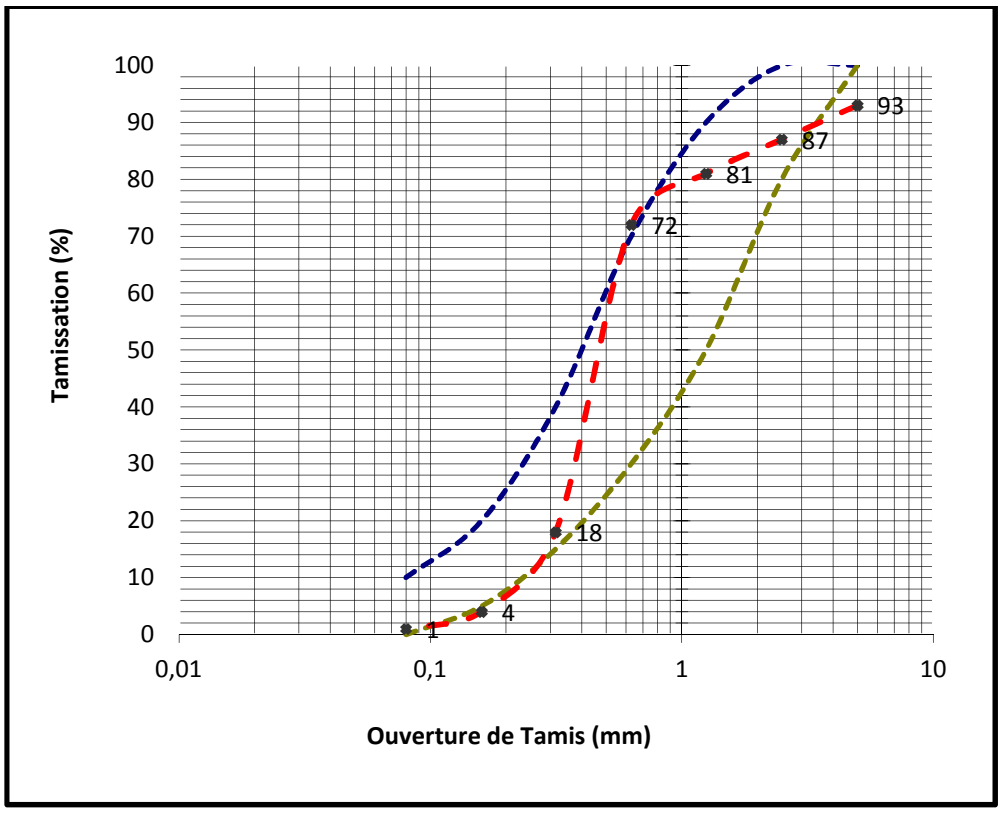
لستعملنا في هذه التجربة 2كغ من الرمل إذ هي القيمة العملية **[33]** فكانت النتائج كما يلي:

الجدول أدناه يوضح بعض النتائج المتوسطة للعينات:

الشكل 2.III غرابيل التدرج الحبيبي

الجدول 5.III نتائج تجربة التدرج الحبيبي: 100% رمل طبيعي

فتحات الغربال ب(mm)	نوع الغربال	المتبقي المجمع ب Rc (g)	نسبة المتبقي المجمع Rc(%)	المار المجمع ب T (%)
5	38	135.32	6.76	93
2.5	35	269.32	13.46	87
1.25	32	376.52	18.83	81
0.63	29	557.29	27.86	72
0.315	26	1648.39	82.41	18
0.16	23	1921.6	96.08	4
0.08	20	1972.39	98.62	0.5
Fond	/	1999.8	99.99	0.01



الشكل 3.III منحنى تجربة التدرج الحبيبي: 100% رمل طبيعي

6.1.1.III معيار النعومة: (Module de finesse)

ويتم تقيمه بواسطة معيار يسمى المقياس، حيث يساوى مجموع النسب المئوية **للمتبقي المجمع للمناخل** القياسية الستة (5 ,2.5, 1.25, 0.63, 0.315, 0.16) **مقسوماً على** 100.

ويعبر معيار النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات الركام وهو لا يدل على مدى تدرج الركام من عدمه، ويستخدم معيار النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخراسانية ومن أجل الرمل نستطيع تعريف ثلاث مجالات لمعاير النعومة للرمل حيث **[34]**:

- **المجال** A المفضل المستعمل في الخرسانة أو الملاط بين 2.2 – 2.8.
- **المجال** B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8 – 2.2.
- **المجال** C رمل تميل حبيباته إلى الخشونة بين 2.8 – 3.2.

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100} \quad \text{.....(3.6)}$$

Rc: **المتبقي المجمع ب** (%) للغرابيل (38 **إلى** 23)

إذا معيار النعومة بعد الحساب هو :

الجدول 6.III معيار النعومة لكل عينة .

العينة	النتيجة
معامل النعومة Mf	2.54

ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 2.54 نستنتج أن هذا الرمل جيد حيث أنه يدخل في **المجال** A **للمنحنى المرجعي** ويكسب الخرسانة متانة عالية

2.1. III الحصى :

يعتبر الحصى اهم عنصر في تكوين بنية الخرسانة وفي هذه التجربة **قد استعملنا حصى المحاجر لمنطقة حلسي مسعود ولقد** استعملنا نوعين من الحصى وهما :

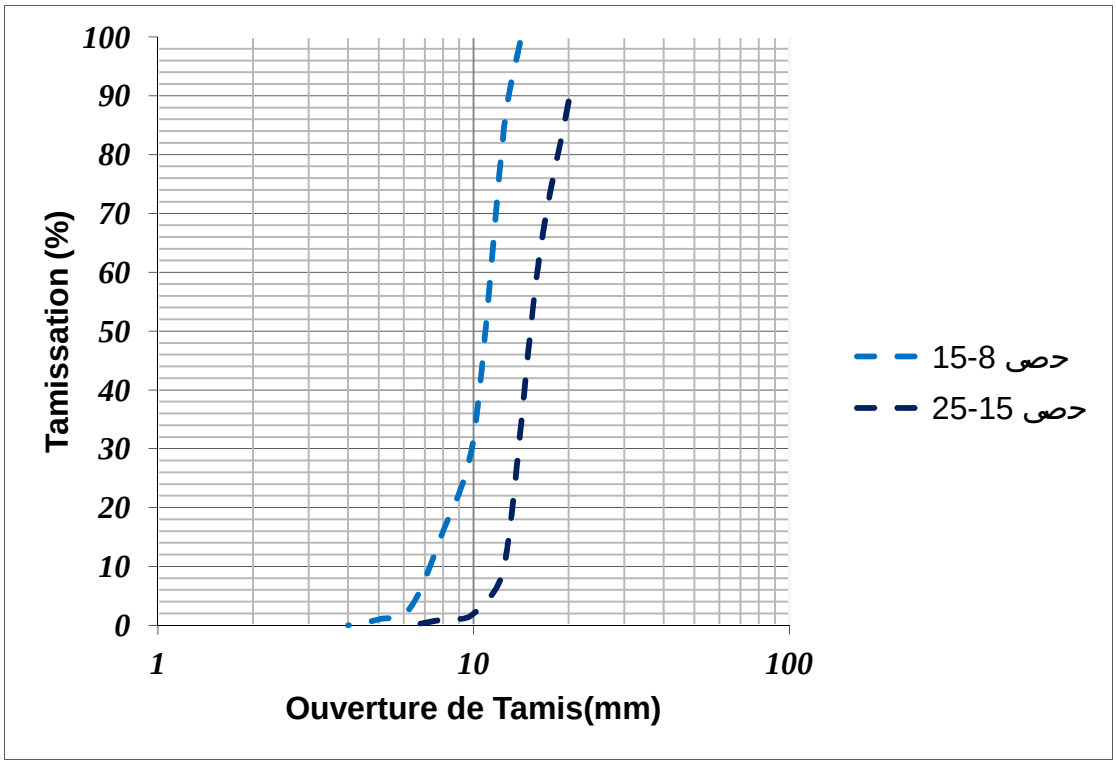
1-**حصى** 15/8 .

2- **حصى** 25/15 .

*من خلال تجربة التدرج الحبيبي تحصلنا على النتائج الموضح في الجدول التالي:

الجدول 7.III نتائج تجربة التدرج الحبيبي لمنطقة حاسي مسعود.

قطر الغربال mm	حصى 15/8	حصى 25/15
25 mm	100	100
20 mm	99	89
16 mm	85	61
12.5 mm	32	10
10 mm	16	02
8 mm	03	01
6.3 mm	01	0
5 mm	00	
4 mm		



الشكل 4.III منحنى تجربة التدرج الحبيبي للحصى بنوعيه

* من خلال تجربة الكتلة الحجمية تحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول التالية **[24]**

الجدول III.8 نتائج تجربة الكتلة الحجمية لمنطقة حاسي مسعود .

المنطقة	الكتلة الحجمية المطلقة (kg/m^3)	
حاسي مسعود	15/8	25/15
	2502	2550

III. 3.2 الاسمنت :

الإسمنت ciment رابط مائي ضروري مصنّع غير عضوي له خاصة التفاعل مع الماء وتكوين عجينة لدنة قادرة عند تصلبها على ربط الرمل والحصى والحجارة التي تخلط بها، وبذلك يتشكل الملاط Mortier والخرسانة Béton المقاومان لتأثير العوامل الطبيعية والماء تأثيراً مديداً.

يعد الإسمنت من أهم مواد البناء، ويرجع تصلبه إلى التفاعلات الكيماوية القائمة على تمييه Hydratation سيليكات الكلسيوم و ألومياناته وكبريتاته التي يتركب منها. وأنواعه كثيرة أشهرها وأكثرها انتشاراً «الإسمنت البورتلندي»

الاسمنت المستعمل هو اسمنت من نوع CEM I 42.5 ES (CRS) متواجد في السوق المحلي مصنوع من طرف مصنع الاسمنت بعين التوتة .

نتائج التجارب المجرات على هذا النوع من الاسمنت بخصوص الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة معطاة مسبقا في البطاقة التقنية لنوع الاسمنت**[35]** .

- الكتلة الحجمية المطلقة : ρ_{ab} =3020 Kg/m^3
- الكتلة الحجمية الظاهرية : ρ_{ab} = 2100 Kg/m^3

*وفيما يلي نتطرق الى بعض التحارب :

III.3.2.1 المساحة السطحية للاسمنت : Surface spécifique

هي خاصية فيزيائية تحدد نعومة الاسمنت فبقدر ما يكون الاسمنت مطحون أكثر فبقدر ما تكون المساحة النوعية السطحية أكبر، وتعتبر النعومة من أهم الخواص التي توثر على العناصر التالية :

- نسبة التفاعل الكيميائي
- تطور المقاومة

- كمية الأسمنت الضرورية لتغليف مجمل حبيبات الركام الرمل ,الحصى) لدعم الترابط بين كل الحبيبات.

ويقاس بالمقارنة مع اسمنت مرجعي محدد السطح الذي هو معروف. فهو يعرف حجم تمرير الهواء عبر مسحوق الاسمنت على مساحة من هذا المسحوق هو أكثر أهمية ، والوقت الذي يستغرقه للهواء بالمرور عبر مسحوق طويلة. في الظروف القياسية ، على مساحة محددة تتناسب مع t √. لاختبار ما يسمى ب "بلين"

السطح بلين (NF P15 -442) محددة تعطى بالمعادلة التالية :

$$SSB = \frac{k\sqrt{e^3}\sqrt{t}}{\rho(1-e)\sqrt{\eta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.7)$$

- t : زمن مرور الهواء عبر طبقة المسحوق بالثانية .
- η : لزوجة الهواء عند درجة الحرارة المجرات فيها التجربة .
- ρ : الكتلة الحجمية المطلقة ب g/cm^3 .
- K : ثابت الجهاز .
- e : النفاذية .

*المساحة السطحية للاسمنت المستعمل (اسمنت عين التوتة) مقاسه في مخبر مطحنة الاسمنت أعطى

من $cm^2/g3000$ إلى cm^2/g 3200

2.3.2.III زمن التصلب :

يتفاعل الاسمنت كيمائيا مع الماء ثم بعد مرور ساعة أو أكثر يبدءا العجين في إظهار شيء من التماسك الأولي نعبر عنه بزمن بداية التصلب . هذا الوقت المنقضي بين بداية خلط الماء مع الاسمنت و بداية التصلب يسمى اصطلاحا زمن التصلب وهو مهم بالنسبة لعملية تشغيل الخرسانة (خلطها,تحميلها ,رفعها , ضخها ,وكذلك هزهـا)

يختلف زمن التصلب على حسب نوعية الاسمنت ونعومته وكمية الماء ودرجة الحرارة ولذلك نقوم بتحديده على عجين قياسي معد حسب نسبة الماء المثالية و في درجة حرارة محددة بـ 20 درجة مئوية وباستعمال جهاز فيكا Vicat محمول بالإبرة بعد زمن بداية التصلب يتواصل التماسك حتى يصبح العجين عبارة عن كتلة واحدة هذا ما نسميه نهاية زمن التصلب.

ويكون عموما زمن التصلب أكثر من 90 دقيقة بالنسبة للاسمنت العادي في درجة حرارة 20 درجة مئوية. أما بالنسبة للاسمنت المستعمل في الدراسة (اسمنت عين التوتة) فحسب البطاقة التقنية فإن[35] :

1- الزمن الابتدائي للتصلب : 3ساعات

2- الزمن النهائي للتصلب : 4 ساعات و 20 دقيقة

3.3.2.III الخصائص الكيمائية :

التحليل الكيميائي للاسمنت معطى مسبقا في البطاقة التقنية لنوع الاسمنت على حسب النسب المئوية المشكلة لهذه المادة النتائج معطاة في الجدول التالي :

الجدول 9.III التحليل الكيميائي للاسمنت .

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	PAF
22	5.5	3	64.5	1.7	1.9	1.3	0.2	<1.5

- نلاحظ أن الأسمنت المستخدمة يحتوي على نسب كبيرة من الكلس والسيليس.

القلويات = $Na2O + 0.658K2O = 0.736 < 0.6$ ٪ ولكن لا يوجد أي خطر من فعل القلويات لأنهم ليسوا من الحجر الجيري دولوميت .

4.3.2.III مقاومة الضغط :

يُميَّز الإسمنت بمقاومته للضغط بعد يومين وبعد سبعة أيام وبعد ثمانية وعشرين يوماً من لحظة إعداد الخلطة، ويتم ذلك على مواد اختباريه من ملاط نظامي وعينات خراسانية ذات مواصفات خاصة تنص عليها المقاييس الدولية والحكومية وتتبع في ذلك طرائق اختبار فيزيائية و ميكانيكية محددة **[36+37]** .

5.2.2.III المعامل الهدروليكي Indice d' hydraulicité :

المعامل الهدروليكي أو معامل فيكا Vicat ،الذي يعرف بالنسبة **أو** الكسر الحامض من مكوات الاسمنت على القاعدي منها .

$$I = \frac{SiO2 + Al2O3}{MgO + CaO} = 0.41 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.8)$$

الأسمنت المستخدم $I = 0.41 < 0.5$ إذن الاسمنت محايد . **[38]**

*والجدول (10.III) يلخص بعض الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لإسمنت مصنع عين التوتة مجراه في المخبر التابع للمصنع:

الجدول III.10 الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لإسمنت مصنع عين التوتة

الخصائص الفيزيائية	الكتلة الحجمية المطلقة : (kg/m^3) = 2100 ρ_a الكتلة الحجمية الظاهرية : ρ_b = 3020 (kg/m^3) المساحة السطحية النوعية : (g/cm^2) = SSB من3000الى 3200 بدء التصلب : 3ساعات نهاية التصلب : 4ساعات و 20دقيقة
الخصائص الميكانيكية (Mpa)	Rc28 = 42.5 ± 2.89 Rc 7 = 37.61 ± 2.77MPa Rc2 = 22.27 ± 2.24 Rt28 = 08.48 ± 0.52 Rt7 = 07.11 ± 0.43 Rt2 = 04.97 ±0.41

4.2.III: الماء :

الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيماوي بين الاسمنت والماء'وهو ضروري أيضا لكي تمتصه الحبيبات المستعملة في الخرسانة ويعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم والاسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل وبوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الحبيبات بنفس الكمية من الأسمنت و يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15-20 % و يضيع جزء منه الموجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخروهو ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها.

النسبة المائية الإسمنتية E/C:

هي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (عدا عن الماء الذي تمتصه الحبيبات) إلى وزن الأسمنت في الخلطة. ولضبط نسبة الماء في الخلطة أهمية بالغة وعليها تتوقف قوة الخلطة ومسميتها وانفصالها ومقدرتها على مقاومة العوامل الجوية من برودة وحرارة وتآكل حيث ان كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتميع والمسامية وقلة الدوام والاهتراء وقلة التماسك والضعف والتقشر والانكماش والتشقق.

1.4.2.III خواص الماء المستعمل في الخرسانة:

1 . يكون الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة خاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والأملاح والأحماض والقلويات والمواد العضوية والفلين والمواد الناعمة سواء كانت هذه المواد ذائبة أو معلقة وخلافها من المواد التي يكون لها تأثير عكسي على الخرسانة من حيث قوة **الكسر والمتانة**.

2. يعتبر الماء الصافي الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة وإيناعها.

3. يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب في حالة عدم توفر الماء الصالح لشرب على أن لا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسب معينة تحددها المواصفات.

4. يحظر استعمال الماء غير الصالح للشرب في خلط وإيناع الخرسانة إلا بعد أن يثبت مخبريا بأن **مقاومة مكعبات الملاط** (Morti) الذي جرى خلطه بالماء غير الصالح للشرب تساوي على الأقل (90) % من مقاومة نظيراتها والتي جرى تحضيرها باستعمال ماء صالح للشرب وذلك عند عمر (7) أيام و (28) يوم وحسب المواصفات التقنية اللازمة .

5. يجرى تصميم الخلطة الخراسانية في المختبر باستعمال نفس الماء الصالح للشرب والذي سيجرى استخدامه في الخلطات الخراسانية بالموقع**[39]**.

2.3.2.III التركيبة الكيمائية للماء المستعمل:

الجدول 11.III التركيبة الكيمائية للماء المستعمل[14]

PH	$HCO3^-$ [mg/l]	$SO4^-$ [mg/l]	$NO3^-$ [mg/l]	Cl^- [mg/l]	Na^{++} [mg/l]	K^{++} [mg/l]	Mg^{++} [mg/l]	Ca^{++} [mg/l]
7.26	157	524	15	943	536	31	109	585

III . 4 صياغة الخلطة الخراسانية :

لتحضير الخلطة الخراسانية اعتمدنا على طريقة **DREUX-GORISSE** والتي قسمناها على أربعة مراحل :

المرحلة الأولى : إيجاد نسبة الماء والاسمنت .
المرحلة الثانية: إنشاء المنحني الحبيبي المرجعي .
المرحلة الثالثة: إيجاد نسبة الحصى والرمل من المنحنى .
المرحلة الرابعة: حساب الكتلة الحجمية للحصى والرمل .

1. المرحلة الأولى : إيجاد نسبة الماء والاسمنت:

ونستعمل لهذا الغرض المعادلة التالية:

$$f_cm = f_{c28} * 1,15$$

المقاومة المتوسطية لضغط 28 يوم تعطى كالتالي f_{c28} =40 MPA

نسبة تركيز الاسمنت هي 400كغ/م3 , أخذت على أساس الوسط العدائي A_3 حسب القواعد NFEN[206-1] حيث نسبة أملاح الكبريت أكثر من 3000 mg/l

$$f_cm = 40 * 1,15 = 46 MPA$$

*إيجاد نسبة الماء=

$$\frac{C}{E} = \frac{f_{cm}}{G * \gamma_{28}} + G$$

E نسبة الماء

C كتلة الاسمنت

γ_{28} الكتلة الحجمية للاسمنت

G معامل الحبيبات تؤخذ من الجدول التالي حسب الأقطار

الجدول III .12 معامل حبيبات G

QUALITE DES GRANULATS	DIMENSION D DES GRANULATS		
	FINS (D ≤ 12,5 mm)	MOYENS (20 ≤ D ≤ 31,5 mm)	GROS (D ≥ 40 mm)
EXCELLENTE	0,55	0,60	0,65
BONNE, COURANTE	0,45	0,50	0,55
PASSABLE	0,35	0,40	0,45

$$\frac{C}{E} = \frac{46}{0.5 * 62.5} + 0.5 = 1.97$$

$$\frac{C}{E} = 1.97 \ \leftrightarrow E = \frac{C}{1.97} = \frac{400}{1.97} = 203\ l\ /m^3$$

$$E = 203\ l\ /m^3$$

2- المرحلة الثانية: إنشاء المنحني الحبيبي المرجعي:

إنشاء المنحني التدرج الحبيبي المرجعي الذي يؤخذ بعين الاعتبار مختلف الخصائص المتعلقة بالخرسانة المدروسة هذا المنحنى يمكن تمثيله عن طريق خط منكسر يرسم على مخطط حبيبي نظامي مبدؤه يكون من اقل قطر للغربال (mm0.08) الى اكبر قطر للحصى المستعمل (D max)

- ولرسم هذا المنحنى نحتاج لتعيين ثلاث نقاط (OAB)

- O : (0.0) .

B- : (D, 100%) D = هي اكبر قطر للحصى المستعمل في الخلطة .

A- : (X . Y) .

X : D/2 إذا كان القطر D اقل من 20mm

- إما إذا القطر D أكبر من 20mm تؤخذ X في منتصف النقطة المتواجدة بين القطر D و 5 mm

- لتعين النقطة Y تحسب كالتالي

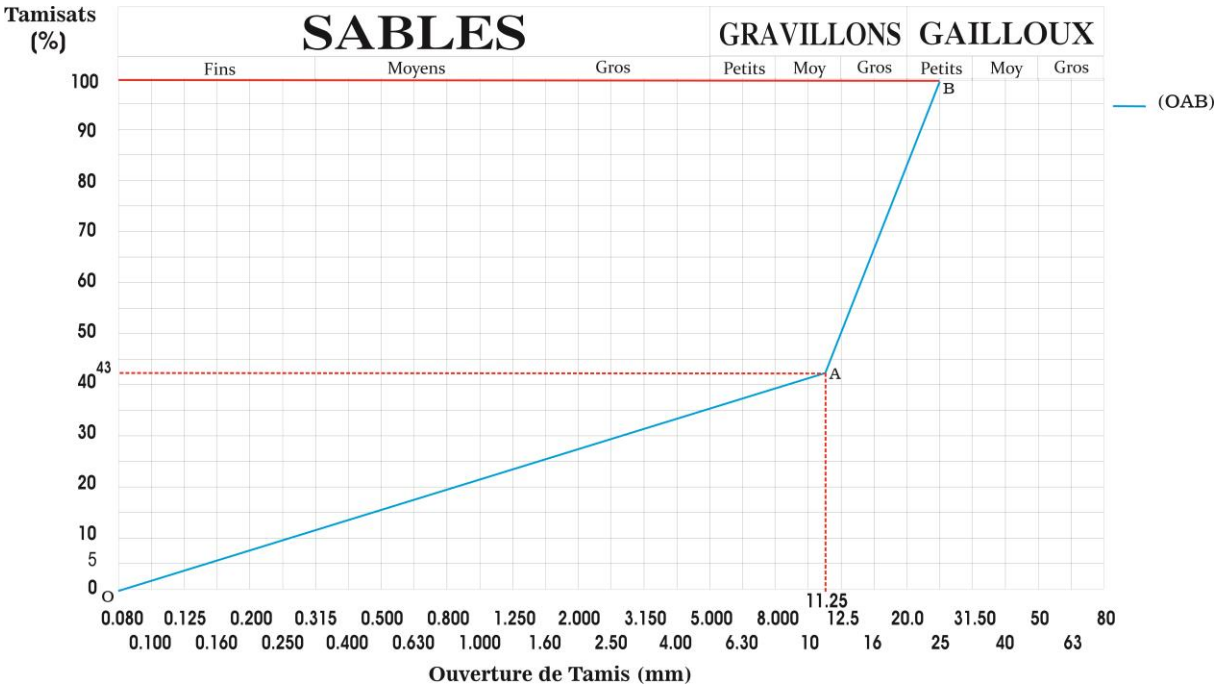
$$\mathbf{Y = 50 - \sqrt{D} + K}$$

K : تؤخذ من الجدول التالي حيث (**K**= -2) حسب حجم الاسمنت المستعمل وهذه القيمة اخذت خطا والقيمة الصحيحة (**K**= 0) .

الجدول III. 13 : قيمة معامل التصحيح K

VIBRATION		FAIBLE		NORMALE		PUISSANTE	
Forme des granulats (des sables en particulier)		Roulé	Concassé	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé
dosage en ciment	400+Superpl.	- 2	0	- 4	- 2	- 6	- 4
	400	0	+ 2	- 2	0	- 4	- 2
	350	+ 2	+ 4	0	+ 2	- 2	0
	300	+ 4	+ 6	+ 2	+ 4	0	+ 2
	250	+ 6	+ 8	+ 4	+ 6	+ 2	+ 4
	200	+ 8	+ 10	+ 6	+ 8	+ 4	+ 6

O (0 , 0) , B (25 mm , 100%) , A (11.25 mm , 43%)



الشكل III. 5 منحنى OAB

3- المرحلة الثالثة : إيجاد نسبة الحصى والرمل من المنحنى التمثيل الحبيبي :

- يجب رسم المنحنيات المختلفة للحبيبات المستعملة (حصى .رمل) في نفس المخطط البياني ونرسم مستقيمات ترتبط في النقطة 95 % في المنحنى الأول و 5 % في المنحنى الثاني وهكذا الواحد تلو الأخر ونسمي هذه المستقيمات مستقيمات التقسيم ونقاط التقاطع مع المنحنى (OAB) تمثل النسب المئوية لمختلف الحبيبات (رمل.حصى) كما هو موضح في الشكل الأتي

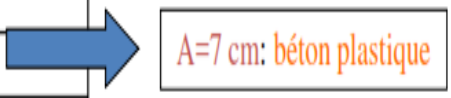
الرحلة الرابعة : حساب الكتلة الحجمية لنسب الخلطة (رمل.حصى)

- نحسب معامل التراص γ
- من اختبار الهبوط وجدنا القيمة المستحبة هي A= 7cm ومن هذه النتيجة نجد ا ن حالة الخرسانة ذات خلطة لدنة

ومن الجدول التالي نأخذ قيمة معامل التراص في الحالة اللدنة (ذات اهتزاز عادي)

جدول III .14 قيمة هبوط الخرسانة الطازجة

Plasticité	Serrage	Affaissement A (cm)
Béton très ferme	Vibration puissante	0 à 2
Béton ferme	Bonne vibration	3 à 5
Béton plastique	vibration courante	6 à 9
Béton mou	Piquage	10 à 13
Béton très mou	Piquage léger	13 à 15
Béton liquide (fluide)		≥ 16



جدول III .15 قيمة معامل التراص

CONSISTANCE	SERRAGE	COEFFICIENT DE COMPACITE γ						
		D = 5	D = 10	D = 12,5	D = 20	D = 31,5	D = 40	D = 80
Très plastique	Piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Vibration faible....	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Vibration normale.	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastique	Piquage	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Vibration faible	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Vibration normale.	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	Vibration puissante	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Ferme	Vibration faible	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Vibration normale.	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Vibration puissante	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

ملاحظة: هذه القيم يكون ضروري لإجراء التصحيحات التالية :

* الرمل والحصى الطبيعي: - 0.01

الرمل و حصى المحاجر: - 0.03

- وبما إن الحصى والرمل من النوع متدحرج(roulé) فان γ يحتاج إلى تصحيح حسب معامل التصحيح للنوع طبيعي 0.01

$$\gamma_{corige} = 0.827 - 0.01 = 0.817$$

- حساب حجم الاسمنت المطلق :

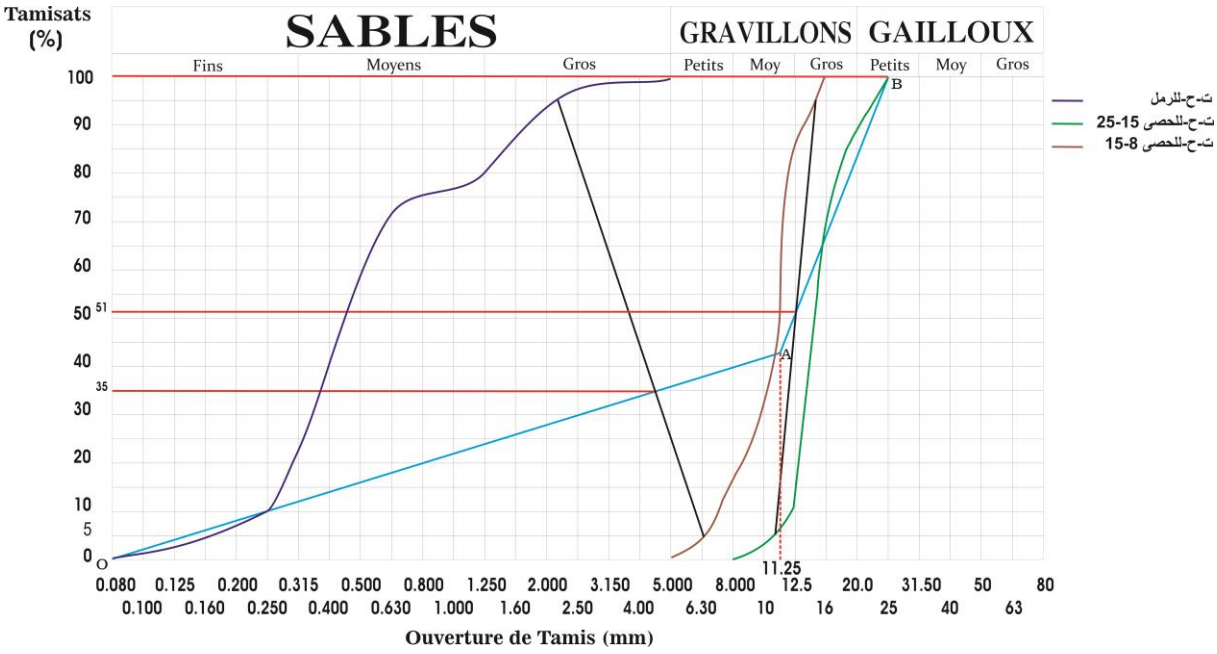
$$C=\frac{400}{3.1}=129\ l/m^3$$

- حساب حجم المطلق للركام :

$$V = 1000 \times \gamma_{CORIGE} - C$$

$$V=1000\times0.817-129=688\ l/m^3$$

من المنحنى :



الشكل.III . 6 منحنى التدرج الحبيبي للخليط

- حساب حجم الرمل (35%) :

$$V_S = V \times (35\%) = 688 \times {}^{35}/_{100} = 241 l/m^3$$

- حساب حجم الحصى (8/15) (16%) :

$$V_{G)8/15(} = V \times (16\%) = 688 \times {}^{16}/_{100} = 110\ l/m^3$$

- حساب حجم الحصى (15/25) (49%) :

$$V_{G)15/25(} = V \times (49\%) = 688 \times {}^{49}/_{100} = 337\ l/m^3$$

- حساب كتلة الخلطة : $\delta = \frac{m}{V} \leftrightarrow m = \delta \times V$

*رمل : $m_S = \delta \times V \leftrightarrow m_S = 2.51 \times 241 = 607\ Kg/m^3$

*حصى 8.15:

$$m_S = \delta \times V \leftrightarrow m_S = 2.5 \times 110 = 275\ Kg/m^3$$

*حصى 15/25

$$m_S = \delta \times V \leftrightarrow m_S = 2.55 \times 337 = 859\ Kg/m^3$$

III . 5 حساب حجم عينات الاختبار

- لدينا 12 عينة اسطوانية ذات أبعاد (قطرها 16 وارتفاعها32) و 12 عينة مكعبة (7 *7 *28 cm)

نقوم بالحسابات التالية

$$V_{Cel} = 8^2 \times 3.14 \times 32 = 6.10^{-3} \leftrightarrow 6.10^{-3} \times 12 = 72.10^{-3}$$

$$V_{car}\ 7 \times 7 \times 28 = 1.35.10^{-3} \leftrightarrow 1.35.10^{-3} \times 12 = 17.10^{-3}$$

$$V_T = 72.10^{-3} + 17.10^{-3} = 89.10^{-3}$$

- حساب كتلة الرمل

$$1m^3 \rightarrow 607$$

$$89.10^{-3} \rightarrow X$$

X =54 Kg

$$M_{sa} = 54Kg$$

- حساب كتلة الحصى 15/8

$$1m^3 \rightarrow 275$$

$$89.10^{-3} \rightarrow X$$

X =25 Kg

$$M_{G8/15} = 25Kg$$

- حساب كتلة الحصى 25/15

$$1m^3 \rightarrow 859$$

$$89.10^{-3} \rightarrow X$$

X =80 Kg

$$M_{G15/25} = 80Kg$$

- كتلة الاسمنت

$$M_C = 36Kg$$

- كتلة الماء

$$M_E = 18\ L$$

III . 6 صياغة وتحضير الخلطة :

بعد صياغة و حساب أوزان و مكونات الخلطة الخراسانية للعينات سنتطرق إلى عملية خلط و صب عينات الاختبار عبر المراحل التالية:

المرحلة الأولى مرحلة الخلط :

وهي عملية الغرض منها الحصول على الخرسانة الطازجة باستعمال آلة الخلط التالية:

الشكل:III .7 آلة خلط الخرسانة

مبدأ التجربة :

- سنتطرق في هذه المرحلة الى عملية وزن مكونات الخلطة ووضعها في آلة الخلط
- وضع الرمل في آلة الخلط .
- وضع الاسمنت فوق الرمل
- وضع الحصى 8\15
- وضع الحصى 15\25
- نضع غطاء على آلة الخلط ثم نقوم بخلط المكونات و هي جافة .
- ثم نقوم بإضافة الماء إلى الخلطة وفي الأخير نتحصل على الخرسانة الطازجة

الشكل III 8 :خرسانة طازج في آلة الخلط

المرحلة الثانية الصب

نقوم في هذه المرحلة بصب الخرسانة في القوالب المخصصة للتجربة عن طريق الخطوات التالية :

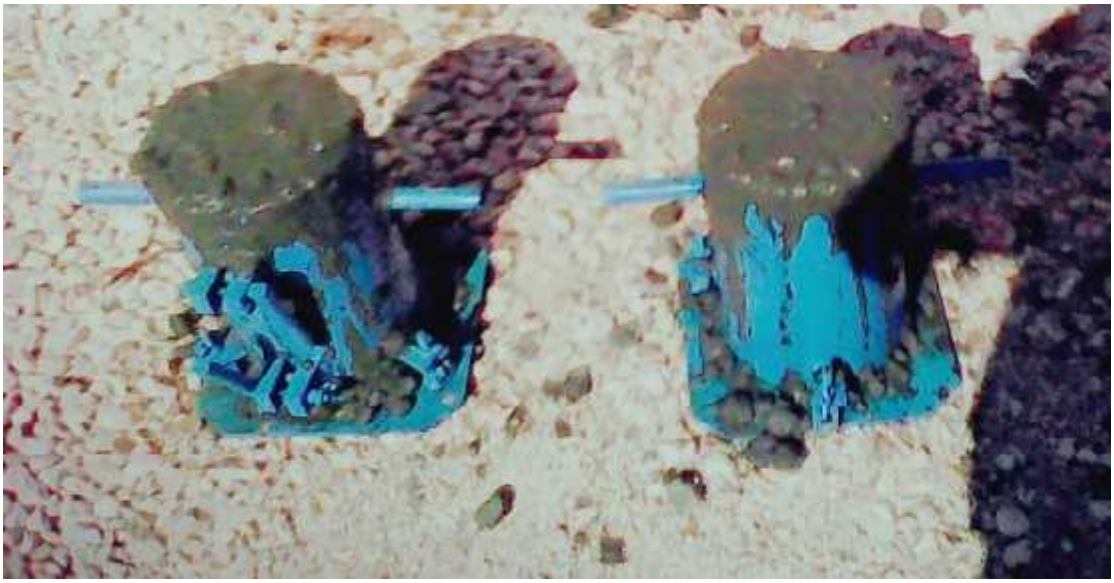
مبدأ التجربة

1 تحضير قوالب الصب

2 نقوم بدهن القوالب قبل الصب

الشكل III .9 :قوالب الصب

3 .نقوم بصب الخرسانة في القالب في ثلاث طبقات ' الطبقة الأولى 25% من حجم العينة ثم طبقة ثانية 50% من حجم العينة ثم طبقة أخيرة 25% من حجم العينة مع الدمك الجيد في كل طبقة .



الشكل III.10: صب الخرسانة في القوالب

<u>المرحلة الثالثة :نزع القوالب</u>

بعد تصلد الخرسانة نقوم بنزع القوالب و نترك عينات الشواهد في الهواء الطلق

الشكل III.11 : نزع القالب عن عينة الاختبار

الشكل 12.III : تصلب العينات بعد الصب

وفي الاخيرندفن العينات**في الوسط الذي** سنجري فيه دراستنا في حديقة الشط مقابل الجامعة حيث يتميز هذا الوسط بخاصية عدائية و ذلك لاحتوائه على كمية كبيرة من **الأملاح من الصف** A3 وصورة التالية توضح بروز الأملاح بعين المجردة .

الشكلIII .13 :منطقة دفن العينات

الشكل III. 14:وضع العينات في مكان الاختبار

الشكل III . 15: وضع العينات في مكان الاختبار

III .7- مدخل :

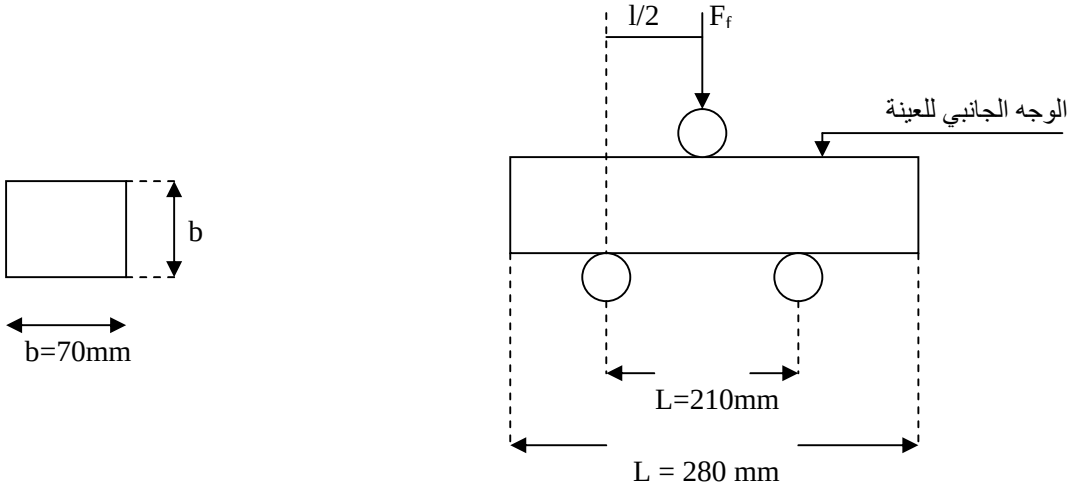
تعد الخصائص الميكانيكية لمادة من أهم الخصائص التي تميزها عن الكثير من المواد وعن مثيلاتها من المركبات وبعد تعريف الخرسانة و إعطاء نبذة عن تاريخها وخصائصها ومعرفة التركيبة المثلى لهذه المادة المقترح في الدراسة. سنتطرق إلى الخصائص الميكانيكية لخرسانة وبالتحديد إلى مقاومة الضغط ومقاومة الشد بواسطة الانحناء في الأيام 7 و 14 و 28 .

III .8طرق التجارب :

III . 8- 1 تجربة الشد بواسطة الانحناء :

تتم تجربة الانحناء على عينات لها مقطع مربع 7×7سم وطول 28سم , البعد بين المسندين 10سم كما يتم تنفيذ هذه العملية بواسطة آلة الانحناء بثلاث نقاط، الآلة مزودة بمسندين أسطوانيين من الأسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي اسطواني كذلك مطبق وسطهما متحرك بواسطة محرك الآلة ليطبق القوة على العينة و تقرأ الحمولة مباشرة من الآلة .

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة NE P18-407 هو عبارة عن شكل تخطيطي لآلة التحطيم بواسطة الانحناء .



الشكل III .16 يوضح آلية التحطيم بالانحناء

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الانحناء لعينة من **الخرسانة ذات أبعاد** (70×70×280**ملم**) , قدرت هذه الآلة على التحطيم تصل الى 10KN إذ تطبق تقريبا 2.67 KN/min. صورة الجهاز موضح في الملحق انظر الصورة (**1-IV**) .

مقاومة الانحناء تحسب بالعلاقة التالية :

$$R_f = \frac{2.7.F_f.}{a^2} \quad \text{.....(3.9)}$$

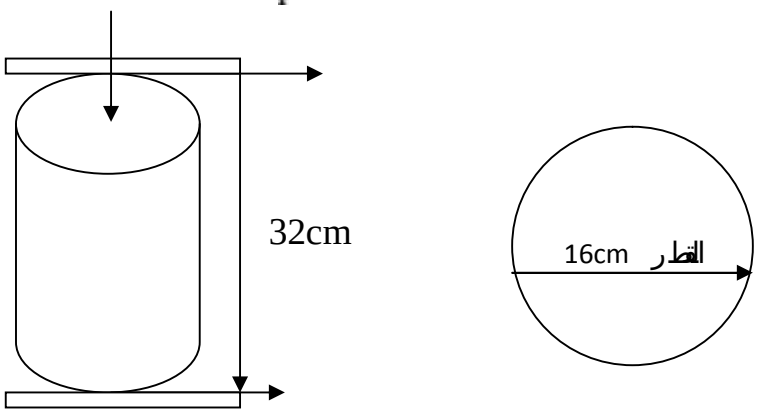
R : **مقاومة الانحناء ب** (MPa)

F_f : قوة تحطم العينة عند الانحناء (N)

a: جزاء العينة الذي يساوي 70 mm

III . 8- 2 تجربة التحطيم بواسطة الضغط :

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة NF P 18-400 . وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على العينة الاسطوانية **ذات قطر** 160mm **وارتفاع** 320 mm **توضع** هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين . F_f



الشكل III .17 يوضح آلية التحطيم بالضغط

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الضغط قدرة هذه الآلة على الضغط تصل **الى** 2000 kN **وبواسطة سرعة انتقال منتظمة ومستمرة**.صورة الجهاز موضح في الملحق .

$$Rc = F / A \quad \text{.....(3.10)}$$

Rc : **مقاومة الضغط ب** (MPa)

F : قوة تحطم العينة عند الضغط ب (N)

A : مساحة العينة

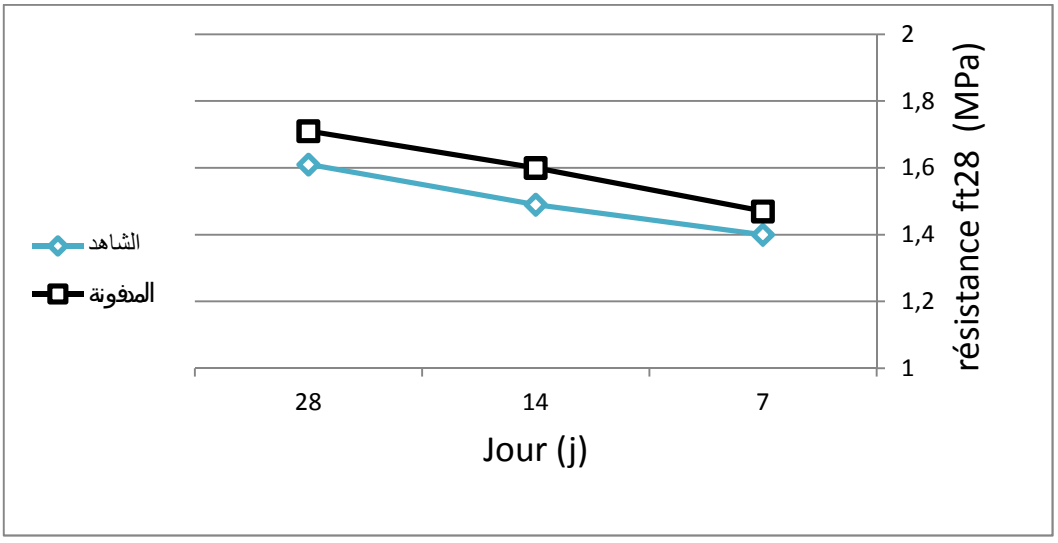
ولقد تم حفظ العينات الشاهد في الهواء الطلق .

III . 9. نتائج مقاومة الانحناء

الجدول III . 16 التالي يوضح النتائج المتحصل عليها خلال فترة التجربة

العينة	الوزن g	الإجهاد في يوم 7 (MPa)	الوزن g	الإجهاد في يوم (MPa) 14	الوزن g	الإجهاد في يوم28 (MPa)
الشاهد	3160	0.16±1.40	3100	0.20±1.49	3056	0.19±1.61
المدفونة	3220	0.11±1.47	3190	0.22±1.60	3163	0.18±1.71

*التعبير عن نتائج مقاومة للشد بواسطة الانحناء

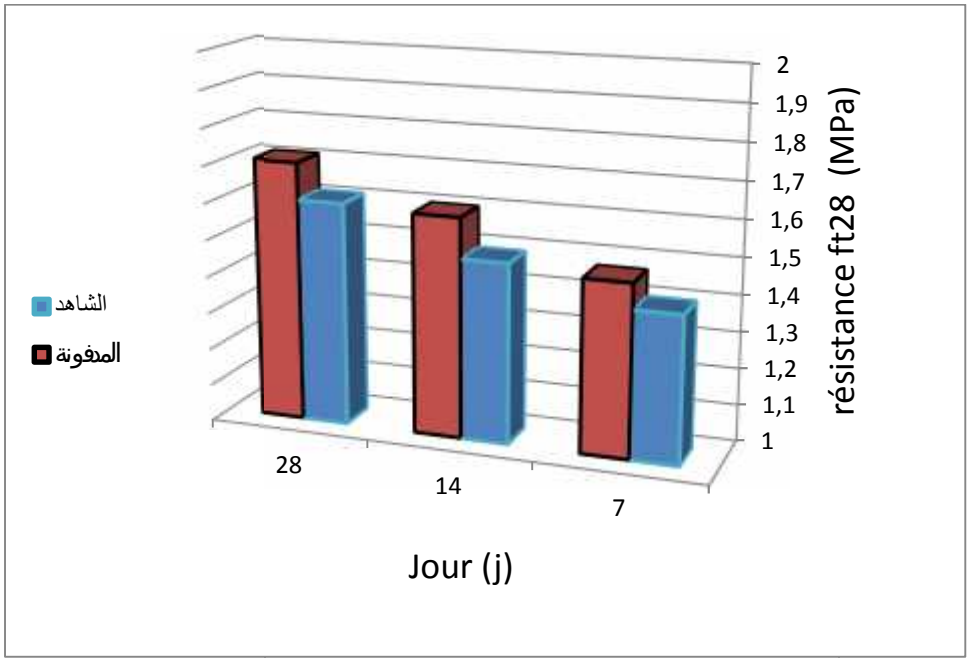


الشكل III .18 التعبير على نتائج مقاومة الانحناء بواسطة المنحنى البياني

*نلاحظ من خلال التجارب المجرت على العينات أن مقاومة الانحناء تتحسن عبر الزمن خلال الفترات الزمنية التي أجريت فيها التجارب .

كما لاحظنا أن الخرسانة المدفونة داخل التراب المغمورة بالمياه كانت نتائجها أكبر من الخرسانة الشاهد الموضوعة في الهواء .

*مناقشة النتائج مقاومة الانحناء



الشكل III .19 عرض نتائج الانحناء بواسطة الأعمدة البيانية

من خلال الأعمدة للفترات الزمنية المدروسة (7-14-28 يوم) تبين أن مقاومة الانحناء في العينات المدفونة قد تحسنت على ما هي عليه في العينات الشاهد المعرضة للهواء ففي اليوم السابع نجد أن الخرسانة المدفونة تتحسن بنسبة 05% أما بنسبة لليوم 14 فقد تحسنت بنسبة7.5% وفي اليوم 28قد تحسنت بنسبة 6.2 % .

نفسر هذا الاختلاف في النسب على انه راجع الى العمر ففي الفترة الممتدة من اليوم الأول إلى اليوم 14 تكون التفاعلات الكيميائية الخاصة الاسمنت في ذروتها ثم تتضاءل تدرجيا كلما اقتربنا من اليوم 28 لتستقر نظريا .

إن هذا التحسن راجع إلى نسبة الماء في كلا العينتين فبالنسبة للعينة الشاهد التي أعطت نتائج اقل فهذا راجع إلى ضياع نسبة معتبرة من الماء بسبب وجودها في الهواء وعدم غمرها في الماء لمدة زمنية وذلك لتفادي ضياع كميات من الماء الضرورية للتفاعل داخل الخرسانة و هذا مما سبب أنواع مختلفة من الانكماش التي تؤدي إلى وجود تشققات داخلية ربما تكون غير مرئية بالعين المجردة وبطريقة أخرى نستطيع القول بان نسبة الماء عن طريق التبخر في الهواء الخارجي الموجود فيه الخرسانة الشاهد قد خلق هذا الماء المتبخر فراغات داخل هيكل الخرسانة مما يضعف مقاومته للانحناء.

وبمقارنة قيم الانحناء المتحصل عليها بالدارسات السابقة نجد أنها متقاربة ففي اليوم 28 وجدنا أن مقاومة الانحناء1.71 MPa أما بدادي العيد [4]فقد وجد 2.1 MPa وقد وجد بن طلطا

عيسى [41] أيضا من 2 **إلى** 2.1 MPa وقد كانت نتائجنا اقل من هاتين الدراستين نظرا لاختلاف معامل النعومة الخاص بالرمل من جهة وحجم الحصى من جهة **أخرى** .

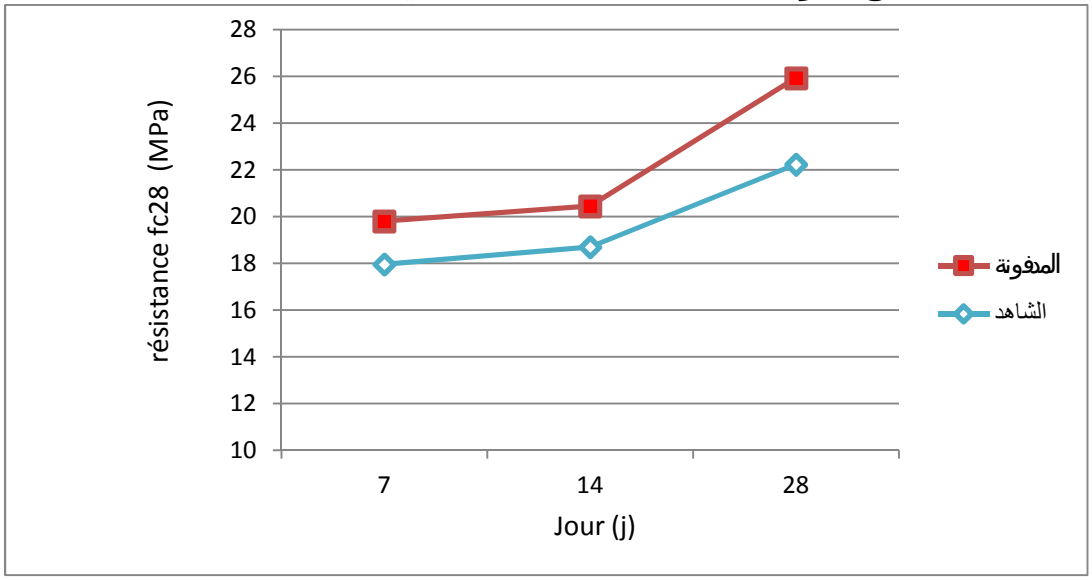
من المفروض ان العينات التي وضعت في الوسط المحتوي على المياه الصاعدة تكون مقاومة الانحناء لديها منخفضة على ما هي علية في الخرسانة الشاهد , **ونظرا** للعمر القصير الذي أجريت فيه التجارب فان ظاهرة تأكل الخرسانة من خلال مهاجمة العناصر الكيميائية الموجودة في الماء لهذه الأخيرة لم تتم وان الاسمنت المستعمل أثبت الكفاءة المرجوة منه وذلك بالمحافظة على تماسك التركيبة الخراسانية

III . 10. نتائج مقاومة ا لضغط

الجدول III .17 الجدول التالي يوضح النتائج المتحصل عليها من تجربة الضغط

العينة	الوزن g	الإجهاد في يوم 7 (MPa)	الوزن g	الإجهاد في يوم (MPa) 14	الوزن g	الإجهاد في يوم28 (MPa)
الشاهد	14653	1.2±17.96	14608	1.8±18.7	14546	2±22.23
المدفونة	14953	1.5±19.8	14900	2±20.45	14833	2.1±25.96

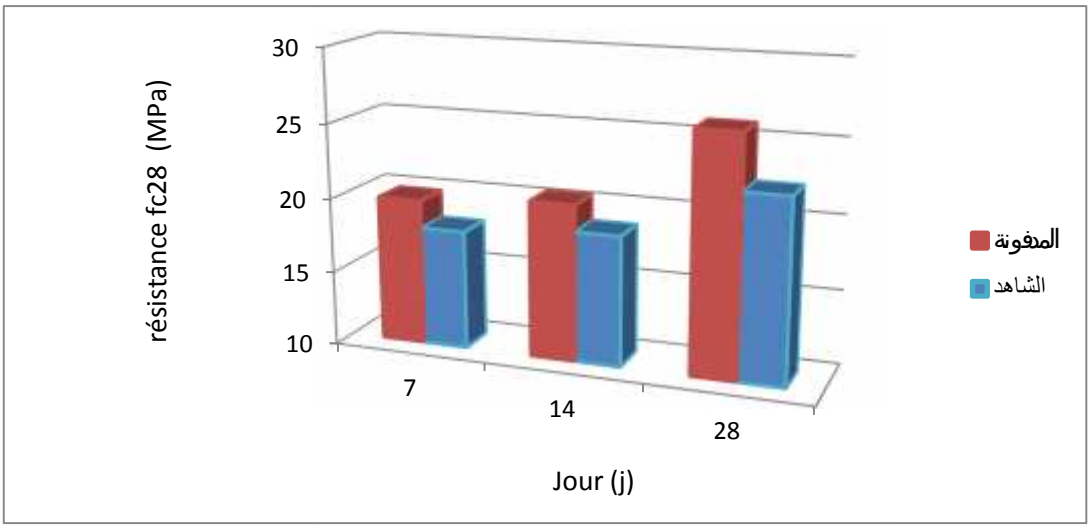
*التعبير على نتائج مقاومة الضغط بواسطة المنحنى البياني



الشكل III .20 نتائج مقاومة الضغط بواسطة المنحنى البياني

*نلاحظ من خلال التجارب المجرات على العينات أن مقاومة الضغط تتحسن عبر الزمن خلال الفترات الزمنية التي أجريت فيها التجارب .
كما لحظنا أن الخرسانة المدفونة داخل التراب المغمورة بالمياه كانت نتائجها أكبر من الخرسانة الشاهد الموضوعة في الهواء .

*مناقشة النتائج مقاومة الضغط



الشكل III .21 عرض نتائج الضغط بواسطة الأعمدة البيانية

من خلال الأعمدة للفترات الزمنية المدروسة (7-14-28 يوم) تبين أن مقاومة الضغط في العينات المدفونة قد تحسنت على ما هي عليه في العينات الشاهد المعرضة للهواء ففي اليوم السابع نجد أن الخرسانة المدفونة تتحسن بنسبة 10.2% أما بنسبة لليوم 14 فقد تحسنت بنسبة9.35% وفي اليوم 28قد تحسنت بنسبة 16.6 % .

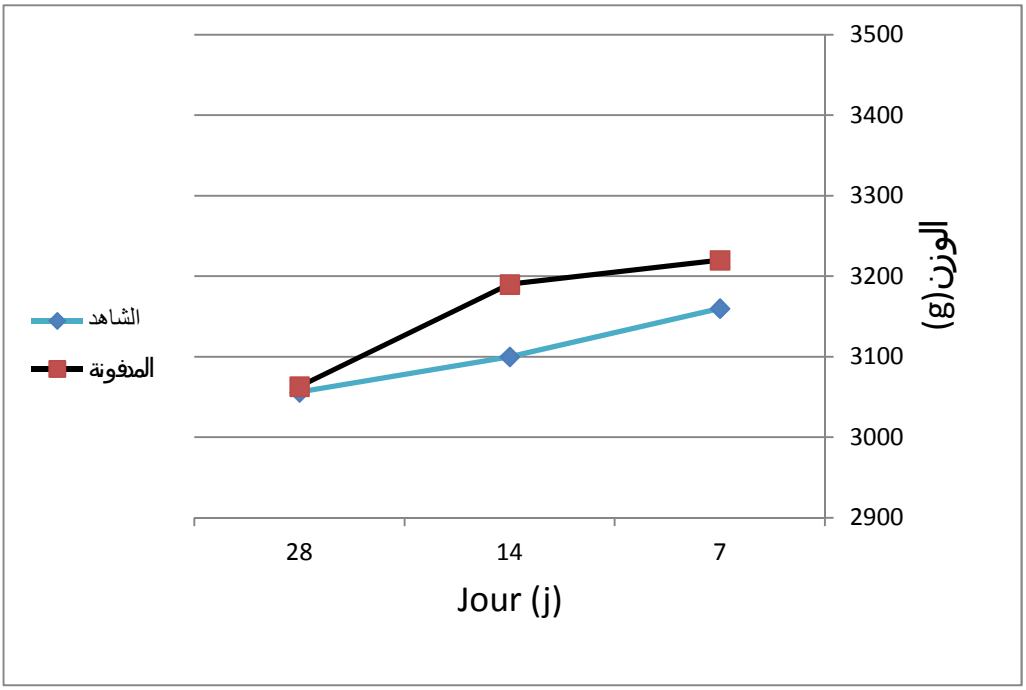
نفسر هذا الاختلاف في النسب على انه راجع إلى العمر ففي الفترة الممتدة من اليوم الأول إلى اليوم28متزايد تدريجيا وذلك راجع إلى أن التفاعلات في كمية الاسمنت قد تمت وفي الأخير لتستقر نظريا .

إن هذا التحسن راجع إلى نسبة الماء في كلا العينتين فبالنسبة للعينة الشاهد التي أعطت نتائج اقل فهذا راجع إلى ضياع نسبة معتبرة من الماء بسبب وجودها في الهواء وعدم غمرها في الماء لمدة زمنية وذلك لتفادي ضياع كميات من الماء الضرورية للتفاعل داخل الخرسانة و هذا مما سبب أنواع مختلفة من الانكماش التي تؤدي إلى وجود تشققات داخلية ربما تكون غير مرئية بالعين المجردة وبطريقة أخرى نستطيع القول بان نسبة الماء عن طريق التبخر في الهواء الخارجي الموجود فيه الخرسانة الشاهد قد خلق هذا الماء المتبخر فراغات داخل هيكل الخرسانة مما يضعف مقاومته الضغط

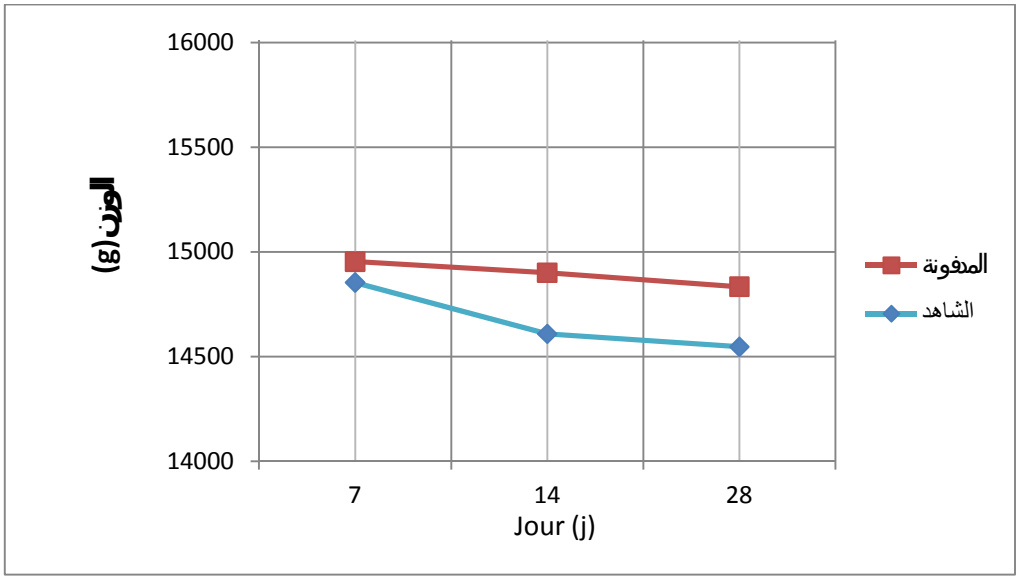
وبمقارنة قيم **الضغط** المتحصل عليها بالدارسات السابقة نجد أنها متقاربة ففي اليوم 28 **وجدنا أن مقاومة الضغط** 25.93 MPa أما بدادي العيد[4] **فقد وجد**30MPa وقد وجد بن طاطا عيسى [41] أيضا27MPa وقد كانت نتائجنا اقل من هاتين الدراستين نظرا لاختلاف معامل النعومة الخاص بالرمل من جهة وحجم الحصى من جهة أخرى .

من المفروض أن العينات التي وضعت في الوسط المحتوي على المياه الصاعدة تكون مقاومة **الضغط** لديها منخفضة على ما هي علية في الخرسانة الشاهد , ونظرا للعمر القصير الذي أجريت فيه التجارب فان ظاهرة تأكل الخرسانة من خلال مهاجمة العناصر الكيميائية الموجودة في الماء لهذه الأخيرة لم تتم وان الاسمنت المستعمل أثبت الكفاءة المرجوة منه وذلك بالمحافظة على تماسك التركيبة الخراسانية .

III . 11- مناقشة الضياع في الكتلة



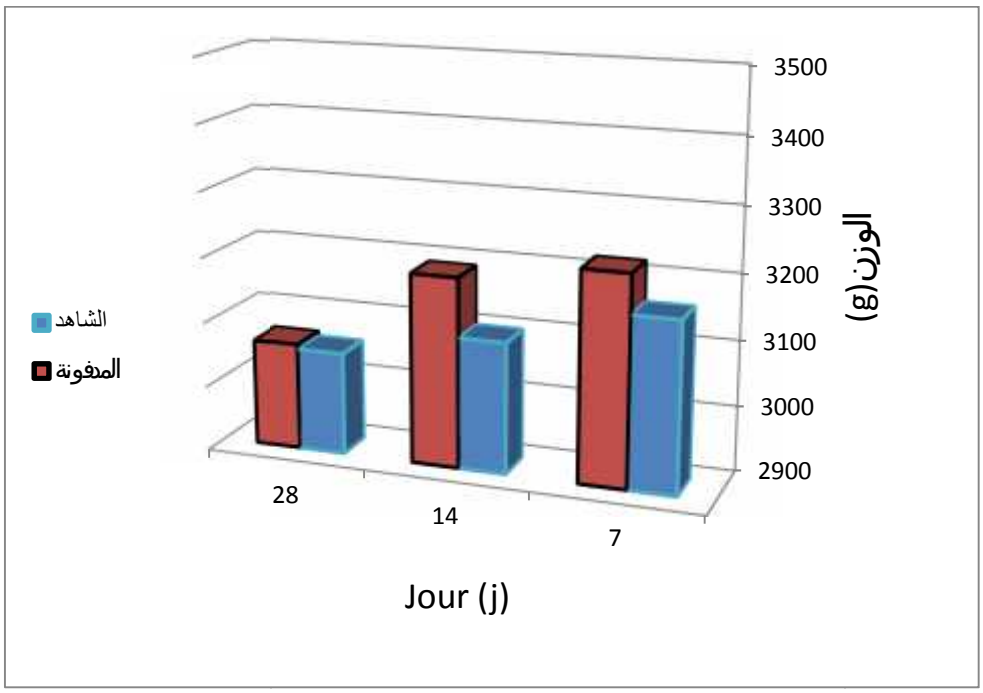
الشكل III .22 منحنى الأوزان لعينات المربعة



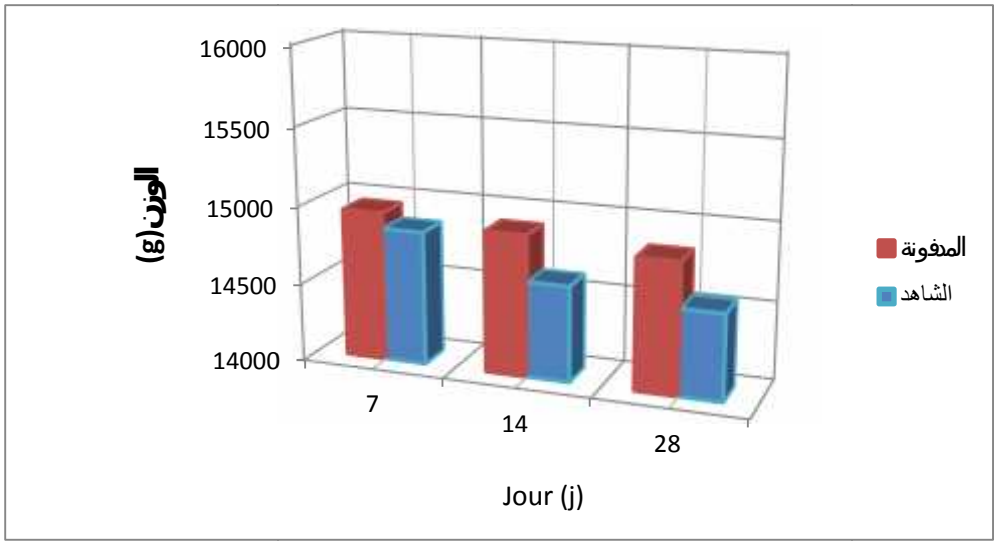
الشكل III .23 منحنى العينات الاسطوانية

نلاحظ من خلال وزن العينات أن الكتلة تتناقص عبر الزمن .

مناقشة النتائج بواسطة الأعمدة البيانية



الشكل III .24 الاعمده البيانية لأوزان العينات المربعة



الشكل III .25 الاعمده البيانية لأوزان العينات الاسطوانية

من خلال الأعمدة البيانية للفترات المدروسة تبين أن هناك ضياع في الكتلة خاصة في الخرسانة الشاهد وذلك راجع الى فقدان الماء من خلال تبخر الماء .وعموما فان نقصان الكتلة يرجع الى مقدار الماء اللازم لتفاعل حيث هذا المقدار له وزن قد حسب قبل التفاعل .

خلاصة الفصل :

نستخلص من هذا المحور ما يلي :

- الرمل الطبيعي لمنطقة عسيلة أعطى معامل نعومة جيد .
- الاسمنت المستعمل مجلوب من منطقة عين التوتة وهو اسمنت بورتلندي مقاوم للكبريتات من نوع CRS.
- الماء المستعمل هو ماء صالح للشرب من حنفية.

تركيبة خرسانة الرمل الطبيعي التي سنستعملها كشاهد ، نأخذ تركيز من الاسمنت والرمل كما هو منصوص عليه في الخلطة الخرسانية أي نأخذ مقدار من الاسمنت ومقدار من الرمل ومقدرين من الحصى بنوعيه, أما نسبة الماء فحددت من خلال تجربة التشغيلية بمقدار E/C مساوية 0.55 .

من خلال دراسة النتائج تبين لنا إن معامل نعومة الرمل الطبيعي المستعمل كان 2.54 MPa و الذي أعطى نتائج في الضغط مقدرة ب 25.93 والشد بواسطة الانحناء 1.71 MPa ولم نسجل أي وجود لظاهرة التآكل للخرسانة خلال وضعها في الوسط العدواني وذلك راجع إلى أن نوع الاسمنت المستعمل CRS اثبت كفائتة في مقاومة الأوساط العدوانية في فترت التجربة .

الخلاصة العامة والتوصيات

الخلاصة العامة :

الهدف الأساسي من الدراسة هو محاولة إيجاد كيفية تأثير العناصر العدوانية على التركيبة الخراسانية في مثل هذه الأوساط حيث ساهمنا بشكل او بأخر على وضع تركيبة خرسانية عادية مقاومة لهذه الأوساط العدوانية.و بعد الاطلاع على العديد من الأبحاث التي قام بها مجموعة من الباحثين على نوعية المياه الصاعدة من جهة و على الخرسانة من جهة أخرى و زودتنا هذه الأبحاث بمعلومات كثيرة بخصوص هذا الشأن .وقد قمنا في هذا البحث بدراسة الضغط وشد بواسطة الانحناء للعينات الخرسانية وقد تحصلنا على النتائج في فترة 7ايام كانت قيمة الشد بواسطة الانحناء MPA1.47 و14يوم MPA1.60و28يوم MPA1.71أما بنسبة للضغط خلال 7ايام MPA19.8و14يوم MPA20.45و28يوم MPA25.96.والتي كانت مقبولة بالمقارنة مع الدراسات السابقة.

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها نقترح محاور جديدة للبحث يمكن من خلالها استغلال هذه البيئة العدوانية و هذا بهدف انجاز منشآت خرسانية مقاومة لهذا الوسط .

*** دراسة ديمومة الخرسانة في مثل هذه البيئة على المدى الطويل .

*** إجراء دراسة في مثل هذه البيئة بتراكيز و أنواع مختلفة من الاسمنت بغية التعرف على تأثير هذا الوسط عليها

*** تفعيل هذا النوع من الابحاث و ذلك بانجاز منشآت و لو تجريبية على ارض الواقع .

و لقد واجهتنا بعض المشاكل من بينها عدم ثبات معامل النعومة للرمل المجلوب من نفس المنطقة .و كذلك نشير ايضا الى ان العينة الشاهد قد فقد كمية من الماء عن طريق التبخر مما قلل من مقاومتها و نوصي ان يتم وضع عينات في الماء النقي لإتمام تفاعلها.وانعدام مخبر على مستوى الجامعة وعدم توفر قوالب الصب والمواد المستعملة وجهودنا الخاصة المبذولة في انجاز هذا العمل.

و كنتيجة لهذا البحث نتمنى ان نكون قد ساهمنا في إنشاء صياغة خرسا نية مناسبة تعتبر كجواب عن الإشكال المطروح و في الأخير أملنا أن نكون وفقنا في عملنا هذا الى حد ما و نأمل ان يتوصل البحث في هذا المجال و الاهتمام به أكثر .

المراجع

[3] **Presse de l'école nationale des ponts et chaussées,** "Béton de sable, Caractéristiques et pratiques d'utilisation", France, 1994.

[4] **Laid BEDADI** ." Etude expérimentale d'un béton de sable de dune pour la fabrication des dalles et pré dalles armées et faiblement armée_"**,** Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla.

[6] **Marc Cote** : Sécheresse N° 02, Vol N°8, Université Aix Marseille, Les jourdans, 84240

Chabrières d'aigues, 1998, Page 124.

[9] J. **Ballais Marc cote ،A. Bensoad** : Géomorphologie de la vallée du souf, influence sur le comportement de la nappe phréatique vallée du souf, étude d'assainissement des eaux.

résiduaires. pluviales et d'irrigation mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe Phréatique, AGEP, HPO, BG novembre 2002 ،page 07

[10] **Marc côte** : Une Région saharienne malade de trop d'eau, le souf, université de Constantine, juin 1993 .

[11] Vallée du souf études d'assainissement des eaux résiduaire, pluviales, et d'irrigation mission étude d'ĭmpact sur l'environnement rapport de synthèse Ministère des ressources en eau office national de l'assainissement entreprise national des projets hydraulique de l'ouest ENHPOBG.juillet 2004, page 13.

[15] **Rames R.Frank and Michel Enzien ,**Microbially Influenced Corrosion.

Environmentally Acceptable Methods Control Pipeline Corrosion " by : may 1997 . USA

[16] **William H.Hartt** Cathodic Protection Of Steel and Concrete " . by :

. . Department Ocean Engineering . Florida Atlantic Uneversity . Boca Raton , Florida 33431.1977. USA

[17]" Michanism of Corrosion Of Steel in Concrete ".

Carl E.Lock ." University of Oklahoma , Oklahoma , 73019.1978 . USA

[22] **KETTAB R**. "Contribution à la valorisation du sable de dunes", Thèse de doctorat, ENP, Algérie, 2007.

[21] **TIBERMACINE N, MELKMI S.** "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 de fin d'étude d'ingéniorat, Université de Biskra, Algérie, 1996.

[24] **BENGOUCHA F Z.** "Amélioration des propriétés de mortier à base de sable de dunes Avec ajout (sable granulé de haut fourneaux)", Mémoire de fin d'étude d'ingéniorat, ENTP, Algérie, 2005.

[25]ACTEL .

Activated Titanum Electrods Limited .

P.O. box 889 Chippengham . U.K

[30] **Normes Afnor** "Essais physico-mécaniques sur les bétons et mortiers", 1981-1997.

[31] **GORISSE F.** "Essais et contrôle des bétons", Edition Eyrolles, Paris, 1978.

[32] **PHOUMMAVONG V.** "Matériaux de construction expériences", Cours en ligne, Agence universitaire de la Francophonie. Montréal, Canada, 2006.

[33] **CTC Centre.** "Correction des sables par analyse granulométrique", Algérie, 2006.

[34] **CHERAIT Y, NAFA Z.** "Eléments de matériaux de construction et essais", Collection : le livre de génie civil, Direction de la publication universitaire de Guelma, 2007.

[37] **KEDJOUR N.E.** "Le laboratoire du béton", Edition OPU, Algérie, 2005.

[38] **EMILE O.** "Technologie des matériaux de construction Tome 1", Entreprise Moderne d'Edition, Paris, 1978

[41] **BENTATA Aissa** . "Etude expérimentale d'un béton avec le sable de dune" . Collection : le livre de génie civil, Direction de la publication universitaire de Ouargla, 2004.

[1] **محمود أمام** . "**الباب الأول**", **الخرسانة** .

[2] منتداي الرسومات التنفيذية " تاريخ الخرسانة "

http://workingdrawing.ba7r.org/t41-topic

[5] **ترجمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة و الأراضي القاحلة– دمشق -: "الحفر** الصحية الغير نظامية "

[7] **ثابتية سفيان، شعت طارق: مذكرة مقدمة** نيل شهادة مهندس **دولة في** تهيئة **الأوسط** الفيزيائية **جامعة الأخوة منتوري** قسنطينة **دورة جوان** 2000

[8] **عبداوي جهان ريم** .مشكلة صعود لمياه اثارها على البيئة باقليم وادي سوف **.جامعة منتوري** – قسنطينة 2006 .

[12] **عند إنشاء المصب** النهائي **كان على بعد** 4 **كلم شرق** مدينة **الوادي لكن** حاليا **لا** يبعد **عن** المدينة **إلا بـ** 500 **متر** تقريبا.

[13] **ظاهرة صعود المياه في الصحاري العربية**," **نموذج** ولاية **وادسوف، الجزائر**"، ص 01.

[14] **A.N.R.H** :معطيات (الوكالة الوطنية للموارد المائية)

[18] **د. محمد راتب سطاس** : خواص المواد الإنشائية و اختبارها, كلية الهندسة , **جامعة دمشق** 1975- 1976.

[19] دراسة حول العيوب التي تهدد سلامة المنشآت .

د.م. محمد عبد العزيز صبيح , دائرة الخدمات الاجتماعية و المباني التجارية ,**قسم المشروعات** , 1995 , **أبوظبي** , دولة الامارات العربية المتحدة .

[20] **المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدبير المهني** "**خواص واختبار المواد** 104 **مدن** " المملكة العربية السعودية

[23] **جديع محسن البصيرى** "**أنقاض البناء ... المشكلة والحل**" **مجلة العمران العربي إصدار عام** 1997م

[26] **محمود إمام** : تكنولوجيا الخرسانة" قسم الهندسة الإنشائية كلية الهندسة, **جامعة المنصورة**, مصر سنة 2002 "

[27] **محمود إمام** : **الباب الثامن** " **خواص واختبارات الخرسانة المتصلدة** "

[28] **محمود إمام** : **الباب الثامن** " **خواص واختبارات الخرسانة المتصلدة** "

[29] **محمود إمام : البلب الثامن " خواص واختبارات الخرسانة المتصلدة "**

[35] "البطاقة التقنية لاسمنت مصنع عين التوته , **باتنة** "

[37] **حسان العش، عبد الفتاح الخطيب . " الإسمنت** " كلية الهندسة - جامعة عين شمس معمل خواص واختبار المواد

[39] **عماد محمد حمادة "الخرسانة" مقالة من موقع** "مركز المدينة للعلوم الهندسية" **جوان** 2009

http://www.mmsec.com/m1-eng/concret2.htm

[41] **مخبر الجنوب للأشغال العمومية بالوادي .**

الملحقات

القوالب الاسطوانية

العينات الاسطوانية

القوالب المربعة

العينات المربعة

آلة تحطيم الشد بواسطة الانحناء

آلة تحطيم الضغط

الرمل الطبيعي (عسيلة ولاية الوادي)

حصى 15/08 (حلمي مسعود)

حصى 25/15 (حلمي مسعود)