المؤتمر الأول للتشييد فى المناطق الصحراوية

22- 24 / 12 / 2008 ف

بيت الثقافة - سبهـــا - الجمـاهيرية العظمى

الجهـة المنظمــة للمؤتمر :

قسم الهندسة المدنية

كلية العلوم الهندسية والتقنية

جامعـة سبهـا

الجهـة الراعيـة للمؤتمر :

جـامعــة سبهـا

الجهات الداعمــة للمؤتمر :

1. جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية
2. صندوق الإنماء الأقتصادى والأجتماعى
3. جهاز الإسكان والمرافق
4. أكاديمية الدراسات العليا
5. شركة الأشغال العامة سبها

اللجنـة العلميــة للمؤتمر :

1. د. عبد السلام المبروك عكاشة	رئيسا
2. د. مسعود فرج أبوكليش	مقررا
3. د. رمضان المبروك سليمان	عضوا
4. د. إبراهيم محمد الفقهي	عضوا
5. د. مختار معمر أبوراوي	عضوا
6. د. محمد أمحمد شاهين	عضوا
7. د. محمد عمران أمبارك	عضوا
8. د. حكيم سالم عبدالقادر	عضوا
9. د. فؤاد فرج فروج	عضوا
10. د. فرحات غريبى فرحات	عضوا
11. د. أحمد محمد الحضيري	عضوا
12. د. محمد خليفة على	عضوا

اللجنـة التحضيـرية للمؤتمر :

1. د. جمال أبراهيم الزوي	رئيسا
2. د. عبد السلام المبروك عكاشة	مقررا
3. د. محمد أرحومة محمد	عضوا
4. د. محمد أبراهيم الشرقاوي	عضوا
5. د. عبد السلام محمد المثانى	عضوا
6. د. أبولقاسم المبروك عكاشة	عضوا
7. د. المختار عمر عبدالكبير	عضوا
8. د. مسعود فرج أبوكليش	عضوا
9. د. مسعود على بركة	عضوا
10. د. مازن جلال توفيق	عضوا
11. د. رياض حميد الدوري	عضوا

مقدمة:

نظرا لما تشهده الجماهيرية العظمى عموما ومنطقة الجنوب خصوصا من تنفيذ لبعض المشاريع الإسكانية والبنية التحتية والتي يجب أن تنفذ بالمواصفات الفنية والمواد الملائمة للبيئة حتى يتم الاستفادة منها بالشكل المطلوب من جهة وتحقيق عمرها الأفتراضى من جهة أخرى ، ونظرا لما تتميز به الجماهيرية من تنوع في المناخ بدء من المناخ الرطب على ساحل الجماهيرية إلى المناخ الحار الجاف بمناطق جنوب الجماهيرية والدي بدوره يحتم وجود مواصفات خاصة وملائمة لكل مناخ ، وشعورا من قسم الهندسة المدنية بكلية الهندسة – جامعة سبها بضرورة التعرف على أحدث المواصفات والمواد الملائمة للتشييد في المناطق الصحراوية من جهة وعلى المشاكل الموجودة والمتراكمة في بعض المشاريع المنفذة بسبب الظروف المناخية للمنطقة والحلول المناسبة لها من جهة أخرى ، وأيمانا منه بأن ذلك لا يتأتى إلا عن طريق البحث والأسلوب العلمي الجاد فقد تم اقتراح فكرة أقامة المؤتمر الوطني الأول للتشييد في المناطق الصحراوية وتبنت جامعة سبها فكرة الأعداد والتنظيم لهذا المؤتمر الدى يعتبر الأول من نوعه على مستوى الجماهيرية. وفى إطار الاستجابة لدعوة البحوث والدراسات التي عممتها اللجنة العلمية على العديد من المؤسسات والهيئات الأكاديمية والبحثية والمهنية بالجماهيرية ، استلمت اللجنة العلمية أكثر من خمسة وسبعون ملخص بحث وتم قبول ستون ملخص بحث بشكل مبدئي ، كما استلمت اللجنة العلمية أكثر من أربعون ورقة بحثية في صورتها النهائية وأجازت منهم أربعة وتلاثون بحثا التي يتضمنها هدا المجلد.

وبهده المناسبة يسر اللجنة العلمية للمؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية أن تقدم للمشاركين في هدا المؤتمر والقاري وكل المؤسسات والهيئات ذات العلاقة بموضوع المؤتمر بالجماهيرية هده الحصيلة العلمية ، والمتمثلة في الدراسات والبحوث التي وصلت في الموعد المحدد والتي استوفت الشروط الخاصة بالمحتوى العلمي والطباعة التي أقرتها اللجنة العلمية ، والتي قمنا بترتيبها وتبويبها حسب محاور المؤتمر الأربع في مجلد واحد والمثمتله في أسس تصميم المنشآت في البيئة الصحراوية ، مواد التشييد الملائمة للبيئة الصحراوية ، تنفيذ الإنشاءات في البيئة الصحراوية و الهندسة الجيوتقنية في أعمال المشاريع الهندسية. كما تم دعوة عدد من الشخصيات العلمية العربية المهتمة بالتشييد في المناطق الصحراوية للمشاركة بخبرتهم في هدا المجال والاستفادة منهم في المساهمة في حل بعض المشاكل الموجودة. وأخيرا فأن هدا المؤتمر يعتبر فرصة للتعرف على المواد والتقنيات الحديثة وإيجاد الحلول المناسبة لمشاكل المنشاءات بالمنطقة ، كما يعتبر فرصة للتعاون بين المؤسسات والشركات المتخصصة داخل الجماهيرية. ويحدونا الأمل في أن تتم الاستفادة من هده الدراسات والبحوث وما تتضمنه من مقترحات وما ينتج عن هدا المؤتمر من نتائج وتوصيات ليتم ترجمتها إلى أرض الواقع على مستوى الجماهيرية العظمى. كما تنتهز اللجنة العلمية هده الفرصة لتتوجه بالشكر والتقدير لكافة الأخوة الدين ساهمو في هدا العمل سواء بأعداد الورقات أو المشاركة أوالتحضير لهذا المؤتمر العلمي ، وكذلك كافة الجهات التي تبنت ودعمت المؤتمر ماديا ومعنويا وأسهمت في أظهار هدا الحدث بالشكل المطلوب.

وفى الختام نسأل الله العلي القدير أن يوفقنا إلى ما فيه الخير

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاتة

د. عبد السلام المبروك عكاشة

أمين قسم الهندسة المدنية

ورئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

المحتويات

المحور الأول : أسس تصميم المنشاءات في البيئة الصحراوية

1. تصميم المستوطنات الجديدة في المناطق الصحراوية 6
2. التخطيط العمراني والتنمية المستدامة للمدن الصحراوية 22
3. العزل الحراري وأثره في توفير معدلات استهلاك الطاقة للمباني السكنية 36
4. حوض مرزق ودوره الحيوي في النمو العمراني 49
5. الإنسان وبيئته المبنية في المناطق الصحراوية 61
6. المدن التقليدية على أساس فلسفة مدرسة التبيؤ التفافي 75
7. العزل الحراري في المباني 89
8. الدراسات الهندسية وأسس تصميم العبارات 98
9. عمارة بيئية لبيئة صحراوية..... 112

المحور الثاني : مواد التشييد الملائمة للبيئة الصحراوية

1. البيتومين الرملي 122
2. استخدام جص الجبس في البناء وخاصة في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية 135
3. إعادة تدوير مخلفات البناء الصلبة واستخدامها في صناعة مواد البناء 148
4. أثر أضافة المواد المحسنة على سلوك البيتومين والخلطات الإسفلتية 159
5. سلوك ألانثناء لكمرات مركبة من الطوب والفيروسمنت 170
6. تأثير الحرارة والرطوبة على بعض أنواع الخرسانة 187
7. تأثير الكبريتات على الخلطات الخرسانية 196
8. الاستفادة من غبار مصانع الأسمنت في صناعة مواد البناء 206
9. استخدام طريقة الثلاثة معادلات لتصميم الخلطات الخرسانية 219

10. تأثير الحجم الواحد للركام على مقاومة الضغط للخرسانة 234
11. تأثير مسحوق الآجر المحروق على بعض خواص الخرسانة 243

المحور الثالث : تنفيذ الإنشاءات في البيئة الصحراوية

1. دراسة النظام الحراري للرصف الأسفلتى في جنوب الجماهيرية 252
2. احتياطات السلامة في أعمال صيانة المنشاءات الخرسانية 265
3. مقترح دليل الطرق الأسفلتية فى ليبيا 275
4. تأثير الحمولات الحرارية والأستاتيكية على أنحناء الكمرات الخرسانية 285
5. الأنشائى المعماري 296
6. تكنولوجيا الخرسانة المقدوفة 307
7. نحو دليل ليبي لضبط الجودة في مشروعات الطرق 317
8. تأثير التركيبة الإنشائية للمباني السكنية على استهلاك الطاقة 323
9. عيوب الطرق الإسفلتية بمنطقة فزان وطرق أصلاحها 355
10. الحجارة وأستعمالتها في المباني 368

المحور الرابع : الهندسة الجيوتقنية في أعمال المشاريع الهندسية

1. المعالجة البيئية لمشكلة زحف رمال زلاف على الطريق العام سبها – براك 377
2. زحف الرمال على الطرق الصحراوية 392
3. دراسة عن حقول الكثبان الرملية وتقييم مخاطر زحف الرمال للمنطقة مابين سبها ووادى الشاطئ 405
4. انتفاخ التربة في المناطق الصحراوية 418
5. دراسة معملية لتسرب المياه خلال الترب الرملية تحت المنشاءات الهيدروليكية 430
6. تثبيث الكثبان الرملية المتاخمة للطريق العام سبها – أوباري بواسطة الأنبات 444

تصميم المستوطنات الجديدة في المناطق الصحراوية

هاشم عبود الموسوي
أستاذ مشارك – قسم العمارة – جامعة المرقب
m_bakier2008@hotmil.com

محمد عبد الله باكير
محاضر – قسم العمارة – جامعة 7 أكتوبر
hashim_mo2002@yahoo.com

الملخص :

يعلمنا تاريخ المجتمعات الصحراوية ، وعلي مر القرون بحقيقة هامة ، إلا وهي أن المجتمعات البشرية الصحراوية القديمة التي ازدهرت في الصحراء كانت قد فطنت إلي قوانينها الحاكمة و تكيفت معها ، بينما اندثرت المجتمعات التي حاولت أن تفرض علي الصحراء أنماطا دخيلة عليها ، وعلي الرغم من ذلك لم يمنع ذلك من التفكير المستمر في إعادة استيطان الصحراء . وحيث أدت التنمية المرشدة في الجماهيرية العظمى إلي انتعاش اقتصادي واضح ساعد علي زيادة عدد السكان ، مما جعل الكثافة السكانية و الإسكانية في بعض المدن الساحلية مرتفعة بشكل ملحوظ ،،، هذا ما يقودنا إلي ضرورة إنشاء مدن و مستوطنات جديدة في الإقليم الصحراوي الواسع من أرض الجماهيرية لتخفيف الضغط السكاني علي المدن الساحلية ،وذلك من أجل معالجة ترشيد الهيكل المكاني للأقاليم ، وأيضا من أجل تحقيق تنمية بيئية مستدامة لكل الأقاليم. و بما أن العمارة و التخطيط العمراني يمثلان التعبير عن التجربة الفنية و التقنية للتعامل مع المعطيات البيئية للإقليم الجغرافي الذي يقطنه الإنسان ، فالعلاقة بين الإطار البيئي و التراث المعماري و العمراني لكل مجتمع هي علاقة وثيقة و قوية يظهر انعكاسها بشكل عميق و واضح في عمارة الصحراء أو في مباني المناطق الصحراوية ، حيث الانفتاح علي الداخل أي علي الفناء الداخلي . في ورقتنا هذه سنحاول تحليل و دراسة و سائل و معايير تنمية التجمعات الصحراوية ، بحيث تحقق هذه المعايير الموازنة بين متطلبات التنمية الشاملة و المتطلبات البيئية

الكلمات الدالة : البيئة الصحراوية – تجمع بشري جديد – الفناء – المخطط المفتوح – التدمّج – تشريعات – المعايير

المقدمــة :

من المعروف أن المناطق الصحراوية تتميز بالإشعاع الحراري المرتفع الذي يسخن الهواء و الرياح التي تحمل معها الغبار و تحرك الرمال أحيانا ، و المياه الجوفية نادرة ندرة الأمطار هذه الظواهر تؤدي إلي حرارة مرتفعة ورطوبة نسبية منخفضة جدا أثناء النهار و هذا يؤثر بدوره تأثير مباشرا علي السطوح المعمارية وما بداخلها بشكل خاص وعلي المحتويات البيئة بشكل عام ، من هنا تبرز أهمية دراسة و تحليل بعض الأمور – أو العناصر – المتعلقة بإنشاء المستوطنات الجديدة و استنباط الأفكار و التوجهات من التراث المعماري الغني بالمعالجات الطبيعية الناجحة فيما يخص

التوازن الحراري و رغم قصر البحث إلا أنه سنتعرض إلي أهم المشاكل المعمارية و التخطيطية في المناطق الصحراوية ، و من أهم الأمور التي سنسلط عليها الضوء هي : اختيار الموقع – المجاورة السكنية – مركز المنطقة الحضرية – الطرق و المواصلات – الخدمات الأساسية و التي منها المياه و الصرف الصحي .

اختيار الموقع :

من الأهمية بمكان بالنسبة لمستقبل أي مجمع بشري جديد تلك المحددات التي تفرضها عليه طبيعة المكان التي تبدأ باختيار الموقع ، إن وجود مجتمع صحراوي في الوقت الحاضر لا يحمل ضمانا علي بقائه في المستقبل و قد تثور عوامل تؤثر علي قدرة المجتمع علي البقاء في مكانه الجديد حيث يعتمد علي التوازن الدقيق في نظامه البيئي من أجل استمرار وجوده ، و تعيش في الصحاري و غيرها من المناطق المعرضة للجفاف و عوامل التعرية بعض من أشد أنواع الحيوانات و النباتات تحملا في جميع أنحاء العالم . و من هنا فإن اختيار الموقع لمجتمع جديد إنما يتطلب معرفة واسعة وفهما عميقا للنظم التي تحكم المواطن الصحراوي ، و لهذا السبب فإن التقييم الدقيق للظروف الطبيعية القائمة في إقليم ما مهم لنجاح المجتمعات الجديدة ، و أي سياسة تقترح تغييرا في البيئة إنما تحمل معها قدرا من المسؤولية للحماية و لمحافظة علي هذه البيئة .

وعلي مدى العقود الأربعة الماضية تم تطوير تقنيات لتقييم الظروف الطبيعية بما فيها الحياة النباتية و الحيوانية و العوامل الجيولوجية و المناخية فضلا عن الأرصاد كقاعدة يمكن في ضوئها تقدير ماهية التغيير و تأثيراته ، و مثل هذا التحليل ربما يكون ضروريا لدراسة بيئية مفصلة عن كل موقع مقترح لمجتمع بشري جديد و عند التفكير في إقامة مستوطنة أو تجمع بشري جديد تتم دراسة عدة بدائل خاصة بالموقع و بعد التقييم المبدئي لعدة مواقع و اختيار أحدها يتعين إجراء تحليل مفصل آخر للموقع المختار و دلك لدراسة :

* الخصائص الطبيعية السائدة .

* ماهية حجم و تأثير التطور .

* مقترحات خاصة للتقليل من الأثر المعاكس للتطور و للوفاء باحتياجات السكان .

إذ أن اختيار الموقع و تقييمه يعد من الموضوعات الهامة بالغة الصعوبة في المعالجة بالمعنى المجرد ، علي أنه ما أن يتقرر اختيار موقع ما واقتراح إقامة مجتمع جديد فيه حتى يكون شكله وبناؤه في حاجة إلي التحليل .

الفنـاء :

لعل أبرز الملامح الأساسية في تصميم المسكن التقليدي و التخطيط الحضري و بالأخص في المناطق الحارة الجافة بالوطن العربي علي وجه الخصوص هو ذلك ما يسمى بالفناء الداخلي أو الحوش وهو مكان يمارس فيه مختلف النشاطات في جزء اقتصادي لا سقف له ، فالسقف أكثر عناصر البناء يتعرض للبرودة و الحرارة – أو أشعة الشمس – و أيضا له إيحاءاته الضمنية بعيدة المدى ثقافيا و اجتماعية و بيئيا شكل رقم (1)، سواء كان ذلك في المسكن أو في الساحة (ميدان) ومثل علي ذلك ساحة المشاة بمدينة أصفهان (500X175) م ، و في كلتا الحالتين يكون الفناء محصورا داخل المبنى أو المباني التي تحميه ، كما أنه يشكل مركزا مفعما بالإيجابية و النشاط . و لقد جرت العادة أن تكون المساحات خارج المباني أقل أهمية بكثير بالنسبة لحياة المدينة فهي أقل حماية و اقل خصوصية ، كما أنها – علي هذا النحو – ترتبط بمحيط خارجي عدائي لا يمكن خضوعه إلا لقدر محدود جدا من السيطرة . و كل هذا يتباين كليا مع أنماط البناء التقليدي في عالم الغرب اليوم ، حيث نشا لديهم الاهتمام بالفراغ الخارجي من الشعور بالألفة نحو الأجواء المناخية المعتدلة و المناظر الطبيعية المنفتحة . فالمدن السكنية الحديثة تصمم غالبا علي أساس قاعدة "المخطط المفتوح " حيث تحيط الحدائق بالمساكن و تفصلها عن بعضها البعض . و يجب الإشارة هنا إلي أنه فيما يخص فناء المسكن هناك فناء داخلي مفتوح و فناء داخلي شبه مفتوح . الفناء الداخلي المفتوح : هو النوع الأفنية الخاصة بالأبنية الواقعة في المنطقة الحارة الرطبة و يكون عادة ذو مساحة كبيرة نسبية إلي مساحة مسقط البناء ، شكل رقم (2) . الفناء الداخلي شبه المفتوح : هو النوع الأفنية الخاصة بالأبنية الواقعة في المنطقة الحارة الجافة و يكون عادة ذو مساحة صغيرة نسبيتا لمساحة مسطح البناء و فيه يتم تسقيفه من أعلي مع و جود فتحة صغيرة تسمح بدخول الإضاءة و التهوية ، و هو كنتيجة لأن زاوية ارتفاع الشمس كبيرة في الصحراء إضافة إلي شدة الإشعاع الشمس و الذي تم خفضه بتسقيف جزء منه ، و كمثال علي ذلك المسكن الغدامسي التقليدي شكل رقم (3) . والاختلاف الأساسي بين أسلوبي التصميم يتضح علي الفور عندما ينظر إليه في إطار المناخ و الحضارات المختلفة. ومع ذلك فإن فكرة الأفنية كثيرا ما يتم التخلي عنها في بلدان عربية تقع ضمن المناخ الصحراوي الجاف لصالح المفاهيم الغربية في تصميم المبنى أو التخطيط الحضري . و هناك نتائج كثيرة غير مباشرة لهذا الاتجاه غير أنه لابد من تسليط الضوء علي نتيجتين هامتين و هي :

الكثافة السكنية : يمكن القول بأن هناك تنازلا عاما عن ميزة التدمّج Compactness القديمة و الناجمة عن مبدأ الفناء ، فالفناء يوفر خصوصية للأسرة في المسكن كما يقوم بدور المرشح لغبار و الضوضاء في المدينة . و عندما كانت البيوت موجهة نحو الداخل حيث تفتح علي ساحة داخلية – الفناء – مكونة حديقة أو فسقية ، فإنها ليست في حاجة

إلي حديقة تحيط بها من الخارج الأمر الذي يسمح بتخطيط مكثف للمجاورات السكنية ، التي توفر في حد ذاتها وقاية إضافية من قسوة البيئة التي نشأ فيها هذا النمط . و من الممكن جعل المباني متقاربة في موقعها بحيث تربطها شبكة من الشوارع الضيقة التي توفر الألفة و المودة دون التضحية بالخصوصية .

التحكم في المناخ : المخطط المفتوح هو نمط غربي و من أهم عيوبه هو فرط الاعتماد علي تكييف الهواء داخل المسكن ميكانيكياً و ما يتبع ذلك من نفقات كبيرة و أيضا الحد من الضوضاء و الرياح المحملة بالأتربة و نقص الخصوصية . و نلاحظ تغير واضح في أساليب الحياة في بعض مناطقنا و ذلك بما أدخلته التقنية الحديثة علي المباني و هذه التحسينات تحظى بالترحيب غالبا ، في نفس الوقت التخلي عن شيء متوارث كالفناء – قد أثبت قيمته من قديم الزمن – أمر غير منطقي ذلك لأن البدائل باهظة التكاليف بسبب عدم ملائمتها للبيئة المحلية . مع أن الفيلا المكيفة الهواء قد تنطوي هامشيا علي قدر من الراحة و الرفاهية يفوق ما في المسكن التقليدي ذي الفناء ، فإن الفرق في تكاليف الحفاظ علي هذه المستويات من الرفاهية هو أبعد ما يكون عن الهامشية و ذلك بالأخص في مساكن دوي الدخل المحدود و إقامة المشاريع الإسكانية الكبيرة .

وبالإضافة إلي الاعتبارات الاقتصادية هناك كثير من المبررات الحضارية للإبقاء علي قاعدة الفناء ، لذلك ينبغي توجيه الاهتمام نحو إعادة تأكيد الأهمية السابقة لهذه القاعدة ، و علي وجه الإجمال يمكن الإشارة إلي أبرز خصائص و مميزات الفناء فيما يلي :

* يوفر المسكن ذو الفناء خصوصية أساسية في محيط عمراني متدمج ، و هو أكثر ملائمة للتقاليد الاجتماعية في المنطقة العربية من نظام الفيلات و الشقق التي تصمم علي طراز غير ملائمة مقتبسة من الغرب .

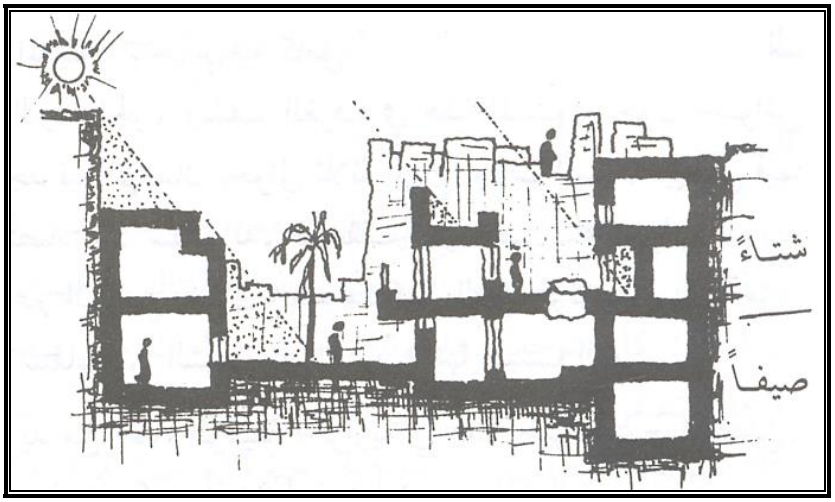
* الفناء عبارة عن فراغ مكشوف – كما هو معرف – هذا يساعد علي تبريد الجو ليلا ، كما يمكن فيه غرس الشجيرات و النباتات و الأزهار و حتى الخضروات و الفواكه بشكل سهل و ميسر مما يساعد علي انتعاش الجو الداخلي للمسكن ، و أيضا هذا يشكل احتكاكا فعالا بالطبيعة و ينطوي علي أهمية لسكان المدينة بشكل عام نظرا للقيمة المادية و النفسية .

* يوفر شكل الفناء إطارا يمكن للمرء أن يبني في داخله مساكن تتمشي مع احتياجاته و موارده ، و هناك تاريخ طويل لهذا النمط من المساكن المتطورة بالتدريج ، و لهذا يمكن بناء المسكن علي مراحل بحيث يُباح الإشغال الجزئي الفوري مع إضافة التوسعات فيما بعد .

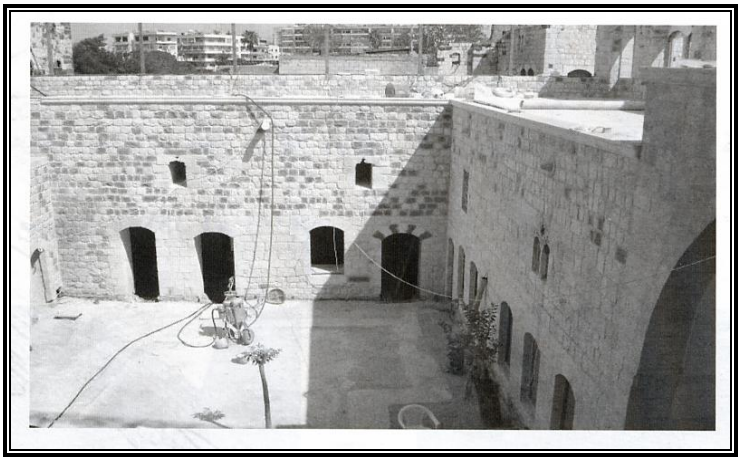
* يعتبر المسكن ذو الفناء أكثر تمشيا مع الظروف المحلية من نمط الفيلا و الشقة السكنية المستوردة ، و هذا

يعطي إمكانية اختيار شكل البناء و توجيهه و تظليله للتحكم في الأحوال البيئية إلي درجة عالية بحيث يمكن تحسين مستويات الرفاهية و الراحة بأقل تكلفة عنها في تلك المساكن التي يعتمد نظامها في مواجهة الحرارة و الرطوبة علي أجهزة و وسائل صناعية باهظة التكاليف و مسيئة للبيئية .

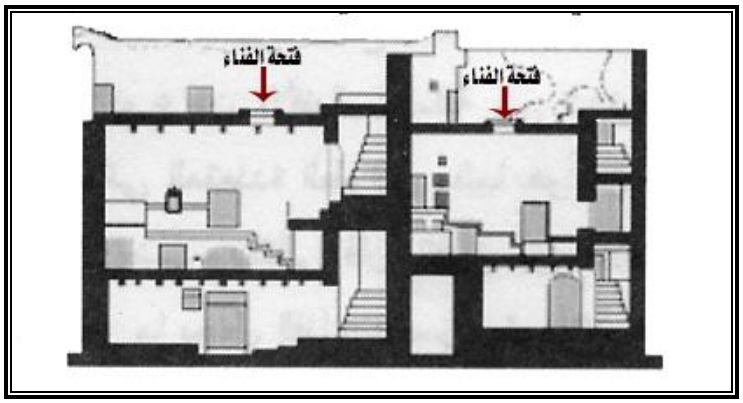
* استعمال نظام المسكن ذي الفناء و الذي يطل علي الداخل أن يتيح كثيرا من الإمكانيات التصميمية لمناطق الإسكان الأمر الذي لا و جود له في حالة إتباع نظام المخطط المفتوح ، فالتجميع المدمج للمساكن حول أفنية شبه خاصة أو جماعية أو حول أزقة مسدودة يدعم الخصوصية و الأمن الداخلي و يعزز العلاقات و الروابط الأسرية ، و علي نفس المستوى من الأهمية فإن المخططات المندمجة تتيح إمكانية مواجهة المتطلبات الدقيقة للتحكم في الظروف المناخية بعكس المخططات المفتوحة .



شكل رقم (1) يوضح التوازن الحراري و تهيؤ التصميم لكافة الفصول [3]



شكل رقم (2) الواجهتين الجنوبية و الشرقية في الفناء المفتوح [2]



شكل رقم (3) توضع و علاقة الفناء الداخلي بالفراغات الأخرى في المسكن الغدامسي التقليدي [9]

تحليل و شرح لأهم عناصر النسيج الحضري و بالأخص عندما تكون في المناطق الصحراوية للوصول إلي مواصفات ومعايير و هي كالتالي :

1) المباني السكنية في المجاورة :

كثيرا ما تعكس مشروعات الإسكان الحالية في أغلب المناطق العربية المحددات الخاصة بالمكونات التي يتم إنتاجها في المصنع و التي تدخل في بناء الوحدات السكنية ، كما تعكس فقدان القدرة الإبداعية التي تتميز بها لوائح و قوانين تنظيم البناء ومن شان عدم تنفيذ مخططات شبكات الطرق ، و كذلك ما يشيع في أراضي البناء من استعمال نظام المساكن ذوات التصميم النمطي أن يُثير العديد من المشكلات و مشاعر الإحباط لدى السكان الجدد و المجال محدود أمام فرصة التعبير الشخصي الذي قد ينشأ من القدرة علي تعديل أو تحويل أو توسيعه أي مسكن معين علي حساب الحدائق حول المساكن ، و هذا يعطي صعوبة بمكان من حيث تطويرها دون توفير الحماية من المساكن أو الفيلل . وفي كثير من مخططات التنمية العصرية في المناطق العربية يتضارب تخطيط الطرق مع حركة المشاة و أنشطتهم ، فالطرق طويلة و مستقيمة و عريضة ، الأمر الذي يثير مشاكل لا يمكن تفاديها مثل الرياح المحملة بالغبار ، و تخلق فراغات قاحلة تكاد تستعصي علي الاستعمال من جانب السكان ، كما تفتقر هذه المخططات إلي الفراغات التي تسمح بإيجاد علاقات اجتماعية بين السكان و الأماكن الترفيهية المفتوحة مثل ملاعب الأطفال . وبالمقارنة نجد أن الأحياء السكنية التقليدية نشأت على النحو الذي يوفر جوا اجتماعيا فالكثافات الأعلى من تلك المستخدمة في الإسكان ذي الطراز

الغربي توفر تجمعات سكنية متضامنة ومترابطة من حيث العلاقات الاجتماعية والدينية والسياسية ، مع شوارع ضيقة ومتعرجة أما الرياح والأتربة فيتم تخفيضها عن طريق التفاوت في اتساع الشوارع والحارات وعن طريق توجيهها و الإكثار من تغير الاتجاه ومن شأن عدم التقيد بالرسميات أو الشكليات أن يخلق ميادين صغيرة ونواصي توفر المكان العام الضروري للمجاورة كما تحمي الشوارع المظللة بالأشجار و الشجيرات التي ستتجمل نفس هذه الشوارع و المناطق العامة عندما يحين الوقت المناسب ، ويمكن رصف الشارع الضيق بالكامل ، الأمر الذي يمنع أي تراكم للأتربة . وفي حالة الكثافات العالية تكون متاجر المجاورة و مساجدها و مدارسها جميعا في نطاق مسافة المشي المريح ، و من ثم تتضاءل الحاجة إلي الطرق و هكذا يمكن لشبكة المشاة أن توفر المكان العام اللازم للمجاورة الناجحة. وبالإضافة إلي ما سبق يمكن اعتبار أن الاتجاه نحو التنمية بإقامة الفيلات و الدارات ذوات الكثافة المنخفضة إنما هو اتجاه دخيل علي المدينة الإسلامية و علي طبيعة مناخ المنطقة كما أنه اتجاه غير فعال فيها يتعلق بالتخطيط أيا كانت المعايير التي يقع عليها الاختيار ، إنه اتجاه سيئ من وجهة مناخيا و اجتماعيا فضلا عن ارتفاع تكلفته للغاية ومن دواعي الأسف أن هذه النواقص و العيوب ليست قاصرة علي مناطق التنمية السكنية و إنما تظهر أيضا في المراكز الحضرية القائمة .

2) مركز المدينة :

أصبحت معظم مراكز المناطق الحضرية الحديثة في الدول العربية تظهر الخصائص العمرانية للمدينة الغربية من حيث المقياس الضخم و حجم شبكات الطرق العريضة و الانفصال عن المناطق السكنية ، هذا جعل هذه المركز تعاني من الازدحام و التلوث و الضوضاء و لا توفر البيئة الملائمة التي تجذب إليها الرواد كما كان في المدينة العربية القديمة .

فالمدينة العربية القديمة كانت تتمتع بنظام خاص بها يتماشى مع خصائصها و وظائفها ، حيث أخذ المركز الاتجاه الطولي لتسهيل عملية وصول السكان و السلع إليها من مختلف أجزاء المدينة ، كما يتميز مركز المدينة بالتحديد الواضح لاستخدامات الأراضي ، و توفير طرق المشاة و الفراغات المفتوحة كأفنية التي تخلق مناخا اجتماعيا ملائما . هذا بالإضافة إلي المعالجات المناخية التقليدية لتوفير بيئة مريحة لممارسة الأنشطة المختلفة ، أما أهم نقطة فهي توفير وسيلة مواصلات سهلة بين المراكز و أجزاء المدينة بحيث لا تقطع أوصال النسيج العمراني للمدينة .

3) الطرق و المواصلات :

يرعى التخطيط الغربي وصول السيارة إلي أي نقطة داخل المدينة ، و لهذا النظام عيوب كبيرة لدى تطبيقه في مدن

الشرق الأوسط أو مدن المنطقة العربية بشكل عام ، فقد طغت مساحة شبكات الطرق علي المساحة الكلية للمدينة و هذه الشبكات إلي جانب تكلفتها الباهظة تحتاج إلي صيانة مستمرة ، و قد أدى هذا النظام إلي ارتفاع معدلات استهلاك الطاقة البترولية في المدن مما زاد من مخاطر التلوث ، هذا بالإضافة إلي صعوبة تحرك الفرد بدون سيارة داخل المدينة نظرا لاتساع المسافات و البيئة شديدة الصعوبة التي توجدها الشوارع العريضة التي تكون معرضة لأشعة الشمس المباشرة و الرياح و الأتربة . نستنتج من كل مما سبق أنه يجب أخذ في الاعتبار عدة نقاط عند البدء في تخطيط أي تجمع سكني جديد في مناطقنا وهي الحد من الاعتماد علي الطاقة البترولية في التنقل بين أجزاء المنطقة الحضرية – وظائف المدينة – لضمان استمرار الحياة بها ، كما يجب مراعاة التحكم في هذا التجمع بحيث تتم أكبر نسبة من الحركة داخل المدينة علي الأقدام، وهذا يتأتا من خلال عدة عناصر منها الكثافات العالية و التدمج و تقليل من مساحات الشوارع .

الخدمات الأساسية في المجمعات الجديدة :

تعتمد المدن الصناعية أو ما يعرف بمدن العالم المتقدم الغربي علي إنشاء شبكة عريضة من الخدمات و المرافق العامة في مناطقها العمرانية و التي تشتمل علي شبكة الكهرباء و المياه و الغاز و الهاتف و .... الخ و توصيل كل منها للمساكن ، مما يوفر أسباب الراحة و الرفاهية ، و من تم رفع مستويات المعيشة في هذه المناطق . مع ذلك هناك الخوف من أن تمتد المنطقة العمرانية و تزداد كثافتها إلي الحد الذي يفوق طاقة هذه الشبكات .

موارد المياه و صيانتها و مراعاة الأصول الصحية :

تختلف الخدمات المتصلة بالماء في المناطق العمرانية بالأقاليم الجافة اختلافا واضحا للغاية عن الخدمات المماثلة في الأقطار ذات المناخ المعتدل ، حيث أن كمية الأمطار التي تسقط في أي عام من الوفرة بحيث تلبي الاحتياجات و يتألف العمل في صناعة المياه من تخزين و تنظيم و توزيع كميات المياه التي تسقط موسميا ، و مع هذا العمل قد يستلزم إنشاء خزانات مكلفة و مد خطوط من الأنابيب للتوزيع إلا أنه قلما يكون هناك أي نقص تام في المياه ، من ناحية أخرى فإن المياه المتاحة علي مدار العام في البلدان الجافة غالبا ما تقتصر علي المياه الجوفية و التي تغذيها مياه الأمطار التي تسقط بعيدا جدا عن مناطق الطلب ، ويتدفق الماء خلال الخزان الأرضي بمعدل ثابت يتوقف علي خصائصه مثل التكوينات الطبيعية لطبقات الأرض . كما أنه من الضروري بما كان التأكد من أن إجمالي احتياجات سكان المخطط لهم في المدينة الجديدة لا يتجاوزون السعة القابلة للتغذية لخزان المياه الأرضي الذي تعتمد المدينة عليه ، و قد يتم

الحصول علي كميات إضافية بزيادة الضخ الأمر الذي لو استمر لأتي علي جميع المياه المخزنة ، ولا يمكن تعويض ما يحدث من نقص إلا بجلب المياه أو بتقليل عدد السكان أو بتقليص حجم الطلب لكل فرد من المياه . تقوم السلطات في البلدان ذوات الجو المعتدل بسد حاجة ضئيلة من الزراعة للمياه ، و عليها أن تشبع حاجة السكان و المرافق التجارية و الصناعية و التي تقدر بحوالي 130 م3 للفرد الواحد في العام ، بالمقارنة نجد أنه في بلدان المناطق الجافة ربما تصل حاجة الفرد 2600 م3 في العام (2000 للعلف و الماشية ، 450 للأغذية الرئيسية ، 150 لزراعة البساتين و الحدائق) . وليس ضروريا أن يتم إشباع كل هذه الحاجات بالري نظرا لما تم تهيئته من نظم الزراعة الجافة من أجل الحفاظ علي المياه و الاستفادة من الرطوبة القليلة . فعلي سبيل المثال في تونس يقدر متوسط مياه الأمطار السنوية التي تدخل الخزانات الجوفية بمعدل 5% فقط أما الباقي فيفقد بالتبخير ، و يصل هذا المعدل 5% إلي 1000 مليون مترا مكعبا في العام أي حوالي 150 م3 لكل ساكن في العام ، و هذه كمية قليلة بكثير مما تخطط لاستخدامه بعض المدن الجديدة في مناطق أخري ، ففي إمارة دبي مثلا يتم توفير 650 م3 لكل ساكن في العام حيث يخصص 90% من هذه الحصة لأغراض الري و تنسيق المواقع الطبيعية و زراعة الحدائق . و لما كان الماء عنصرا أساسيا في الحياة فإنه يصبح في المناطق الجافة سلعة نادرة و ثمينة ، و تلك حقيقة يجب ألا نغفلها ذلك أن الماء لابد من الحفاظ عليه كما لابد من عمل تقدير دقيقة لكميات المياه المطلوبة في كافة الأحوال، علي نحو ما سنبحثه في المثالين الآتيين :

أ) مياه السيول :

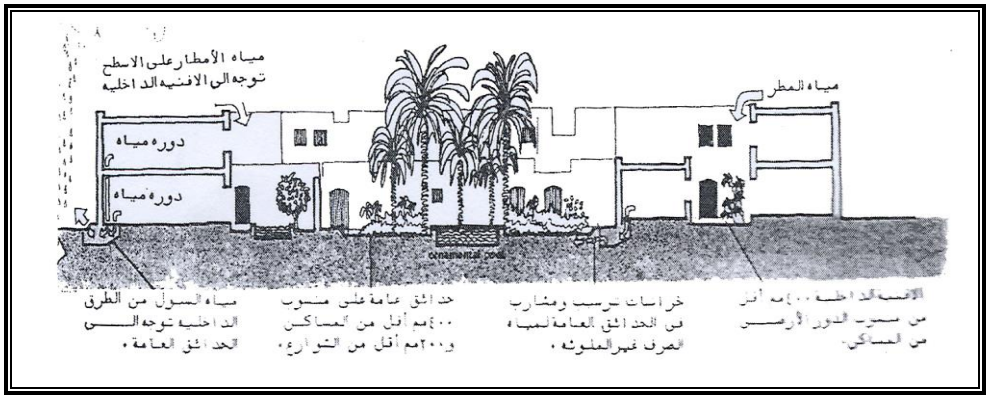
بالرغم من ضآلة إجمالي كميات مياه الأمطار في المناطق الجافة ، إلا أنه يمكن أن تسقط بكميات غزيرة في أوقات قصيرة الأمر الذي قد يسبب مشاكل جسيمة في المناطق العمرانية ، إذا لم تخضع للسيطرة الكافية . و في المناطق المعتدلة تتشبع التربة بمياه الأمطار التي تسقط خلال شهور الشتاء مما يستلزم بناء قنوات دائمة لتصريف مياه الأمطار وتوجيهها إلي الجداول و الأنهار . أما في المناطق الجافة فيمكن أن تعمل التربة المناسبة عمل حفرة التشرب Soakaway لامتصاص فائض مياه السيول ، و يجب أن يبذل كل جهد لاستعمال مياه السيول غير الملوثة في الأماكن القريبة بقدر الإمكان من المصدر ، حتى يمكن تقليل مسافة مواسير الصرف اللازمة لنقل مياه السيول .

و يتم تحقيق ذلك في المدن التقليدية أو القديمة بالمناطق الصحراوية بجعل مياه الأمطار في المنازل تتدفق نحو ما يتوسطها من أحواش غائرة ، و في الشوارع المعبدة تتدفق مياه الأمطار إلي الساحات و الحدائق المنخفضة و هذا الأمر يساعد علي ازدهار النباتات في تلك المنطقة . فمثلا استطاعت مدينة صفاقس في تونس و التي هي ذات

معدل أمطار متوسط حوالي 250ملم و استطاعت بحرصها في المحافظة علي مياه الأمطار أن تزرع مساحات وفيرة وممتدة من بساتين الزيتون ، من خلال توجيه مياه الأمطار التي تسقط علي المناطق المعبدة إلي خزانات أرضية . ويبين الشكل رقم (4) تخطيط إحدى المجاورات لاستغلال مياه الأمطار بالأسلوب الأمثل حيث يتم تجميع المباني بطريقة مدمجة لتوفير الوقاية المتبادلة من الشمس و الرياح و الأتربة ، و يمكن تقدير الحد الأدنى لحجم الحوش و الحديقة بتلك المساحة الضرورية لامتصاص مياه السيول .

فمثلا يمكن أن تكون المساحة المغطاة بالمسكن في المربع 1800م2 ، و المغطاة باحواشها 900م2 ، و المغطاة بالحدائق التي تتوسط المساكن 1100م2 ، أما المغطاة بالطرق فهي 1100م2 . و مع معدل سقوط مطر قدره (250مم) يمكن أن نتوقع من عاصفة ممطرة كل خمسين عاما أن تعطينا 70مم من المياه في مدى ساعتين ، و إذا سمح لمياه الأمطار التي هطلت علي البيوت أن تتجمع في أحواشها فإن عمق هذه المياه سوف يبلغ 200مم . و منسوب الحوش التقليدي ينخفض عن منسوب المنزل بمقدار 400مم ، كما أن المياه المتجمعة من الشوارع المحلية سوف تملأ الحدائق المنخفضة و التي تتوسط المنازل حتى عمق 150مم .

و يمكن العمل بهذا المبدأ العام بالنسبة لمعظم مناطق المدينة باستثناء المناطق ذوات التلوث الشديد مثل الطرق الرئيسية ، و يصور هذا المثال كيف أن شكل بعض المدن يكون أكثر ملائمة من غيره في مجال المحافظة علي المياه.

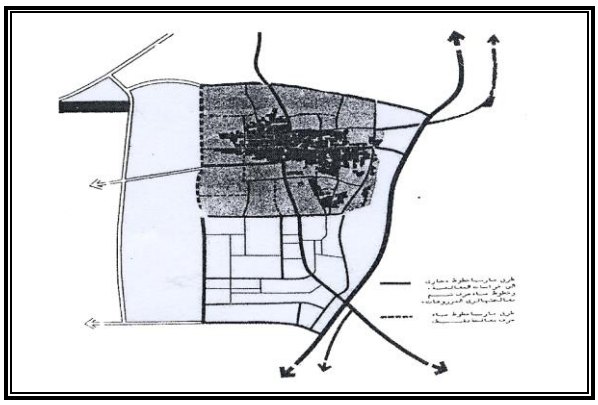


شكل رقم (4) قطاع توضيحي مار بمجموعة من المساكن ذات الأفنية حول حديقة عامة توضح طريقة استغلال مياه الأمطار و مياه الصرف الصحي في ري المزروعات .

ب) مياه الصرف الصحي :

تستخدم المياه في مراعاة الأصول الصحية علي نحو يكاد يكون عاما في كافة أنحاء البلاد ذات المناخ المعتدل ، حيث تطرد الفضلات بالماء الدافق خلال شبكة للصرف الصحي إلي حيث تتم معالجتها في مكان بعيد ، و يتم

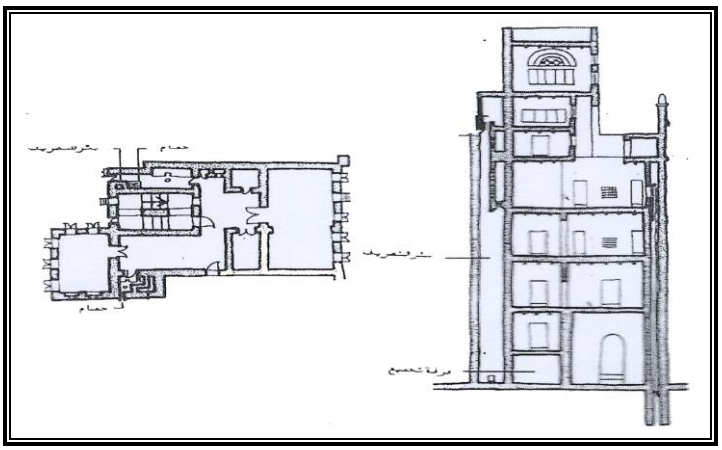
صرف المياه بعد معالجتها إلي الأنهار أو إلي البحر للتخلص منها نهائيا ، و في الأقطار الجافة ينبغي بذل كل ما في الوسع لإعادة استعمال هذه المياه بطريقة منتجة ، فمثلا إذا كانت عملية المعالجة تتم من خلال بركة مياه بسيطة توفر الاحتياجات الكافية من الأكسجين فمن الممكن أن تشكل أساسا لقيام مزرعة سمكية غزيرة الإنتاج ، و يمكن استعمال الفائض من هذه المياه في أغراض الري بشرط أن تقتصر علي المحاصيل غير الغذائية مثل الغابات . و في كثير من المدن الصحراوية تغرس معظم الأشجار داخل المدن لتوفير مناخ محلي محسن . كما يمكن نقل فائض مياه المجاري بالأنابيب مرة أخري من محطة المعالجة لري الأشجار شكل رقم (5) و قد يكون ممكنا في بعض المناطق إعادة فائض هذه المياه لتجميعها في خزانات جوفية ملائمة يمكن استخراج الماء منها لإعادة استعماله في الأغراض الزراعية .



شكل رقم (5) مخطط يوضح خطوط الطرق و الصرف الصحي و مياه الصرف المعالجة المستخدمة في الري

وهناك طريقة بديلة ، و هي التخلص من الماء الملوث بالفضلات ثم إعادة استخدام الفائض من الماء في الزراعة بطريق أيسر ، و تلك طريقة يمكن أن تكون عصرية لنظام المرحاض الجاف المتبع في مدينة صنعاء باليمن ، حيث توضع في المنازل عدة حمامات بمراحيض علي بئرين للتصريف رأسيين هابطين و متصلين بغرفتين لتجميع الفضلات شكل رقم (6) و يراعى الاقتصاد في استعمال الماء لقلته من ناحية و للحفاظ بقدر الإمكان علي جفاف غرف التجميع ، ويتم إخراج الفضلات من هذه الغرف علي فترات منتظمة ، و من ثم يتم تجفيفها بتعريضها للشمس ثم إحراقها كوقود، ومن شان التكييف العصري لهذا النظام أن يسمح بالتوسع في استعمال الماء لأغراض النظافة الشخصية و لطبخ و الغسيل ، و هكذا يكون الماء المتخلف غير ضار نسبيا في الوقت الذي تحفظ فيه الفضلات في صورة منفصلة و جافة ، وهو ما يتم إنجازه في نظم التسميد الجاف التي طورت لأول مرة و استعملت في المناطق المنعزلة بالدول الاسكندينافية. ومن شان تطبيق هذا النظام في المناطق الصحراوية أن يتيح إمكانية تصريف مياه الغسيل و الطبخ عن طريق خزان صغير

للترسيب إلي حفرات التشرب ثم إلي مسارب التصريف في الحدائق التي تتوسط الميادين ، و من الممكن أيضا تحويل الفضلات العضوية الناتجة من المطابخ إلي سماد طبيعي في هذه الوحدة مختصرين بذلك معدل الخدمات الخاصة بجمع النفاية . ومثل هذا الحل يصلح بنوع خاص في المناطق التي تعاني من نقص حاد في الماء .



شكل رقم (6) نموذج لأحد المساكن بمدينة صنعاء يستخدم نظام المرحاض الجاف .

الإمداد بالطاقة و استعمالها :

تعتمد أغلب المدن في العصر الحالي علي الطاقة المركزة في صورة الكهرباء و البترول في جميع وظائفها و لذلك فهي تتميز بشبكة واسعة للنقل المجهز بمحركات بحيث يسمح للسكان بتوسيع نطاق نشاطهم إلي ما هو أبعد من حدود مدينتهم . كما تتميز بوجود أجهزة التحكم الحراري التي تتيح إمكانية جعل أي مبنى تقريبا صالحا للسكن ، و تتميز أيضا باستهلاك واسع النطاق لمواد وسلع تفوق بكثير ما هو ضروري لمجرد البقاء ، و هي كلها أمور تعتمد علي الإمدادات الوفير بالطاقة علي أنه عندما تتقطع وفرة الإمدادات النفطية فإن تكاليف البدائل من طاقة نووية أو شمسية يمكن أن تثقل كاهل السكان علي نحو يخفض من مستوى معيشتهم الحقيقي ، ولذلك علي المخططين و المعماريين أن يستنبطوا حلولا عمرانية لا تستلزم الاستهلاك المتواصل للطاقة المركزة لضمان مستوى معيشي مرضي و ثابت ، و قد يتطلب هذا تكاليف أكبر في التنفيذ و لكن يوفر في تكاليف التشغيل المستمرة .

وببلوغ هذا الهدف تمتاز البلاد ذات المناخ الصحراوي الحار و الجاف علي غيرها من البلاد الصناعية المعتدلة أو الغربية ، بأنها تتمتع بمصدر وفير ومتساوي التوزيع من الإشعاع الشمسي.

فالمدينة ذات المسطح 150م3/شخص سوف تستقبل علي هذا المسطح طاقة سنوية تعادل 300 ألف كيلو وات /ساعة أي ما يزيد عن احتياجات أي فرد 100 مرة . أما التحدي الذي يواجه التقنية العصرية هو إيجاد سبيل لتسخير المفيد لهذه

الطاقة المتجددة بحيث يمكن التخلص في آخر الأمر من الاعتماد علي أنواع الوقود المستخرج من باطن الأرض ، و تشير الإحصاءات إلي أن متوسط الاستعمال السنوي الحالي و هو 0.8 طن من النفط للفرد في المدينة يمكن تخفيضه إلي 0.3 طن للفرد في العام كبداية ، مع إمكانية تحقيق هذا الخفض بثلاث طرق هي كالتالي :

أولا: تكثيف المدينة في شكل متضام بحيث يتسنى وقاية المباني المستقلة من التأثير الكامل للرياح و الشمس المستمرة ، وبحيث تكون المسافات قصيرة بدرجة كافية و مضللة حتى يتمكن السكان بعامة من قضاء معظم حاجاتهم اليومية مشيا علي الأقدام .

ثانيا: تصميم المباني المستقلة بحيث يمكن تقليل حاجتها إلي استخدام أجهزة تكييف الهواء ، الأمر الذي يتسنى تحقيقه بعدة و سائل منها محاولة إبعاد حرارة الإشعاع الشمسي المباشرة بضخامة الجدران و عزل السقف ، و المساعدة علي انطلاق حركة الهواء ببناء أبراج الهواء و الأفنية مزدوجة الارتفاع و تغطية النوافذ بالمصبغات الخشبية ، مع العمل علي تحسين البيئة المحلية بالأفنية التي تحتوي علي برك المياه المحاطة بالشجيرات و النباتات .

ثالثا: العمل علي توفير متطلبات تخفيض استهلاك الطاقة النفطية باستخدام ألواح التجميع الشمسي و نظم التخزين و ذلك بالوسائل التي توجد في الأسواق بالفعل عدد منها .

الاستنتاجات و التوصيات :

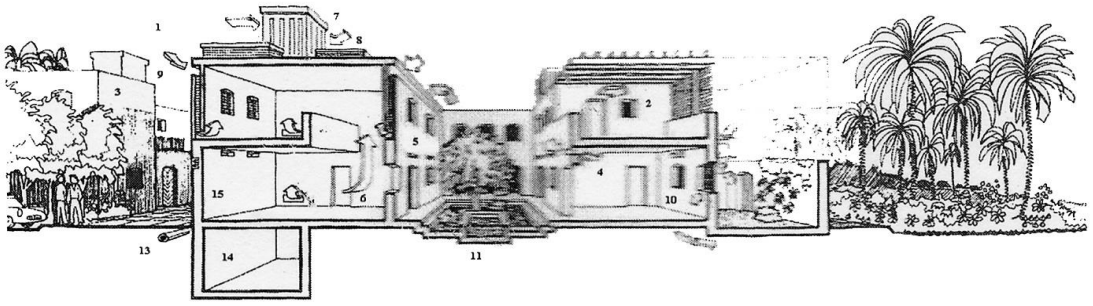
1. أهمية وضع قواعد عامة منظمة للعمران في المناطق الصحراوية الجديدة و بشكل مستقل علي المناطق الأخرى ، في نفس الوقت ضرورة متابعة و مراقبة الشركات المنفذة للمشاريع حتى تلتزم بتلك القواعد ، لكي نضمن عدم حدوث تغييرات درامية في المراحل التالية من هذه المشاريع .
2. الطبيعة الصحراوية في المدن و التجمعات العمرانية الجديدة علي أطراف المدن التقليدية و داخلها تفرض وضع قواعد خاصة في قوانين التخطيط العمراني و تنظيم أعمال البناء بهذه المناطق حتى تلاءم الظروف المناخية المميزة لهذه المناطق .
3. يمكن تحديد أهم البنود المطلوب صياغتها في قانون التخطيط العمراني بهذه المناطق علي النحو التالي :
   - النص علي تغيير محاور تقسيم الأراضي بحيث لا تكون مستمرة في كل البلوكات .

- تجنب الشوارع المستمرة المستقيمة في تخطيط المواقع داخل التجمعات الجديدة .
- تحديد نسبة محددة لمساحات المناطق الخضراء و المزروعة و التي هي عبارة عن أحزمة حماية و مرشحات للرياح المحملة بالأتربة ، و يجب عدم إهمالها من قبل المصمم الحضري عند تصميم المواقع السكنية و الخدمية . و يقترح البحث ضم النسبة المحددة للمناطق الخضراء مع الشوارع ليصبح الحد الأدنى للشوارع و الميادين و المناطق الخضراء و الأحزمة داخل المخطط حوالي 50% من مساحة الموقع مع تثبيت نسبة الثلث للشوارع و الميادين.
- رصد البحث القصور في الاهتمام بممرات المشاة و الأرصفة داخل المواقع المختلفة ، لذلك تقترح الورقة البحثية النص علي أن تكون عروض الشوارع كحد أدني 12م بدلا من 10م مع إضافة الزيادة في الأرصفة و ممرات المشاة للسماح بتصميم الأرصفة و عمل الأشجار و المضلات لتخفيف حدة الحرارة في المناطق الصحراوية .

4. بخصوص بنود و قواعد تنظيم و توجيه أعمال البناء في المجتمعات الجديدة بالمناطق الصحراوية تكون علي النحو التالي :

- إلغاء نسبة النصف المقررة للتراسات كحد أدني لطول واجهة البناء .
- تحديد المناور الداخلية أو الأفنية داخل المنشآت بما يتلاءم مع الظروف الطبيعية للمناطق الصحراوية، فزيادة مساحة المنور يلازم زيادة الحد الأدنى لعرضه ، مساحة المنور 7.5م2 أقل عرض 2.5م عند زيادة المساحة إلي 10م2 فإن أقل بعد يكون 3م ، و عند زيادة مساحة المنور إلي 12.5م2 يكون أقل عرض 3.5م و هكذا .
- عمل مظلات في منتصف الفناء السكني الداخلي لزيادة التظليل مع التأكيد علي زيادة مساحته .
- زيادة الحد المسموح به في البروزات عن الحدود المقررة في قوانين المدن القائمة تفرضه الحاجة لزيادة التظليل علي الواجهات الخارجية و الداخلية للمبنى ، و من ثم فإن 25سم المقررة في القوانين القائمة تحتاج إلي زيادة إلي الضعف كحد أدني .

5. العمل علي الاستفادة من تجارب عمارة التراث و الأفكار التي جاءت بها في التأقلم مع البيئة الصحراوية من خلال مراكز البحث و الجامعات .



شكل رقم (5) "اسكتش" تخيلي يجمع المعالجات المختلفة التي يمكن تطبيقها علي المدينة في البيئة الصحراوية

المراجـع :

1- الوكيل ، د. شفق (الإسكان في مصر الصحراوية) ، المجلة المعمارية ، العدد الثاني 1982 .

2- الصمصام ، د. صلاح محمد نوري (بعض آليات الخصخصة في البيئات التاريخية لمدينة حماه القديمة) ، المؤتمر الثاني الحفاظ العمراني الغرض و التحديات ، دبي ، فبراير 2007 .

3- سلقيني ، د. محي الدين خطيب (العمارة و البيئية) ، الطبعة الأولي ، دار قابس بيروت ، لبنان .

4- علي ، د. عصام الدين محمد ،(التضخم العمراني في مصر و معوقات الجذب السكاني في المدن الحضرية الصحراوية الجديدة) ، المؤتمر العام الثاني عشر لمنظمة المدن العربية ، مدينة الكويت ، الكويت 2000/6/24 .

5- علي ، د. عصام الدين محمد ،(التشريعات المنظمة للعمراني ، اشتراطات المناطق كمدخل لتحسين خصائص البيئة السكنية) ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الهندسة ، جامعة أسيوط 1998 .

التخطيط العمراني والتنمية المستدامة للمدن الصحراوية في ليبيا

د. أحمد محمد الحضيري
قسم هندسة العمارة– جامعة سبها
a-alhodairi@live.com

الملخص :

نشأت المدن الصحراوية الليبية في الواحات حيث تتوفر المياه الجوفية وتقترب من السطح وتكثر المراعي والأراضي الخصبة الصالحة للزراعة. ولكن مع مرور الزمن بدأ منسوب المياه الجوفية ينخفض بسبب الاستغلال الجائر للمياه، وتتحول الأراضي الزراعية إلى أراض جدباء لا نبات فيها ولا ماء، وبدأت الصحراء تزحف حثيثاً نحو هذه المدن مهددة إياها بالزوال، فتصبح الحياة فيها صعبة لا تطاق ويهجرها سكانها إلى مناطق أكثر نماء.

في الواقع سوف تستمر المدن الصحراوية في مواجهة الكثير من المعوقات التي تحول دون استمرارها، وما لم تكن هناك سياسات وإجراءات عملية مدروسة وعاجلة فإن المدن الصحراوية سوف تؤول إلى الزوال سريعاً، وإن الخطر يهدد جميع المدن الصحراوية دون استثناء، ولذلك ينبغي تكثيف الجهود واتخاذ التدابير اللازمة من أجل مواجهة هذا التيار الجارف الذي يهدد مدننا الصحراوية بالفناء.

تحاول الورقة أن تستعرض أهم المشكلات التي تواجه المدن الصحراوية وتقف عائقاً أمام نموها وتطورها، ثم تبين بعض من الفرص والإمكانيات المتاحة التي يساهم استثمارها في تنمية المدن الصحراوية، كما تقدم الورقة بعض الاستراتيجيات والسياسات والبرامج الرامية إلى تحقيق التنمية المستدامة للمدن الصحراوية، وتبرز دور التخطيط العمراني وأثره في توفير بيئة عمرانية متوازنة تهدف إلى تحقيق الاستقرار والاستدامة للمدن الصحراوية.

الكلمات الدالة

التخطيط العمراني، المدن الصحراوية، التنمية المستدامة، التصحر، مدن فزان، خليج سرت، الصحراء الكبرى

1. المقدمــة

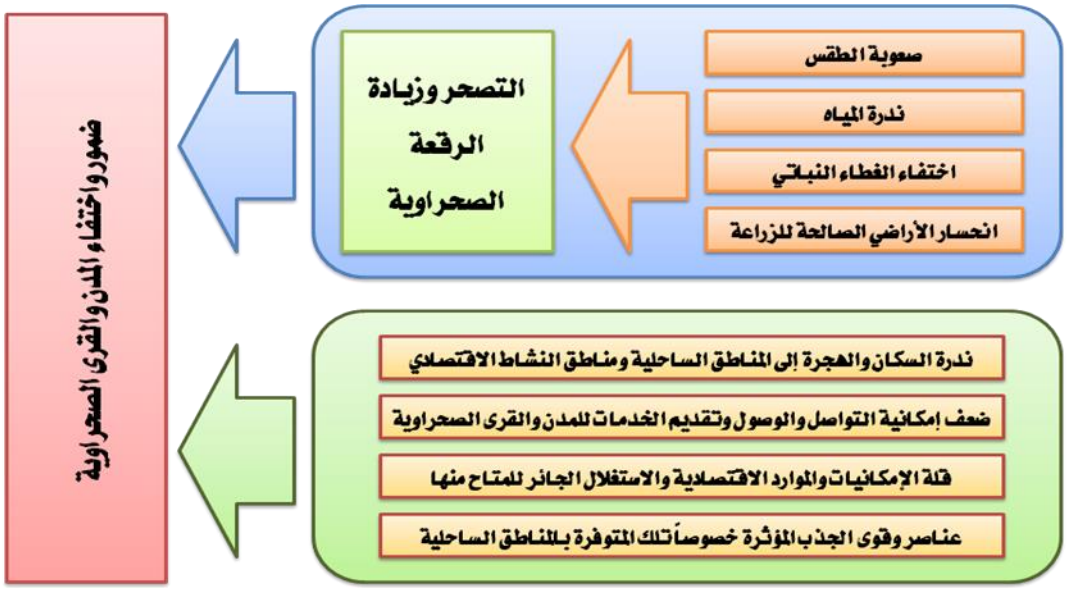
نشأت المدن الصحراوية وترعرعت على حساب قرى وتجمعات عمرانية صغيرة كانت موجودة في الواحات حيث تكثر المياه والخضرة، وقد تضافرت عدة عوامل جعلتها تنمو وتترعرع من مجرد قرى صغيرة إلى أن أصبحت مدناً كبيرة نسبياً. وتنشأ المدن الصحراوية عادة لعدة أسباب منها ما يلي:

- في الواحات والمنخفضات التي تكثر بها المياه مثل معظم مدن فزان وخليج سرت، حيث ساعد وجود المياه والأراضي الصالحة للزراعة على استقرار السكان فيها، ومن تم تعدد الأنشطة الاقتصادية، وزيادة فرص العمل بها، واستقطاب المهاجرين إليها،
- في ملتقى طرق القوافل مثل مرزق وأوباري، حيث ساعد عبور القوافل على ازدهار التجارة بها، وبالتالي تكون مراكز حضرية تضم العديد من الأنشطة الخدمية والاقتصادية التي كان لها دور كبير في نمو وترعرع هذه المدن،
- في التخوم والمناطق الحدودية والدفاعية مثل غات والقطرون، إذ تعتبر هذه المناطق ذات صبغة أمنية خاصة وهي تشبه تماماً المدن الواقعة في ملتقى طرق القوافل، وهي تتأثر بعبور المهاجرين من خلالها، إذ يطيب لبعضهم المقام بها استعداداً للانتقال إلى مدن أكثر نشاط اقتصادي، وعادة ما يكون نمو مثل هذه المدن محدود بسبب قدرتها المحدودة في استقطاب المهاجرين إليها،
- في وسط التجمعات العمرانية حيث تحتل مثل هذه المدن مركزاً متوسطاً وتقدم أنشطة إدارية واقتصادية وخدمية للمدن والقرى المحيطة، وعادة ما يكون لسياسة الدولة دور في تنميتها وتطويرها، ومن أمثلة هذه المدن مدينة سبها ومدينة سرت وأجدابيا والكفرة ومرزق وأوباري وبراك وبرقن وغيرها،

ورغم الأسباب التي أدت إلى نشوء المدن الصحراوية وتطورها إلا أنه ومع مرور الزمن بدأت الصحراء تزحف على الواحات وبدأت المياه تنضب وأصبحت الحياة في المدن الصحراوية تزداد صعوبة بحيث صارت لا تحتمل، الأمر الذي يجعلها بيئة طاردة لساكنيها، ومن تم تنحسر المدن وتسير نحو الزوال.

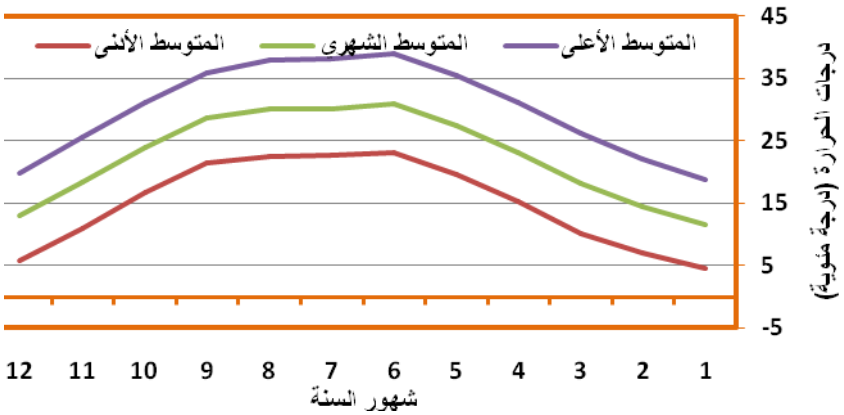
2. أهم المشكلات التي تواجه المدن الصحراوية

يبين *شكل 1* أهم المشكلات التي تواجه المدن والقرى الصحراوية وتؤدي إلى ضمورها واختفائها، حيث تواجه المدن الصحراوية العديد من التحديات والعوائق التي تقف حائلاً دون إمكانية نموها وتطورها، فالصحراء وحدها تكفي كمحدد لنمو المدن، ومع هذا فإن هجرة السكان ونقص الخدمات وصعوبة التواصل وقلة الإمكانيات الاقتصادية، والاستغلال الجائر للموارد المتاحة، إضافة إلى عناصر وقوى الجذب المؤثرة للمدن الساحلية، جميع هذه العوامل وغيرها تتضافر لتقف في مواجهة نمو وتطور المدن والقرى الصحراوية، بل وتؤدي إلى اختفائها :



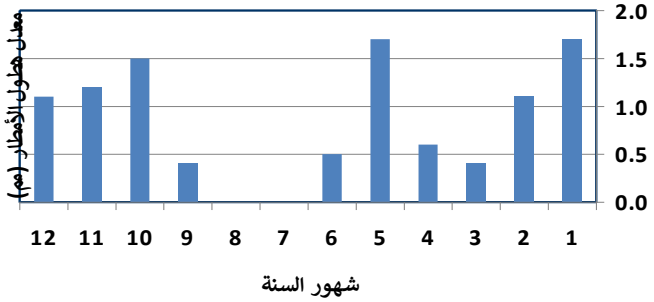
شكل 1: المشكلات التي تواجه المدن والقرى الصحراوية وتحد من نموها

1. **صعوبة المناخ:** وهي السمة المميزة للمناخ الصحراوي حيث يلاحظ وجود فارق كبير بين درجات الحرارة في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء، وكذلك الحال بالنسبة لدرجات الحرارة بين النهار والليل، إذ تبين قراءات درجات الحرارة، الموضحة في شكل 2، أن متوسط درجات الحرارة يزيد في فصل الصيف عن 45°م بينما ينخفض ليصل في فصل الشتاء إلى ما دون 10°م [1].



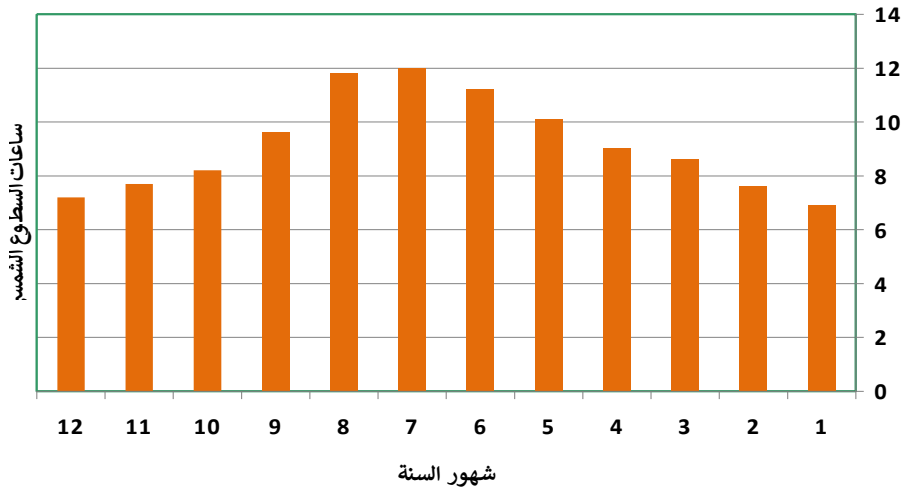
شكل 2: المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في مدينة سبها

من الشكل السابق يمكن ملاحظة أن الفرق بين المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى والمتوسط الشهري لدرجات الحرارة الصغرى يتراوح من 14.1°م إلى 15.9°م، بينما يزيد الفرق بين أعلى متوسط شهري لدرجات الحرارة العظمى، وهو عادة ما يقع في فصل الصيف، وأدنى متوسط شهري لدرجات الحرارة الصغرى، في فصل الشتاء، عن حوالي 34.4°م وهو فارق كبير جداً كما يلاحظ. أما بالنسبة لكميات الأمطار فهي لا تكاد تذكر في فصل الجفاف بينما لا تزيد في العموم الأغلب عن بضعة مليمترات في فصل المطر، حيث يبلغ المتوسط السنوي لهطول الأمطار في محطة أرصاد سبها على سبيل المثال حوالي 9.1 مم، وهو أقل من 2.5% من معدل هطول الأمطار في مدينة طرابلس، ويبين شكل 3 المتوسط الشهري لهطول الأمطار في سبها [1].



شكل 3: المعدل الشهري لهطول الأمطار في محطة أرصاد سبها

وفيما يتعلق بهبوب الرياح، فتشهد المناطق الصحراوية رياح محملة بالأتربة خصوصاً في فصلي الربيع والخريف، وتسري رياح شمالية وشمالية شرقية في فصل الصيف ورياح غربية خلال فصل الشتاء، وهي عادة ما تساعد على تلطيف الجو وتخفيض درجات الحرارة نسبياً، ويتراوح متوسط سرعة الرياح ما بين 4 إلى 10 عقدة في فصل الشتاء، و7 إلى 16 عقدة في فصل الصيف. هذا ويبلغ المتوسط الشهري لساعات السطوع الشمسي حوالي 9.2 ساعات، وتبلغ ساعات السطوع الشمسي ذروتها في شهر ناصر حيث يبلغ معدل ساعات السطوع الشمسي فيه حوالي 12 ساعة، بينما تبلغ أدناها في شهر أي النار حوالي 6.9 ساعات، كما هو مبين شكل 4.



شكل 4: متوسط ساعات السطوع الشمسي بسبها

2. **ندرة الأراضي الصالحة للزراعة والغطاء النباتي:** تعاني معظم المناطق بليبيا من نقص شديد في الأراضي الصالحة للزراعة، حيث لا تزيد الأراضي الصالحة للزراعة والتي يمكن زراعتها في ليبيا بشكل عام عن ما نسبته 0.71% من إجمالي مساحة البلاد، كما لا تزيد مساحة الأراضي الرعوية والأراضي التي به أعشاب ونباتات برية عن 4.18 %، وبالنسبة للغابات فلا تزيد مساحتها عن ما نسبته 0.3%، كما أن إجمالي مساحة المناطق الصحراوية يبلغ حوالي 94.73% [2]، كما هو مبين ب
3. جدول *1*، ويؤدي نمو المناطق الحضرية إلى تآكل الأراضي الزراعية والتي عادة ما تكون قريبة من الشريط الساحلي للبلاد.

جدول 1: توزيع استعمالات الأراضي بليبيا عام 2006

استعمالات الأراضي	المساحة كم^2	%
استخدام عمراني	3,888	2300.
استخدامات زراعية مروية / أمطار	11,818	00.71
أراضي رعوية وأراضي أعشاب	000،70	04.18
غابات	000،5	3000.
صحراء	1,583,871	5894.
الإجمالي	**1,674,577**	**100.00**

* المصدر: السياسة المكانية الوطنية 2006 – 2030

4. **نقص المياه:** تعتمد المناطق الصحراوية على المياه الجوفية وهي في الغالب مصادر غير متجددة، كما أن منسوبها ينخفض بمقدار 1 متر سنوياً حسب الدراسات التي أجريت عليها، الأمر الذي يهدد الوضع المائي بالنضوب في فترة زمنية وجيزة [3].

5. **ندرة السكان:** إن قلة التركز السكاني لا تساعد على نمو المدن بشكل عام والمدن الصحراوية بشكل خاص، كما إن توفير الخدمات والمرافق العامة بها كثيرا ما يكون مصحوباً بتكاليف باهظة من وجهة نظر اقتصادية بحتة، وتعد الطبيعة الصحراوية عامل طارد للسكان بسبب الظروف الصعبة التي تمر بها المنطقة، وقد تبين من خلال الدراسات السكانية أن نسبة سكان المناطق الصحراوية في ليبيا عام 2006 لا تزيد عن 13.9% من إجمالي عدد سكان البلاد [2]، وهذه النسبة تشمل سكان النطاقين التخطيطيين خليج سرت وفزان الواقعين في منطقة الصحراء الكبرى، ويبين *جدول 2* تطور أعداد سكان المناطق الصحراوية في ليبيا بين عامي 1973 و2006.

جدول 2: تطور أعداد سكان المناطق الصحراوية في ليبيا بين عامي 1973 و2006 (1000 نسمة)

السنة	1973	1984	1995	2006
عدد سكان المناطق الصحراوية	393.1	665.1	987.8	742.0
عدد سكان ليبيا	2,053.2	3,231.1	4,413.1	5,324.0
النسبة المئوية لسكان المناطق الصحراوية	**19.2**	**20.6**	**22.4**	**13.9**

* المصدر: التعداد العام للسكان 1973، 1984، 1995، 2006، الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق

6. **بعدها عن المراكز الاقتصادية الساحلية:** إن من أهم عوامل نمو المدن العامل الاقتصادي، حيث يستقطب الازدهار الاقتصادي كثير من المستثمرين والمنتفعين، ويلاحظ أن معظم المدن الصحراوية في ليبيا تقع بعيدة عن مراكز النشاط الاقتصادي الساحلية، مما يفقدها القدرة على مواكبة النشاط الاقتصادي بشكل جيد.

7. **التباعد المكاني بين التجمعات العمرانية الصحراوية:** إن القرى المكونة للمدن تنشأ عادة في الواحات حيث تكثر المياه والأراضي الصالحة للزراعة، وهذه توجد في مناطق متفرقة ومتباعدة على صفحة المنطقة الصحراوية، وتغطي الكثبان الرملية أجزاء كبيرة من المساحات الفضاء الواقعة بين الواحات، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة الانتقال والتنقل فيما بين التجمعات العمرانية كما يحد من نموها.

3. الفرص والإمكانيات المتاحة لتنمية المدن الصحراوية

رغم صعوبة الطبيعة الصحراوية في ليبيا، باعتبارها جزء من الصحراء الكبرى التي تتسم بالجفاف وقسوة المناخ والنقص الحاد في المياه والغطاء النباتي، وندرة الأراضي الصالحة للزراعة، إلا أن هناك قدر لا بأس به من العوامل التي تساعد على استمرار المدن الصحراوية إذا ما تمت الاستفادة منها واستغلالها بشكل متوازن، من هذه العوامل ما يلي:

- وجود موارد اقتصادية واعدة من خامات معدنية ونفطية، خصوصاً بعد الاكتشافات الحديثة التي باحت عن مخزون كبير من الموارد النفطية [2]، وسوف يكون لهذه الموارد دور كبير في استقطاب عدد لا بأس به من القوى

العاملة في المجالات المختلفة التي تشمل العمليات النفطية والتعدينية والخدمات المرافقة،

- وجود قدر هائل من الطاقة الشمسية التي يمكن استغلالها، فمعدل ساعات السطوع الشمسي المذكورة آنفاً وصفاء السماء يكسب المنطقة أهمية بالغة من حيث توفر الطاقة الشمسية، التي إذا ما تم استغلالها بشكل مناسب وفعال فسوف يكون لها مردود اقتصادي وبيئي عال،

- وجود شبكة طرق تصل إلى معظم التجمعات العمرانية الصحراوية، حيث أن الطرق هي من أهم عوامل التواصل والاتصال بين المجتمعات السكانية، كما تساعد على إمكانية توفير المتطلبات اللازمة للحياة اليومية، وتساعد على ازدهار النشاط الاقتصادي،

- وجود الكثير من المدن الصحراوية في مناطق عبور التجارة نحو أفريقيا وهذا يكسبها أهمية إستراتيجية إذا ما تمت تنميتها وتطويرها وتوفير الخدمات اللازمة لتصبح مراكز لتجارة العبور.

4. بعض الاستراتيجيات والسياسات الممكنة لاستدامة المدن الصحراوية

إن ما قد يناسب المدن الساحلية أو تلك الواقعة في المناطق الجبلية أوفي السهول الخصيبة قد لا يتناسب والمدن الصحراوية، لذلك ينبغي إيجاد استراتيجيات وسياسات مناسبة للبيئة المحلية الصحراوية من أجل تحقيق التنمية المستدامة للمدن والقرى الواقعة فيها، وينبغي أن لا تكون هذه الاستراتيجيات والسياسات في معزل عن السياسة الوطنية المكانية [2]، أو معارضة لها، كما ينبغي أن تلبي متطلبات التنمية المستدامة في جوانبها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ويمكن تلخيص بعض الاستراتيجيات والسياسات في المقترحات التالية:

- تحسين الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية لسكان المدن والقرى الصحراوية، وخلق فرص استثمار محلية تمكنهم من الاستقرار في مدنهم وقراهم وبالتالي المحافظة عليها واستدامتها،

- تغيير نمط التخطيط العمراني ليتناسب والبيئة الصحراوية، والاستفادة من تجارب المدن القديمة مثل مدينة غدامس وغات ومرزق وسبها (المدينة القديمة بالجديد) وغيرها من المدن الصحراوية القديمة، التي رغم بساطتها وعفوية تخطيطها إلا أن بها جوانب مهمة فيما يتعلق بالتكيف مع الظروف البيئية المحلية، وترسيخها

لثقافة وعادات المجتمع، والاستفادة من مواد البناء المحلية. يبين *شكل 5* مثال لتوفير الضلال بشوارع وأزقة وميادين وساحات المدينة القديمة بغات باستخدام بعض التفاصيل المعمارية،

- حسن استغلال الأراضي المستخدمة للأغراض الحضرية، وتقليل المساحات المفتوحة داخل المدن، والإكثار من الأماكن الظليلة فيما بين المباني بشكل عام والمباني السكنية بشكل خاص، ويفضل في هذه الحال تنفيذ مشروعات سكنية مصممة بحيث تحتوي على الأفنية والميادين والشوارع المظللة. يبين *شكل 6* بعض طرق التظليل للممرات والأروقة في أماكن متفرقة،

- المحافظة على الأراضي الزراعية وتنميتها وحسن استغلالها، ومنع التعدي عليها خصوصاً للأغراض الحضرية، وإدخال نظم الزراعة الحديثة التي تستهدف ترشيد استهلاك المياه وزيادة إنتاجية الهكتار الواحد من الأراضي المروية،

- استغلال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في ري أشجار الغابات والحدائق، واستغلالها في زراعة النباتات والأشجار المقاومة للتصحر، والتي لا تحتاج في ريها إلى كميات كبيرة من المياه،

- الاستفادة من الطاقة الشمسية المتاحة بكثرة في أعمال الطهي والتدفئة، والإنارة، وتوليد الكهرباء، وغيرها من الاستخدامات الحضرية، وذلك بنشر منظومات تعمل على أشعة الشمس،

- توجيه المباني بغرض الاستفادة من الرياح الطيبة، والابتعاد قدر الإمكان عن الاتجاهات الجالبة للرياح غير المرغوب فيها،

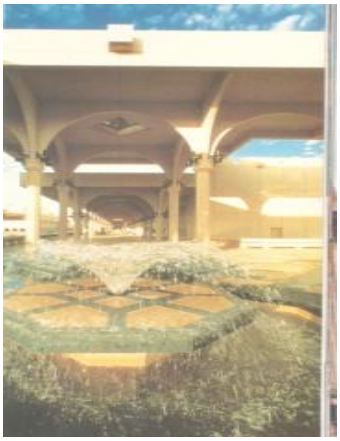
- الاستفادة من مواد البناء المحلية في تشييد المنشآت والمباني العامة والمباني السكنية،
- الاستفادة من التقنيات الحديثة، مثل تقنية الاتصالات وتقنية المعلومات.
- التشجير والتخضير الذي يتفاعل مع قوى الرياح لضمان مدن صحراويه ذات مناخ معالج حراريا يحقق الراحة لقاطنيها ويرفع كفاءة توازناتها البيئية حتى تتحول هده المدن لبؤر تنموية جاذبه [4].

أ) بعض الساحات والميادين وأماكن الجلوس بالقرب من المساجد

ب) الطرق والممرات التي تصل بين أحياء المدينة

شكل 5: توفير الضلال بشوارع وأزقة وميادين وساحات المدينة القديمة بغات باستخدام بعض التفاصيل المعمارية

أ)ممر مظلل في منطقة سكنية بغات



ب) رواق مظلل [4]

ت) ممر مظلل بالأشجار[4]

شكل 6: بعض طرق التظليل للممرات والأروقة في أماكن متفرقة

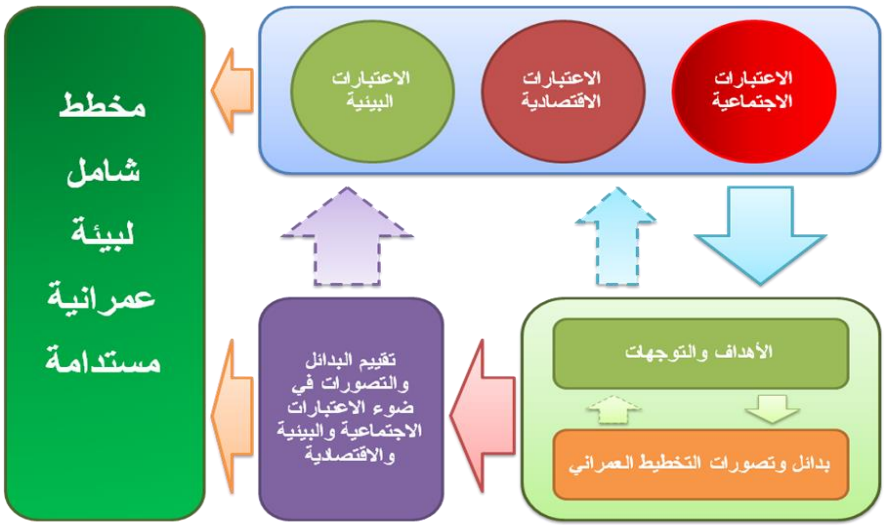
5. دور التخطيط العمراني في تحقيق التنمية المستدامة

يهدف التخطيط العمراني إلى تحقيق بيئة حضرية متوازنة يستطيع سكانها ممارسة أنشطتهم المختلفة فيها بشكل فعال ودون عوائق تحد من قدرتهم على ممارسة هذه الأنشطة، ولا بد أن يراعي التخطيط العمراني الاعتبارات الرئيسية للتنمية المستدامة وهي المجتمع والاقتصاد والبيئة، والتي عن طريق تحقيق التكامل والتوازن فيما بينها يمكن ضمان بيئة عمرانية مستدامة، يستطيع سكانها العيش فيها بشكل فعال ومريح [5]، ويجب أن تكون مخططات المدن منسجمة مع طبيعة مواقعها وما تتضمنه من عوامل ومؤثرات بيئية كتلك التي سبقت الإشارة إليها في الفقرة 2 [6]، ويمكن أن يشمل دور التخطيط العمراني ما يلي:

- تخطيط المدن والقرى بما يسمح بالاستغلال المتوازن للموارد الطبيعية، وبما يكفل المحافظة عليها وتنميتها لمصلحة الأجيال القادمة،
- اتخاذ التدابير اللازمة لتحقيق حسن استغلال الحيز العمراني وبالتالي إحداث التنمية العمرانية المتوازنة،
- التوزيع الجيد للوظائف والأنشطة الاقتصادية والاجتماعية المختلفة داخل المدينة، من أجل ضمان تحقيق عدالة توزيع هذه الوظائف والأنشطة، وبالتالي تحقيق إمكانية وصول جيدة إليها وتقليل الحاجة إلى التنقل،

- الاستفادة من التقنية الحديثة خصوصاً تقنية الاتصالات وشبكة المعلومات في تطوير وتحسين سبل التواصل بين الأفراد داخل الحيز العمراني، ومناطق بين سكان هذا الحيز وسكان الأخرى،
- تكثيف الظلال خصوصاً داخل الأحياء السكنية وفي مراكز الخدمات، وذلك باستخدام التفاصيل المعمارية واستخدام التشجير والتخضير الملائم للبيئة المحلية،
- التوجيه الشمسي والاستفادة من الطاقة الشمسية خصوصاً في فصل الشتاء، وتقليل دخول أشعة الشمس المبهرة داخل المباني خصوصاً في فصل الصيف.

لأجل تتحقق مستهدفات التخطيط العمراني، فإن عملية التخطيط نفسها يجب أن تكون مبنية على أسس وقواعد تستند إلى كافة الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للمدينة أو القرية المراد وضع مخطط عمراني لها. ينتج عن هذه الاعتبارات وبها رؤى وأهداف وتوجهات مستقبلية يتم من خلالها وضع جملة من البدائل والتصورات المتعلقة بمنظور وهيكل المدينة أو القرية في المستقبل، والخطوات اللازم إتباعها لتحقيق هذه البدائل والتصورات، ثم يتم تقييم البدائل والتصورات في ضوء الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وصولاً بالتالي إلى رؤية ناضجة لصورة المدينة أو القرية في المستقبل، وما ينبغي إتباعه من خطوات ترمي إلى الوصول في النهاية إلى تجسيد هذه الرؤية على أرض الواقع. يبين *شكل 7* عملية التخطيط ودورها في تحقيق التنمية المستدامة للمدن والقرى الصحراوية.



شكل 7: عملية التخطيط لتحقيق التنمية العمرانية لمستدامة للمدن الصحراوية

من الشكل السابق يمكن ملاحظة أن التخطيط العمراني عملية مستمرة ليس لها بداية ولا نهاية ولكنها تبدأ من حيث يبدأ العمران وتنتهي عند نهايته، ويكون للاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وجود في جميع مراحلها [7]، بدءاً من صياغة الأهداف والتوجهات وعبورا بتحديد الرؤى وتقييمها، وانتهاءً بوضع التصور أو الرؤية النهائية لمخطط المدينة أو القرية في المستقبل.

6. الاستنتاجات والتوصيات

مما تقدم يمكن استخلاص ما يلي:

- هناك عوائق ومحددات تحول دون نمو المدن الصحراوية تشمل: صعوبة الطقس، ونقص المياه، والتصحر، وقلة السكان والموارد الاقتصادية، والتباعد المكاني بين المدن والقرى الصحراوية، وقوى الجذب المؤثرة للمدن الساحلية،

- رغم ما تعانيه المدن والقرى الواقعة بصفحة الصحراء الكبرى الليبية، إلا أن هناك فرصة لتنميتها وإحداث الاستقرار السكاني بها، إذا ما تمت الاستفادة مما تتوفر عليه من مزايا تتعلق بموقعها الجغرافي في طريق تجارة العبور نحو أفريقيا، وتتعلق بالخامات والموارد الطبيعية الواعدة والتي ينبغي استغلالها بشكل متوازن،

- يمكن تحقيق التنمية المستدامة للمدن والقرى الواقعة بصفحة الصحراء الكبرى الليبية، وذلك عن طريق إيجاد استراتيجيات وسياسات مناسبة للبيئة المحلية وفي إطار السياسة المكانية الوطنية،

- للتخطيط العمراني دور كبير في تحقيق التنمية العمرانية المستدامة للمدن والقرى الصحراوية، وذلك عن طريق الاستفادة من العوامل الطبيعية والمكانية وتطويعها لصالح توفير بيئة مناسبة لمعيشة السكان وممارستهم لأنشطتهم المختلفة،

- عملية التخطيط العمراني للمدن والقرى الصحراوية ينبغي أن تأخذ في اعتبارها الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وذلك في جميع مراحلها ضماناً لتحقيق بيئة عمرانية مستدامة يستطيع ساكنيها العيش فيها وممارستهم لأنشطتهم المختلفة، وتعاملهم مع الطبيعة الصحراوية بشكل إيجابي ومفيد،

7. قائمة المراجع

[1] فنماب، ش.م، "إقليم سبها: المخطط الإقليمي" التقرير النهائي س. ن1، أمانة اللجنة الشعبية العامة للمرافق، طرابلس، ليبيا، 1985.

[2] مصلحة التخطيط العمراني، "السياسة المكانية الوطنية 2006 – 2030"، مصلحة التخطيط العمراني بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية – الهابيتات، طرابلس، ليبيا، 2008.

[3] الهيئة العامة للمياه، "الوضع المائي بالجماهيرية العظمى"، طرابلس، ليبيا، 2005.

[4] فهمي، غادة،" فكرة الواحات المصغرة (البيوسفيرا) كمدخل مناخي بيئي لتخضير المدن الصحراوية" جامعة الملك سعود–المعهد العربي لإنماء المدن مؤتمر الأساليب الحديثة في مجال تخضير المدن والقرى، الرياض، السعودية، 2007.

[5] غنيم، عثمان محمد وأبوزنط، ماجدة أحمد، "التنمية المستدامة: فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها"، الطبعة الأولى، دار الصفا للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007.

[6] الدليمي، خلف حسين علي، "التخطيط الحضري – أسس ومفاهيم"، الطبعة الأولى، الإصدار الأول، الدار العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2002.

[7] الحضيري، أحمد محمد، "التقييم البيئي الاستراتيجي – نحو إرساء دعائم التنمية المستدامة لقطاع النقل"، المؤتمر الوطني الثاني لمواد البناء والهندسة الإنشائية، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا، 2004.

العزل الحراري وأثره في توفير مُعدلات استهلاك الطاقة للمباني السكنية

د. جمال عبد القادر إمهلهل د.وميض عبد الرزاق عبد الوهاب
قسم الهندسة الميكانيكية–كلية الهندسة–جامعة عمر المختار
Email : Amhalhel@Yahoo.com

الملخص

عُموماً استخدام المواد العَازلة يُقلل من الفقد الحراري للمباني السكنية و يُرشد استهلاك الطاقة، لاسيما الكهربائية منها. رصدت هذه الورقة البحثية الأنماط المُتاحة و الشائعة الاستخدام للتركيبة الإنشائية للمباني السكنية بمدينة البيضاء : الحائط الخارجي – السقف – الأرضية، و كذلك الأنواع المُختلفة من الطوب المستخدم في البناء بمدينة البيضاء. كما تمحورت منهجية الورقة المُقدمة إلى الأخذ بتعريف عامل الفاعلية الحرارية الذي يُمثل النسبة المئوية للفرق بين الحالة المعزولة و غير المعزولة للمُكونة الإنشائية للمبني إلى تلك في حالة كونها معزولة. بهذا فإن عامل الفاعلية الحرارية دالة في المقاومة الحرارية للمكونة، و التي بدورها تعتمد على الخواص الحرارية و الأبعاد الهندسية، و لا تعتمد على البيئة المناخية التي تتواجد بها المُكونة. وبالأخذ بأساسيات انتقال الحرارة، أمكن حساب المقاومة الحرارية لكل من الأنواع المَختلفة : للطوب المستخدم في حالة كونه غير معزول التجويف و معزول التجويف، و الجدار الخارجي و السقف. و طرحت الدراسة المفاضلة بين الأنواع المُختلفة المُتاحة للتركيبة الإنشائية للجدار الخارجي للمباني السكنية : الحائط الخرساني المركب، و هو النوع الشائع الاستخدام في تركيبة المباني السكنية بالجماهيرية، و الحائط الخرساني المركب المزدوج غير المعزول – والمعزول حرارياً. كما تدارست الورقة الأنواع المتوافرة للتركيبة الإنشائية للسقف ؛ السقف الخرساني الشائع الاستخدام بالمباني السكنية بالجماهيرية، و السقف الخرساني المُفرغ (الهوردي). وبينت النتائج إلى أن تبني كل من : الحائط الخرساني المركب المزدوج المعزول، والسقف الخرساني المُفرغ كنمط إنشائي للمباني السكنية يخفضا الفقد الحراري بزهاء 40% و 38% ،على التوالي. كذلك تدارست الورقة البحثية بعض السبل التي بالإمكان استخدامها لتقليل الفقد الحراري للمباني السكنية عموماً، وأرضية المباني السكنية بصورة خاصة. واستخلصت الورقة في استنتاجاتها إلى أهمية إرساء ثقافة هندسية تهتم بتوعية المواطن بضرورة تبني سبل العزل الحراري للمباني السكنية، كما أوصت بدعم قروض البناء المتاحة للمواطنين لغرض تغطية النفقات الإضافية لعزل المباني السكنية.

الكلمات الدالة : الفقد الحراري – المباني السكنية – استهلاك الطاقة.

المقدمـة

تشيد المباني السكنية الحديثة بالجماهيرية من مواد إنشائية مثل ؛ الإسمنت و الرمل و حديد التسليح .. ليشيد بها القواعد – وأعمدة – وجدران – وأسطح خرسانية مسلحة – وأرضية، وغِلافاً خارجياً يُحجب الفراغ الحيوي لقاطني المبني عن البيئة المُحيطة، وليوفر الخُصوصية اللازمة. ويتكون من الغلاف الخارجي الجدار الخارجي الحَاوي لكل من الأبواب والنوافذ، ويُشيد من ؛ الطوب الجيري أو أنواع مُختلفة من الطوب الإسمنتي. وعلى الرغم، من متانة البُنية الإنشائية لتلك المباني، إلا أنها تعاني قصوراً حرارياً، في فصل الشتاء. وهذا بالإمكان مُلاحظته في مُعناة المواطن لتوفير الطاقة، خاصة الكهربائية منها لتدفئة منزله، مما يزيد من تكلفة استثمار المبني السكني، على المدى القصير بالنسبة للمواطن، أو على المدى الطويل للدولة مُتمثلاً في توفير طاقة عالية التكلفة مثل الطاقة الكهربائة لأغراض التدفئة. وبالرغم من أهمية دراسة الأداء الحراري للمباني السكنية بالجماهيرية، إلا أن الجهد البحثي ينطلق من إهتمامات شخصية للفرد الباحث، لذا يندر الخوض فيه، وبالتالي مُساهمته البحثية لا تؤتي ثمارها للمواطن أو للدولة الليبية. فالدراسات البحثية الخاصة بالمحاور البحثية للمباني السكنية تحتاج إلى الكثير من الجهد والمال، لا يستطيعه الفرد الباحث بالقدر الذي يسهل على المؤسسات البحثية أو التعليمية التي تهتم بالمحاور التقنية للعلوم الهندسية، ككلية الهندسة التقنية بسبها. فتبني مثل هذه المؤسسات مركزاً وطنياً ؛ لضمان جودة المباني السكنية إنشائاً وحرارياً، سيُساهم في الحد من استهلاك الطاقة، خاصة الكهربائية منها. فمن هذه المحاور ؛ الدراسات التجريبية والتحليلية للخواص الحرارية للمُكونات الإنشائية مثل ؛ أنواع الطوب المُستخدم – والجدران – والسقف – والأرضية – والنوافذ و البواب. وكذلك الأداء الحراري الاستاتيكي والديناميكي للمبني السكني. فهذه المحاور تخدم البنية التحتية، التي أنفق على تشييدها ثروة طائلة، وبالتالي تُساهم في الحفاظ على الثروة الوطنية، وهي تحتاج إلى من يعدها ويوجه عملها البحثي، خاصة لطلبة برامج الدراسات بالمؤسسات التعليمية.

مما سبق، تكمن مُشكلة الدراسة في مُلاحظة إعتماد قاطني المباني السكنية بمدينة البيضاء على الطاقة الكهربائية و بشكل مُلفت للنظر لتوفير التدفئة بفصل الشتاء، مما يُدلل على قصور الأداء الحراري لتلك المباني، لذا تستهدف هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلات التالية : ما مدى ما توفره المُكونات الإنشائية للمبني السكني من قدرة على مُقاومة الفقد الحراري ؟ وهل هناك تركيبات إنشائية تُساهم في الحد هذا ؟ وهل يتوافر أي سُبل أخرى بالإمكان استخدامها للمباني المُشيدة حالياً تساعد على الحد من الفقد الحراري ؟ وبالتالي التقليل من إستهلاك الطاقة عموماً، والطاقة الكهربائية بشكل خاص واقتصرت حدود هذه الدراسة على دراسة المُقاومة الحرارية للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية والأنماط الإنشائيه المُختلفة لكل منها ؛ الطوب المُستخدم لتشييد المباني، والجدار الخارجي – والسقف، – والأرضية، بمدينة البيضاء كحالة

دراسية، وأثر كل منها في تقليل التدفق الحراري. كما تكمن أهمية الدراسة في إرساء ثقافة هندسية تُساهم في توعية المُواطن إلى السُبل المُناسبة لترشيد الطاقة، وإلى تعريف المسؤولين على إنتاج الطاقة الكهربائية إلى ضورة إعداد برنامج وطني غرضه ترشيد استهلاكها. وتتطرق منهجية هذه الدراسة تحليلياً إلى حِساب المُقاومة الحرارية للمُكونات الإنشائية للمبني السكني، ودور كل منها في الحد من الفقد الحراري، وبتعريف مُعاملٍ للطاقة الحرارية كمؤشر يوضح جدوى استخدام عازل بالمُكونة الإنشائية للمبني السكني مُقارنة بالمكونة غير المعزولة. لهذا أنحصر الإهتمام الموضوعي لهذه الورقة في تقديم تحليل حراري مُبسط للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية بمدينة البيضاء، لغرض بيان مُساهمتها في الفقد الحراري بدلالة المِقدار الكمي للمُقاومة الحرارية للمُكونة، وكذلك إمكانية التعرف على أنماط إنشائية تقلل من إستهلاك الطاقة، فمن إهتمامات هذه الدراسة إلقاء الضوء على أهمية القيام بدراسات مُتعمقة تفصيلية لغرض دراسة السلوك الحراري للمباني السكنية ومُكوناتها الإنشائية.

التحليل الحراري للمُكونات الإنشائية للمبني السكني

لأجل دراسة الأداء الحراري للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية طُرحت الفرضيات التالية :

- تختبر المُكونت الإنشائية للمبني السكني انتقال مُستقر للطاقة الحرارية.
- يتم الانتقال الحراري عبر المواد المُتماسكة للمُكونة بآلية التوصيل الحراري فقط.
- تختبر الأسطح المُعرضة لفراغ هوائي انتقال للطاقة الحرارية بآليتي الحمل الحراري والإشعاع الحراري، وهذا يُمثل بالمواصلية الحرارية (*Thermal Conductance*).
- الخواص الحرارية للمُكونات الإنشائية للمبني السكني ثابتة.
- لا وجود لانتقال الكتلة المائية.

الفقد الحراري الكلي، Q_t، هو عبارة عن مجموع مُعدل الفقد الحراري عبر كل مُكونة من المُكونات الإنشائية للمبني السكني، و باعتبار الفرضيات السابقة الذكر، بالإمكان صياغته، كالتالي [2]:

$$Q_t = \sum_{j=1}^{n} U_j A_j (T_\infty - T) \qquad (1)$$

والمُعامل الكلي لانتقال الطاقة الحرارية، U، هو مِقياس مُعدل التدفق الحراري عبر مادة المُكونة، و يُنسب للمُقاومة الحرارية ، R ، لمادة المكونة كالتالي [2]:

$$U = R^{-1} \qquad (2)$$

والمُقاومة الحرارية، R ، تمثل قدرة المُكونة على مُقاومة التدفق الحراري، فكلما ارتفع مقدارها إزداد تأثير العزل الحراري، و

باعتبار الفرضيات السابقة الذكر، بالإمكان صياغة المُقاومة الحرارية الكلية، R_t، لأي مُكونة من المُكونات الإنشائية للمبني السكني كالتالي [2] :

$$R_t = (1/h_{\infty,i}) + (\sum l/k) + (\sum 1/C) + (1/h_{\infty,o}) \quad (3)$$

تبين حُدود المُعادلة السابقة المُقاومة الحرارية و بالترتيب لكل من ؛ البيئة الداخلية المُحيطة بالمُكونة، و المواد المُتماسكة للمُكونة، و للمُكونة المُحاطة بفراغ هوائي (بدلالة المواصلية الحرارية، C) ، و البيئة الخارجية المُحيطة بالمُكونة من المُعادلات (1 و 2 و 3) يتضح أن لحالة مُكونة ما في الهيئة الإنشائية للمبني السكني، كل من الفرق في درجات الحرارة، و المساحة السطحية ثبتتا (المعادلة 1)، إلا أنه بالإمكان العمل على خفض المِقدار الكمي لمُعامل الكلي لانتقال الطاقة الحرارية و ذلك بالرفع من المُقاومة الحرارية لمادة المُكونة باستخدام مواد عازلة أو أنماط إنشائية تقوم مقامها. و لبيان هذا، بالإمكان تعريف عامل للطاقة الحرارية، E، كالتالي :

$$E = (R_{ins} + R_{unins}) / R_{ins} \quad (4)$$

وعامل الطاقة الحرارية، هو عبارة عن عامل مُقارن نِسبي، يُقارن بين المُقاومة الحرارية للمُكونة ؛ المعزولة، R_{ins}، وغير المعزولة، R_{unins}، إلى تلك للمُكونة المعزولة، بالنظر إلى المُعادلات (1) و (2) و (3)، يتضح أن عامل الطاقة الحرارية يظهر قدرة المُكونة المعزولة على توفير الطاقة الحرارية، وهو دالة فقط في الأبعاد الهندسية للمُكونة وخواصها الحرارية.

المُقاومة الحرارية للطوب

يوضح الشكل (1)، التصميم الإنشائي لأغلب أنواع الطوب المُستخدم في تشييد المباني السكنية بمدينة البيضاء، أما الطوبة الإسمنتية $40\ cm$ ذات الثلاث تجاويف (الشكل رقم 2)، فهي تُستخدم لتشييد السقف الخرساني المُفرغ (السقف الهوردي). أما الجدول رقم (1) فيوضح الأبعاد النوعية للطوب، يوضع الطوب في الجدران عند التشييد بعرض، W، وسُمك، t، وإرتفاع، H، وجميع أنواع الطوب، عدا الطوب الجيري تشترك في إحتوائها على اللسُمك، f ، f_1 ، العموديان على إتجاه انتقال الحرارة، وكذلك السُمك، d ، d_1 ، الموازيان لإتجاه التدفق الحراري. و A_{dB} ، A_{aB} ، هما نسبة المساحة النوعية إلى المساحة الكلية للطوبة، التي يشارك بها كل من السُمك المُستعرض، d، وسطحا فجوة الطوبة في انتقال الحرارة، وهما على التوالي :

$$A_{dB} = A_d / A_B \quad (5)$$

$$A_{aB} = A_a / A_B \quad (6)$$

والمساحة الكلية للطوبة و العمودية على إتجاه التدفق الحراري، A_B ، والمساحة الكلية، A_d ، للسُمك المُستعرض، d ، والعمودية على إتجاه التدفق الحراري، والمساحة السطحية الكلية للفجوبة بالطوبة، A_a ، للطول، a ، العمودي على إتجاه انتقال الحرارة، بالإمكان حِساب كل منها، و على التوالي من :

$$A_B = H \times W \quad (7)$$

$$A_d = d \times H \quad (8)$$

$$A_a = a \times H \quad (9)$$

بالأخذ في الاعتبارالسُمك، l، والموصلية الحرارية ، k_{BL}، ووضعية الطوبة الجيرية في الحائط (الشكل رقم 1)، بالإمكان حِساب المُقاومة الحرارية لهذه الطوبة كالتالي :

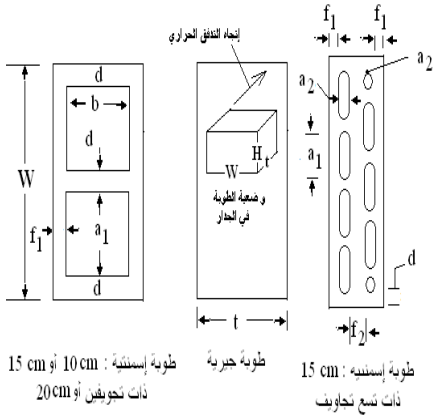
$$R_{BL} = (l/k)_{BL} \quad (10)$$

بالأخذ في الاعتبار، وضعية الأنواع المُختلفة من الطوب وتجاويفه، و وضعيته في الجدار، والمُعادلات (5 إلى 9)، بالإمكان صياغة المُقاومة الحرارية للطوبة، R_B ، كالتالي [2]:

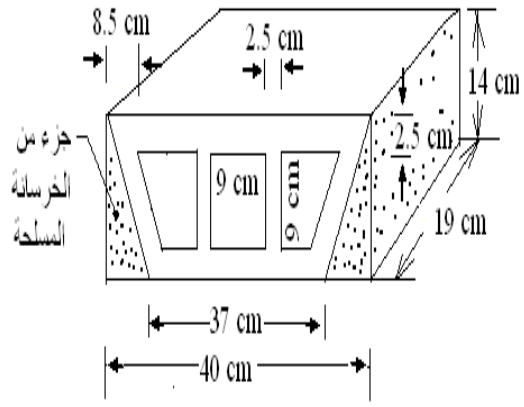
$$R_B = R_{f_t} + \frac{R_d \times R_a}{A_{aB} \times R_d + A_{dB} \times R_a} \quad (11)$$

وبالأخذ في الاعتبار المُوصلية الحرارية لمادة الطوب الإسمنتي، k_{BC}، بالإمكان حِساب، R_{f_t}، المُقاومة الحرارية الكلية لسُمك الطوبة، f ، f_1 ، f_2 ، وهي مسارات التدفق الحراري للمساحة العمودية على انتقال الطاقة، كالتالي :

$$R_{f_t} = \left(\sum f\right) / k_{BC} \quad (12)$$



شكل رقم (1) :أبعاد الطوب المُستخدم في تشييد المباني السكنية.



شكل رقم (2) : الأبعاد النوعية للطوب الهوردي.

جدول رقم (1) : الأبعاد النوعية للطوب

نوعية الطوبة	الأبعاد النوعية للطوبة، cm								
	W	H	t	f_1	f_2	d	a_1	a_2	b
إسمنتية، $10\,cm$، و تجويفين	40	20	10	1.5	-	1.5	18	-	7
إسمنتية، $15\,cm$، و تسع تجاويف	40	19	15	1.5	2	1.6	8	2.6	5
إسمنتية، $20\,cm$ ، و تجويفين	40	19	20	3	-	3.3	15	-	14
جيرية	34	18	17	-	-	-	-	-	–

بنسق مُماثل، المُقاومة الحرارية، R_d ، للسُمك المُستعرض للطوبة، d ، d_1 ، d_2 ، حيث مسار انتقال الحرارة للمساحة العمودية على إتجاه التدفق الحراري لكل منها، b ، بالإمكان صِياغتها كالتالي :

$$R_d = \left(\sum b\right) / k_{BC} \tag{13}$$

والمُقاومة الحرارية لسطح فجوات الطوبة بالإمكان حِسابها كالتالي [5]:

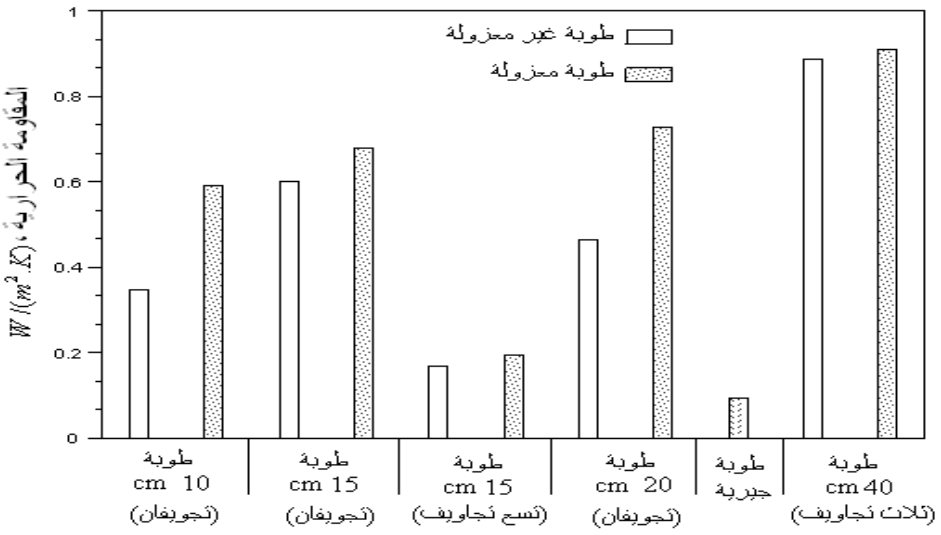
$$R_{ab} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{air}} + \frac{1}{C_2}\right) \times \phi_1 + \left(\left(\sum b\right) / k_{in}\right) \times \phi_2 \tag{14}$$

في حالة أن حيز فجوات الطوبة مُتوافر به هواء فقط فإن، $\phi_2 = 0$ و $\phi_1 = 1$ ، أما في حالة أن الفجوات مملؤة بمادة عازلة مُوصليتها الحرارية، k_{in} ، فإن $\phi_2 = 1$ و $\phi_1 = 0$. و بتعويض ما يلزم في المُعادلة (11)، نتحصل على المقاومة الحرارية الكلية للطوبة :

$$R_B = \left(\frac{f_t}{k_{BC}}\right) + \frac{\left[\left(\sum b\right) / k_{BC}\right] \times \left[\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{air}} + \frac{1}{C_2}\right) \times \phi_1 + \left(\left(\sum b\right) / k_{in}\right) \times \phi_2\right]}{\left(\frac{A_a}{A_B}\right) \times \left(\frac{\sum b}{k_{BC}}\right) + \left(\frac{A_d}{A_B}\right) \times \left[\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{air}} + \frac{1}{C_2}\right) \times \phi_1 + \left(\left(\sum b\right) / k_{BC}\right) \times \phi_2\right]} \tag{15}$$

وللطوبة التي يتواجد هواء في تجويفها فقط $\phi_2 = 0$ و $\phi_1 = 1$ ، أما الطوبة المعزولة التجويف فيتم وضع، $\phi_2 = 1$ و $\phi_1 = 0$. وبالأخذ في الاعتبار المُعادلة (5) والبرامترات المُختلفة المُتواجدة بها (الأشكال رقم 1 و 2 والجداول رقم 1 و 2)، بالإمكان حِساب المُقاومة الحرارية لأنواع الطوب المُختلفة في حالة كونه طوب غير معزول التجاويف أو معزول التجاويف، حيث المادة العازلة ($Expanded\,Perlite$) موضُوعة بتجويف الطوبة (الشكل رقم 3). كذلك تم حِساب المُقاومة الحرارية للطوبة الإسمنتية $40\ cm$ (الطوبة الهوردي)، ذات الثلاث تجاويف و ذلك باعتبار جزء من الخرسانة المُسلحة للسقف كجزء من مادة الطوبة (الشكل 2). يُلاحظ من الشكل رقم (3) أن المُقاومة الحرارية لأنواع الطوب

المُختلفة أقل بكثير من الواحد الصحيح، حتى في حالة استخدام المادة العازلة بتجويفات الطوب. كما يبين الشكل أن الطوبة غير المعزولة، $20\ cm$، ذات التجويفين لها المُقاومة الحرارية الأكبر ($0.5 \approx$)، بينما الطوبة الجيرية فهي الأصغر ($0.1 \approx$).



شكل رقم (3) : المقاومة الحرارية لأنواع الطوب المختلفة.

وأخيراً، استخدام المادة العازلة بتجويف الطوب يُعزز المُقاومة الحرارية، ويتيح توفيراً في الطاقة الحرارية (المُعادلة 4) بنسبة ؛ 41.4 % للطوبة $10\ cm$ ذات التجويفين – و 46.9 % للطوبة $15\ cm$ ذات التجويفين – و 13.48% للطوبة $15\ cm$ ذات التسع تجاويف – و 36.2 % $20\ cm$، ذات التجويفين، أما للطوبة الإسمنتية الهوردي فهو 2.5 %، وهذا يرجع إلى أن عند حِساب المُقاومة الحرارية لهذه الطوبة تم اعتبار جزء كبير من الخرسانة المُسلحة للسقف كجزء من الطوبة.

جدول رقم (2) : البرامترات و الخواص الحرارية الداخلة في حِساب المُقاومة الحرارية للمُكونات الإنشائية.

البرامتر	القيمة
مُعامل الحَمل الحراري للبيئة المحيطة بالجدار الخارجي للمبني السكني (عند سرعة هواء $25\ km/h$) [2].	$34\ W/(m^2.K)$
مُعامل الحَمل الحراري للبيئة المحيطة بالجدار الداخلي للمبني السكني (حالة الهواء الساكن) [2].	$6.13\ W/(m^2.K)$
المُوصلية الحرارية لمادة الطوب الإسمنتي [2،5].	$0.72\ W/(m.K)$
المُوصلية الحرارية للطوب الجيري [2،5].	$1.8\ W/(m.K)$
المُوصلية الحرارية للرمل (متوسط قيمة الرمل الجاف و الرطب) [2،4،5].	$0.856\ W/(m.K)$

المُقاومة الحرارية للبلاط الاسمنتي [3].	$W/(m^2.K)$ 0.01 $(m^2.K)/W$ 0.01
المُوصلية الحرارية لطبقة اللياسة، و لطبقة الباتوتة [2،5].	$W/(m.K)$ 0.796
الموصلية الحرارية للخرسانة المسلحة [2،5].	$W/(m.K)$ 1.73
المُواصلية الحرارية لسطحا اللطوبة 10 cm المعرضة لفراغ هوائي [2،5].	$W/(m^2.K)$ 8.14
المُواصلية الحرارية لسطحا اللطوبة 15 cm أو 20 cm المعرضة لفراغ هوائي [2،5].	$W/(m^2.K)$ 5.23

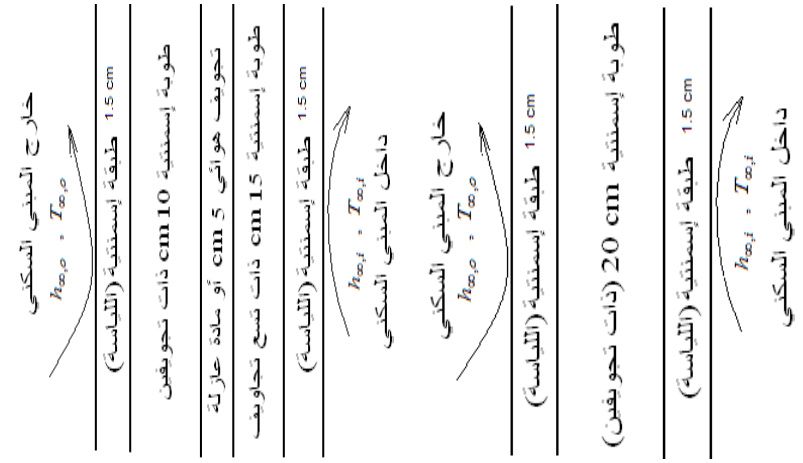
المُقاومة الحرارية للجدار الخارجي

نوعان من الحائط عادة ما تشيد كجدران خارجية للمباني السكنية بمدينة البيضاء، الأول الحائط المُركب البسيط (الشكل رقم 4)، حيث يُعتبر من أكثر أنواع الجدران شيوعاً، أما النوع الثاني الحائط المُركب المُزدوج (الشكل رقم 5)، فهو أندرها نظراً لتكلفته الاقتصادية. و تتوافر الكثير من الحرية في اختيار سُمك الحائط المُركب المزدوج فقد يتراوح سُمكه من 30 cm ألى 40 cm، مع استخدام فراغ هوائي أو مادة عازلة بين جداريه. بالأخذ في الاعتبار الأشكال رقم (4) و (5) والمعادلة (3) بالإمكان صياغة المقاومة الحرارية لأنواع الجدارن :

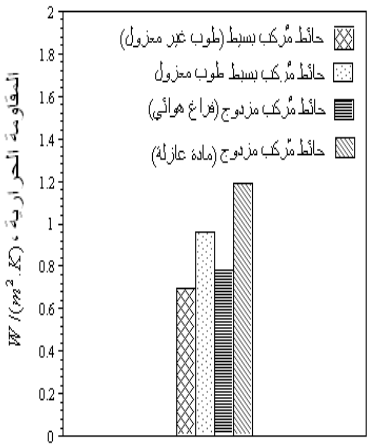
$$R_{Wall} = \left(\frac{1}{h_{\infty,i}}\right) + \left(\frac{l}{k_{CP}}\right) + \left[\phi_1 \times R_{B20,2C} + \phi_2 \times R_{air} + \phi_3 \times \left(R_{B15,2C} + R_{in} + R_{B10,2C}\right)\right] + \left(\frac{l}{k_{CP}}\right) + \left(\frac{1}{h_{\infty,o}}\right) \qquad (16)$$

وحدود المُعادلة السابقة تمثل وبالترتيب من الأول إلى السابع المُقاومة الحرارية لكل من ؛ السطح الداخلي للمبني السكني، وطبقة اللياسة الداخلية، والطوبة الإسمنتية ذات التجويفين، 20 cm، ($R_{B20,2C}$)، والفراغ الهوائي بين الجدارين (R_{air})، والطوبة الإسمنتية، 15 cm، ذات التجويفين ($R_{B20,2C}$)، وطبقة المادة العازلة بين الجدارين، R_{in}، وطبقة اللياسة الخارجية، والسطح الخارجي للمبني السكني. عند حساب المُقاومة الحرارية، R_{air}، للفراغ الهوائي الموجود بين جداري الحائط المُركب المزدوج يتم الاستفادة من الحد الأول بالمُعادلة (14). ولحِساب المُقاومة الحرارية للحائط المُركب البسيط يتم وضع $\phi_1 = 1$، و $\phi_2 = 0$ و $\phi_3 = 0$ ، أما للحائط المُركب المُزدوج الحاوي على فراغ هوائي بين جداريه، $\phi_1 = 0$ و $\phi_2 = 1$ و $\phi_3 = 0$ ، و للحائط المُركب المزدوج الحاوي على مادة عازلة، $\phi_1 = 0$ و $\phi_2 = 0$ و $\phi_3 = 1$. و بالأخذ في الاعتبار المُعادلة (17)، و البرامترات المُختلفة المُتواجدة بها (الجدول رقم 2)، وحيثيات حِساب المُقاومة الحرارية لأنواع الجدران المُختلفة، بالإمكان حِساب المُقاومة الحرارية لكل من أنواع الجدران (الشكل رقم 6). يُلاحظ من هذا الشكل أن استخدام طوبة معزولة التجويف يُحد من الفقد الحراري للحائط المُركب البسيط بنسبة 27.5 % (المُعادلة 4) مُقارنة بحالة

الحائط غير المُستخدم لطوبة مُعزولة التجويف. كما يبين الشكل أيضاً أن استخدام مادة عازلة (*Expanded Perlite*) بين جداري الحائط المُركب المُزدوج أو فراغ هوائي يُوفر الطاقة الحرارية بنسبة 41.7 % و 11.5% (المُعادلة 4) ،على التوالي، مُقارنة بالحائط المُركب البسيط غير المستخدم لطوبة معزولة التجويف، بينما الحائط المُركب المُزدوج الحاوي للمادة العازلة بين جداريه يُحسن من المُقاومة الحرارية بنسبة 34.1 % (المُعادلة 4)، مُقارنة بالحائط المُركب المُزدوج الحاوي لفراغ هوائي.



شكل رقم (4) : الحائط المُركب البسيط. شكل رقم (5) : الحائط المُركب المُزدوج.



شكل رقم (6) : المُقاومة الحرارية لأنواع

المُقاومة الحرارية للسقف

يُوضح الشكل (7) الهيئة الإنشائي للسقف الخرساني المُسلح، وهو من أكثر أنواع الأسقف المُستخدمة، أما السقف الخرساني المُفرغ (الهوردي) (الشكل رقم 8)، فهو أعلاها تكلفة. بالأخذ في الاعتبار المُعادلة (3) والأشكال رقم (7) و(8)، بالإمكان صياغة المُقاومة الحرارية لأنواع السقف كالتالي:

$$R_{Roof} = (1/h_{\infty,i}) + (l/k)_{CL} + (l/k)_{CM} + (\phi_1 \times R_{B40}) + (l/k)_{CP} + (1/h_{\infty,o}) \qquad (17)$$

وحدود المُعادلة السابقة تُمثل و بالترتيب من الأول إلى السادس المُقاومة الحرارية لكل من ؛ السطح الداخلي للمبني السكني، وطبقة اللياسة الداخلية، و طبقة الخرسانة المُسلحة، والطوبة الهوردي، و طبقة الباتوتة، والسطح الخارجي للمبني السكني، ويتم حِساب المُقاومة الحرارية للحائط المُركب البسيط بوضع، ($\phi_1 = 0$) ، أم للحائط المُركب المزدوج ($\phi_1 = 1$) . وبالأخذ في الاعتبار المُعادلة (18)، والبرامترات المُختلفة المُتواجدة بها، وحيثيات حِساب المُقاومة الحرارية لأنواع السقف

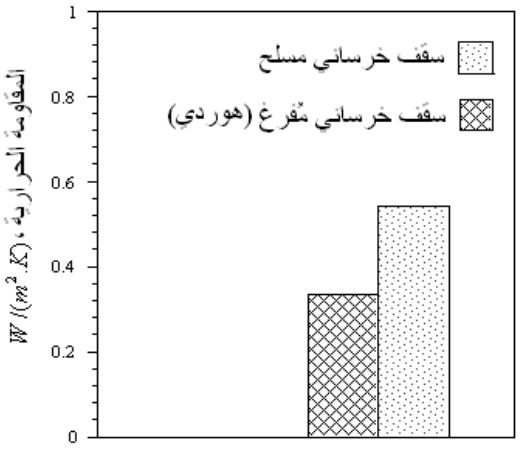
المُختلفة، بالإمكان حِساب المُقاومة الحرارية (الشكل رقم 9). ويُلاحظ من هذا الشكل أن استخدام السقف الخرساني المُفرغ (الهوردي) يُحسن المُقاومة الحرارية بنسبة 38 % (المُعادلة 4)، مُقارنة بالسقف الخرساني المُسلح.

المقاومة الحرارية للأرضية

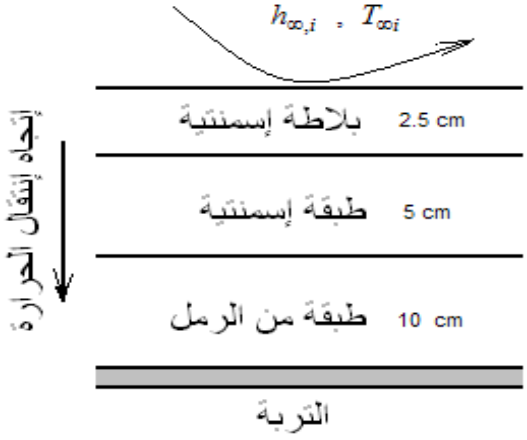
يوضح الشكل (10) الهيئة الإنشائية لأرضية المباني السكنية بمدينة البيضاء، بالأخذ في الاعتبار المُعادلة (3) بالإمكان صياغة المُقاومة الحرارية الكلية للأرضية كالتالي :

شكل رقم (7) : السقف الخرساني المُسلح.

شكل رقم (8) : السقف الخرساني المُفرغ (الهوردي).



شكل رقم (9) : المُقاومة الحرارية لأنواع السقف.



شكل رقم (10) : الشكل الإنشائي للأرضية.

$$R_{Floor} = (1/h_{\infty,i}) + R_{PS} + (l/k)_{CL} + (l/k)_S \quad (18)$$

وحدود المُعادلة السابقة تُمثل وبالترتيب من الأول إلى الرابع المُقاومة الحرارية لكل من ؛ سطح الأرضية بداخل المبني السكني، والبلاطة الإسمنتية، وطبقة الخلطة الإسمنتية، والتربة. بالأخذ في الاعتبار المُعادلة (19)، والبرامترات المُختلفة المُتواجدة بها يتضح أن المقدار الكمي للمُقاومة الحرارية للأرضية $0.324 \approx W/(m^2.K)$، وهذا مِقدار صغير يُدلل على فقد حراري كبير[1]. يتبين مما سبق، أن المُقاومة الحرارية للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية ؛ الطوب المعزول وغير معزول التجويف، والأنماط الإنشائية المُختلفة للجدران – والسقف والأرضية – عدا السقف الخرساني المفرغ، هي أقل من الواحد الصحيح، وهذا ما يفسر مِقدار الفقد الحراري الكبير التي تعانيه المباني السكنية بمدينة البيضاء [1]. عموماً، يتيح تشييد حائط مُركب مُزدوج، و سقف خرساني مُفرغ (هوردي) للمباني السكنية الفرصة في توفير الطاقة الحرارية، على مدار فصول السنة، مما يوفر قدراً لا بأس به من الطاقة، إلا أنها مُكلفة اقتصادياً. بينما المُقاومة الحرارية للهيئة الإنشائية للأرضية فهي قليلة جداً، مما يُحتم البحث على أنماط إنشائية أخري للأرضية تُمكن من تقليل الفقد الحراري، وليستهدف البحث الرفع من القيمة المِقدارية للمُقاومة الحرارية للمُكونة الإنشائية، من الواحد صحيح إلى إثنين، فهذا سيوفر من مُعدل الفقد الحراري بنسبة 50 % (المعادلة 4).

وتُدلل المادة العازلة المُظافة في تجويف الطوب، و الحائط المُركب المُزدوج، والسقف الخرساني المُفرغ (الهوردي)، على توافر إمكانيات بحثية تحليلة منها وتجريبة، لمواد يمكن إضافتها مع المواد الإنشائية لكل من الطوب، أو أنماط إنشائية أخرى لكل من ؛ الجدران والسقف والأرضية، كُل لغرض الرفع من المُقاومة الحرارية.

وأخيراً، تتوافر بعض الخيارات التقليدية، وغير التقليدية بالإمكان استخدامها للمباني المُشيدة حالياً لتساعد على الحد من الفقد الحراري عبر المُكونات الإنشائية للمباني السكنية، إلا أنها تحتاج إلى دراسات تحليلة واقتصادية، والتي منها :

- استخدام ستائر على السطح الداخلي للمبني السكني.
- عزل السطح الداخلي أو الخارجي لجدار المبني السكني بمادة عازلة، مع ترتيبها في إطار معدني.
- عزل السطح الداخلي أو الخارجي لسقف المبني السكني بمادة عازلة، مع ترتيبها في إطار معدني.
- استخدام فرش أرضي ذو مُوصلية حرارية مُنخفضة لأرضية المبني السكني.
- استخدام الأنظمة الشمسية السالبة أو الفاعلة.

الاستنتاجات

الدراسة الحرارية التحليلية للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية أتاحت ما يلي :

- استخدام مادة عازلة بتجاويف الطوب الإسمنتي يُساهم في الحد من الفقد الحراري، و هذا يُدلل على إمكانية معالجة الطوب الإسمنتي صناعياً لغرض خفض مُوصليته الحرارية، و بالتالي الرفع من مقاومته الحرارية.
- يساهم الحائط المُركب المُزدوج المُستخدم لمادة عازلة بين جداريه على الحد من الفقد الحراري بنسبة 41.7 % مُقارنة بالحائط المُركب البسيط غير المُستخدم لطوبة معزولة التجويف.
- يَحد السقف الخرساني المُفرغ (الهردي) من الفقد الحاري بنسبة 38 % مُقارنة بالسقف الخرساني المُسلح.
- إمكانية توافر أنماط إنشائية أخري تساهم كثيراً في رفع المِقدار الكمي لكل من؛ الجدار الخارجي والسقف والأرضية، وبالتالي الحد من الفقد الحراري للمبني السكني.

كما توصي الدراسة بما يلي :

- إرساء ثقافة هندسية تهتم بتوعية المواطن بضرورة تبني سُبل العزل الحراري للمباني السكنية.
- دعم قروض البناء المُتاحة للمواطنين لغرض تغطية النفقات الإضافية للعزل الحراري للمباني السكنية.
- توجيه العمل البحثي لطلبة برامج الدراسات العليا، لأغرض إيجاد أنماط جديدة للمُكونات الإنشائية للمباني السكنية تُساهم في الرفع من مُقاومتها الحرارية، وبالتالي التقليل من فقدها الحراري.
- إنشاء مركز وطني يُعنى بضمان جودة المباني السكنية، وليوثق احتياجاتها الطاقية، وإعداد معايير ومواصفات لها، آخذاً في الاعتبار مبادئي ترشيد الطاقة عند تشييد المباني السكنية.

المراجع

[1] Amhalhel, G. A and Abdul-Wahab, W. A. (The Role of The Residential Building Structure on The Energy Consumption: El-Beida City – A case Study) (in Arabic), Proceedings of The First Conference on Building Establishments in Desertification Districts, Sabah University, Faculty of Engineering Science and Technology - Brak-Great Jamahiriya, 22-24 December (2008).

[2] ASHRAE Hand Book of Fundamentals Volume, American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 1989.

[3] El-Joudy Kalled. (Refrigeration and Air Conditioning) (in Arabic), El-Basra University, 1986.

[4] Kreith Frank and Black Z. William Black., (Basic Heat Transfer), Harper & Row, Publishers, New York, 1980.

[5] Threlkeld, L. James., (Thermal Environmental Engineering), 2 nd. ed, Prentice-Hall, Inc., New Jersy, 1970.

الرموز المُستخدمة :

A : المساحة، (m^2).
C : التواصلية الحرارية (*thermal conductance*)، ($W/(m^2.K)$).
E : عامل الطاقة الحرارية، (لابعدي).
h : مُعامل الحمل الحراري ($W/(m^2.K)$).
H : إرتفاع الطوبة في الجدار (m)..
k : المُوصلية الحرارية، ($W/(m.K)$).
l : سُمك مُكونة المبني،(m).
Q : مُعدل الطاقة الحرارية، (W).
R : المُقاومة الحرارية، ($W/(m^2.K)$).
t : سَمك الجدار (m).
T : درجة الحرارة، (^oC)
U : المُعامل الكلي لانتقال الحرارة ($W/(m^2.K)$).
W : عِرض الطوبة في الجدار (m).

حوض مرزق ودوره الحيوي في النمو العمراني لمنطقة سبها

عبد الخالق محمود السالم
أستاذ مشارك، قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة – جامعة المرقب

رمضان مفتاح الضعيف
أستاذ مشارك، قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة - جامعة المرقب
hasanelmazoghi@garyounis.edu

م. فاطمة الديب
طالبة ماجستير، قسم موارد
أكاديمية الدراسات العليا

الملخص

منذ القدم تعتبر المياه من أهم المصادر الحيوية و لها دور كبير في التطور العمراني للمناطق المتوفرة فيها. دائما تتكون المجمعات السكنية حول الأنهار و تتطور تلك المناطق زراعيا و تجاريا و عمرانيا. لكون ليبيا لا توجد فيها مصادر طبيعية للمياه السطحية مثل الأنهار و الجداول، لذا بعض أجزاءها تعتمد على مياه الأمطار الساقطة مثل منطقة الجبل الغربي و الجبل الأخضر و التي يكون فيها المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة يصل إلى 400 ملم أو أكثر. أما

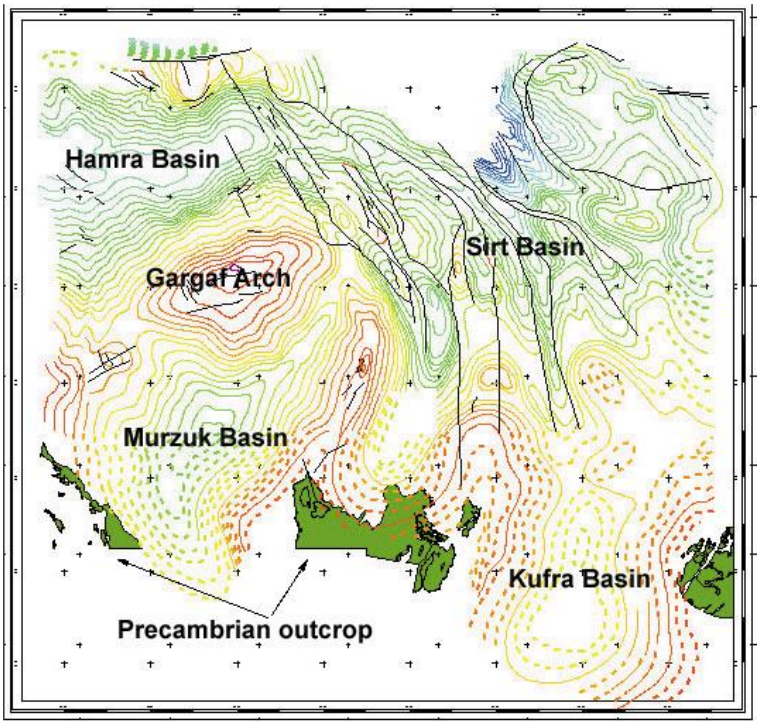
المناطق الصحراوية الجافة من ليبيا مثل منطقة الجنوب الغربي فإنها تعتمد بشكل كامل على ما موجود فيها من طبقات مائية سواء كانت محصورة و غير محصورة. في هذه المناطق المعدل السنوي للأمطار الساقطة يقع بين 20 ملم إلى صفر. سبها هي إحدى الشعبيات الخمسة الواقعة في منطقة الجنوب الغربي و تعتمد اعتمادا كاملا على مياه حوض مرزق. في هذه الورقة البحثية تم دراسة الحوض من الناحيتين الهيدرولوجية و الجيولوجية وذلك لأهميته و لدوره الكبير على استمرار الحياة و النمو العمراني و الزراعي و التجاري و الصناعي في المنطقة. الدراسة في هذه الورقة البحثية بينت العلاقة بين التكوين الجيولوجي للطبقات المائية للحوض و الحالة الهيدرولوجية له و كمية و نوعية مياه الآبار المحفورة في المنطقة. من الاستنتاجات في هذه الورقة البحثية تم وضع توصيات للمواطنين المستفيدين من مياه الحوض و للجهات ذات العلاقة المسؤولة على حفر الآبار بكيفية استغلال مياه الحوض بالأسلوب الأمثل و الاستفادة منها لفترة زمنية أطول لا يسبب أضرار للحوض و لا لسكان المنطقة و للمحافظة عليها من التلوث علما بأن المياه الجوفية لأغلب الطبقات المائية للحوض هي مياه غير متجددة و غير مستديمة لندرة سقوط الأمطار في تلك المنطقة.

المقدمـة :

تعتبر ليبيا إحدى أكبر الدول الأفريقية و تقع في شمالها وهي ذات مساحة واسعة تبلغ حوالي 1.76×10^6 كم^2. إحداثياتها الجغرافية 17 E و 25 N . تشكل الصحراء حوالي 98% من مساحتها و تغطي كامل جزءها الجنوبي و المناخ فيها صحراوي حار. تصل درجة الحرارة خلال الصيف في المناطق الصحراوية الواقعة في الجنوب و الجنوب الغربي إلى 50 م^o و تزيد الفترة المشمسة فيها على 12 ساعة يوميا. تعتبر منطقة الجنوب الغربي منطقة صحراوية جافة لكون المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة عليها يقع بين الصفر و 20 ملم (Ali, Sh. and Adeloye, A. 2002) بينما في مدينة شحات بالجبل الأخضر يصل إلي حوالي 600 ملم و مدينة طرابلس يصل إلى 380 ملم كما مبين في الخارطة المرقمة (1) . لهذا السبب تعتمد هذه المنطقة اعتمادا كاملا على المياه الجوفية لحوض مرزق.

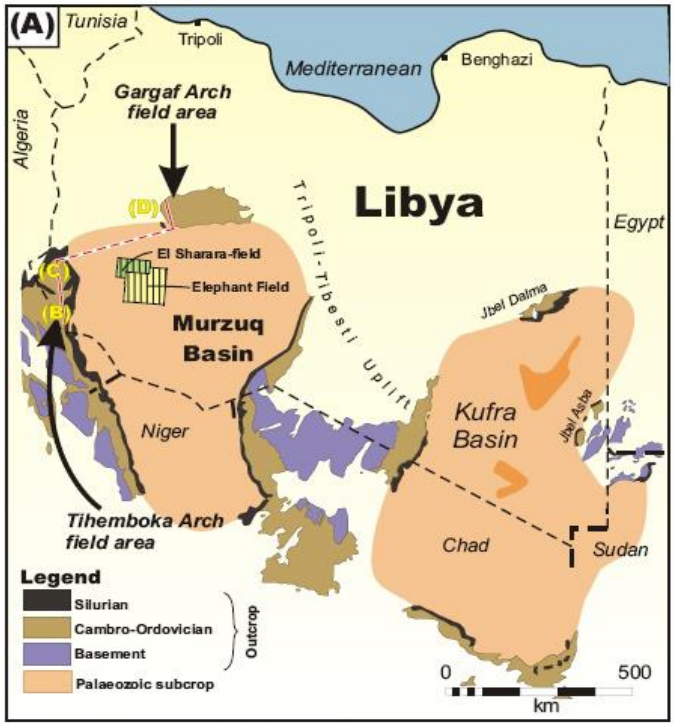
جغرافية حوض مرزق

يعتبر حوض مرزق من أهم الأحواض الخمسة الموجودة في ليبيا وهي سهل الجفارة ومرزق والحمادة الحمراء والكفرة والسرير والجبل الأخضر. يعتبر حوض مرزق من أكبر الأحواض الواقعة في شمال أفريقيا (Nuri, M. F., and Litha, A.M., 2003) كما مبين في الشكل رقم (1) . منطقة الحوض داخل ليبيا محصورة بين خط طول 9^0 وخط 16^0 شرقا وبين دائرة عرض 22^0 ودائرة عرض 28^0 شمالا. يغطي حوض مرزق كامل الجزء الجنوبي الغربي من ليبيا و يبعد عن البحر بمسافة حوالي 800 كم شمال طرابلس (Hamarbatan, N., Ajaily, A. & Hassan, A., 2006). تبلغ مساحة الحوض 18% من إجمالي مساحة ليبيا. يقع الحوض في شمال ليبيا. يحد منطقة الحوض من الغرب الحدود الجزائرية و من الشرق مرتفعات بن غنيمة والهروج الأسود و من الشمال حوض الحمادة الحمراء و من الجنوب الحدود التشادية النيجرية. تشكل مرتفعات القرقاف (جبل الحساونة) فاصلا بين حوض مرزق وحوض غدامس من الناحية الشمالية. يمتد حوض مرزق داخل الحدود النيجرية حيث يعرف هناك بحوض جادو، ويمتد غربا داخل الحدود الجزائرية حيث يتصل هيدروليكا مع حوض اليز (Le Herson, D. P., 2006) و (Pyke G. et al., 2006) و (Lioyd, J. W., 2007) كما مبين في الشكلين المرقمين (2) و (3). مساحة الحوض تصل إلى 0.4×10^6 كم^2 . المخزون المائي للحوض حوالي 45×10^3 كم^3 .تتكون المنطقة التي يقع فيها الحوض من مسطحات رملية واسعة تتخللها بعض السلاسل الجبلية والوديان مثل جبل تبستي بالغرب وجبل فزان بالشمال وجبل القضة بالشرق ووديان الشاطىء والحياة بالوسط. تقع في منطقة الحوض خمسة شعبيات و هي سبها و غات و مرزق و وادي الحياة و وادي الشاطئ كما مبين في الخارطة رقم (1). يشكل سكان المنطقة نحو 6% من إجمالي عدد سكان ليبيا. أعماق مستوى الماء الجوفي في سبها تتراوح من (100 إلى 150) م تحت مستوى سطح الأرض. تعتبر منطقة الحوض جافة لكون المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة على المنطقة يقع بين الصفر و 20 ملم (Ali, Sh. and Adeloye, A. 2002) كما مبين في الخارطة المرقمة (2) .



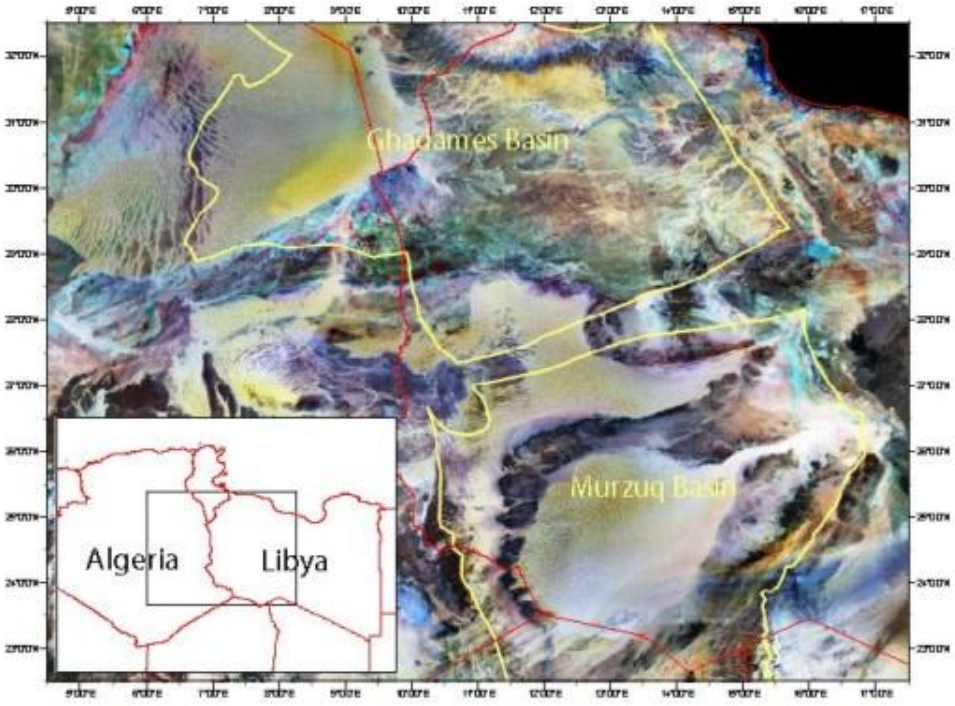
الشكل رقم 1 الأحواض الخمسة الرئيسية للمياه الجوفية في ليبيا.

(Rusk, 2001 & 2002)

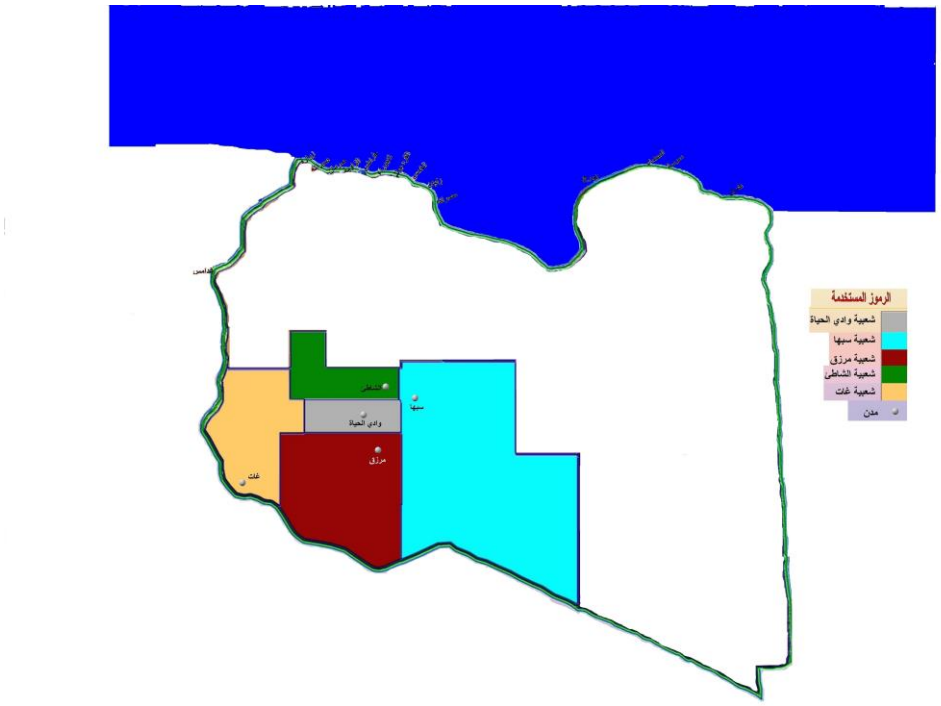


الشكل رقم 2 امتداد حوض مرزق.

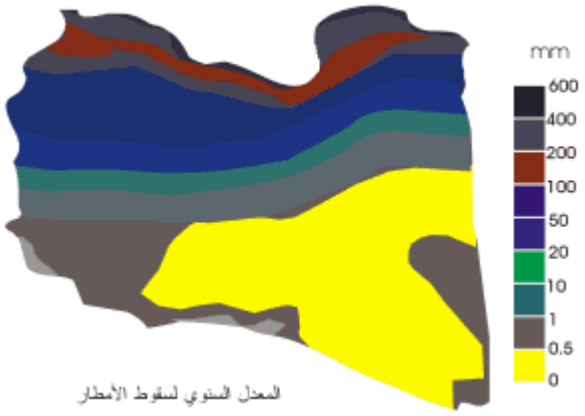
(Le Herson, D. P., 2006)



الشكل رقم 3 موقع حوض مرزق (Pyke G. et al., 2006).



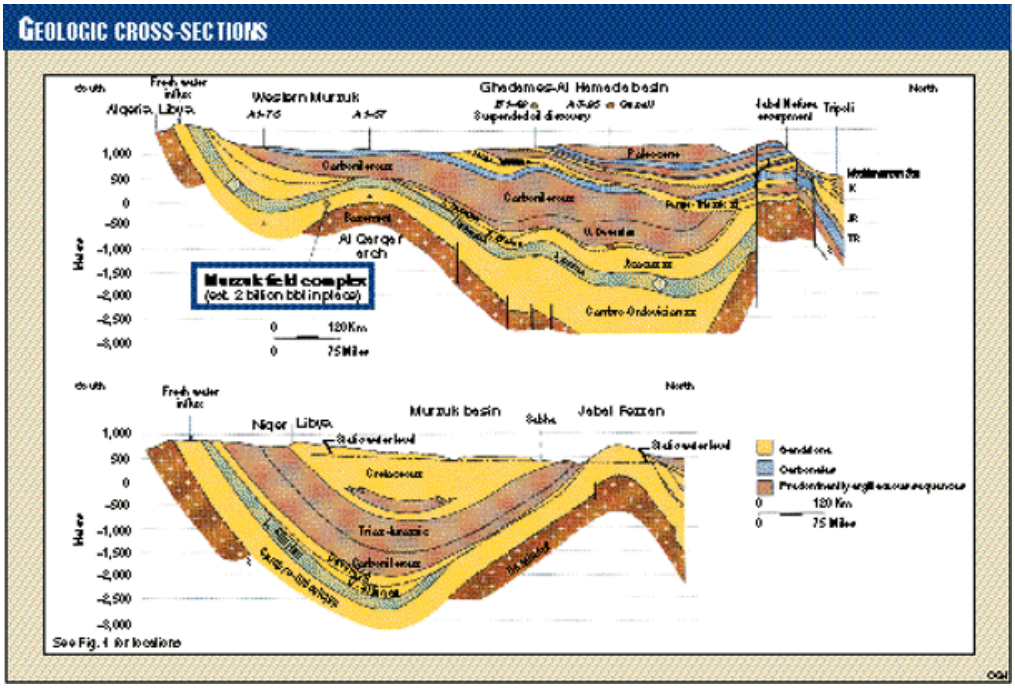
الخارطة رقم 1 شعبيات سبها و غات و مرزق و وادي الشاطئ و وادي الحياة الواقعة في منطقة حوض مرزق (منطقة الجنوب الغربي من ليبيا).



الخارطة رقم 2 معدل العمق السنوي لمياه الأمطار الساقطة على ليبيا..

التركيب الجيولوجي لحوض مرزق

التركيب الجيولوجي لحوض مرزق معقدا جدا. يوجد بالحوض خزانان جوفيان رئيسيان تفصل بينهما طبقة صماء من الطين والصلصال، و هما الخزان العلوي و الخزان السفلي. الخزان الأكبر هو الخزان السفلي (Lloyd, J. W., 2007 and Pallas, 1980) كما هو مبين في الشكل رقم (4).



الشكل رقم 4 التركيب الجيولوجي لحوض مرزق
(Lloyd, J. W., 2007 and Pallas, 1980)

الخزان السفلي لحوض مرزق

يمتد هذا الخزان طوليا بشكل كامل على طول الحوض. امتداده من الجنوب للجنوب الغربي و للجنوب الشرقي من ليبيا. في الجنوب الشرقي تظهر أحجار الطبقات الصماء للخزان إلى مستوى سطح الأرض. يحد الخزان من الشمال جبل الحساونة و من الشمال الشرقي منطقة هون. يتكون الخزان من طبقات مائية محصورة تفصل بينها طبقات طينية صلدة. هذه الطبقات عميقة و سميكة و المياه الجوفية فيها لا تزال غير مستغلة. من تحريات شركات النفط تم توقع عمق الخزان من 1300 إلى 2000 م تقريبا. يحتوى الخزان على مياه جوفية قديمة جدا و ذات نوعية جيدة حيث الملوحة الكلية لها تقع بين 150 إلى 1000 (جزء بالمليون) وتكون صالحة للشرب و للاستعمالات البشرية الأخرى. الخزان لا يتغذى من الأمطار الساقطة داخل الأراضي الليبية و لكنه يتغذى من مناطق خارج ليبيا. لذا تعتبر المياه الجوفية لهذا الخزان متجددة من خارج ليبيا. الطبقات المائية متكونة من أحجار رملية تفصل بينها طبقات طينية صماء. معامل الانتقالية للخزان يتغير من 1×10^{-3} إلى 1×10^{-2} (م^2/ثانية) و معامل التخزين يتغير من 1×10^{-3} إلى 1×10^{5} (الشاوي، 2002).

الخزان العلوي لحوض مرزق

يتكون الخزان من مجموعة من طبقات مائية محصورة و أخرى طبقات مائية غير محصورة تفصل بينها طبقات طينية صماء. الطبقات المائية مختلفة عن بعضها بالسمك و بالاتساع و بنوعية و كمية المياه الجوفية الموجودة فيها. سمك هذه الطبقات المائية يتراوح بين 40 إلى 1200 م. سمك الحوض يزداد من حدود الحوض باتجاه وسطه حيث السمك الأقصى للخزان يكون في وسط الحوض و يصل إلى أكثر من 1200 م. يمتد الخزان على معظم مساحة الحوض من شمال شعبية سبها حتى حدود النيجر في الجنوب. مياه هذا الخزان ذات نوعية متفاوتة حيث أن الملوحة في الطبقات المائية المحصورة تقع بين 160 إلى 480 (جزء بالمليون)، و في الطبقات المائية غير المحصورة تقع بين 1000 إلى 4000 (جزء بالمليون). مياه الخزان قديمة جدا و غير متجددة و غير مستديمة لعدم تغذيتها بسبب ندرة سقوط الأمطار على منطقة الحوض طيلة السنة. التربة المسامية لبعض الطبقات المائية متكونة من الأحجار الرملية و للبعض الآخر متكونة من الرمل المتوسط و الرمل الخشن. مسامية الحوض تتراوح من 15% إلى 30%. اتجاه جريان المياه الجوفية في الخزان من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي من منطقة الخزان. معامل الانتقالية للخزان يقع بين 2.8×10^{-3} إلى 1.3×10^{-2} (م^2/ثانية) و معامل التخزين للحوض 2×10^{-4} (الشاوي، 2002).

استغلال مياه حوض مرزق

لقد تم استغلال جزء من مياه الحوض في منطقة الجنوب الغربي من ليبيا لأغراض الشرب و للاستعمالات المنزلية الأخرى و للزراعة و الصناعة و ذلك عن طريق حفر عدد كبير من الآبار بأعماق متفاوتة موزعة في مؤتمرات الشعبيات الخمسة الواقعة في منطقة الحوض. الجزء الأكبر من المياه المستغلة يتم استعمالها للأغراض الزراعية في المزارع الخاصة و المشاريع الزراعية الاستيطانية التي تنفذها الدولة. إضافة لذلك العمل جاري حاليا لنقل جزء من هذه المياه عبر منظومة النهر الصناعي للمناطق الشمالية من البلاد لتعويض النقص في المياه بهذه المناطق. خلال الفترة من 1960 إلى 1970 بلغ عدد الآبار الارتوازية المحفورة من قبل المواطنين في شعبية وادي الشاطئ 180 بئر و بتدفق ذاتي حوالي 90×10^6 (م^3 /سنة).هذا أدى لحدوث خلل في التوازن الهيدروجيولوجي و انخفاض الضغط الارتوازية للآبار بمعدل يصل إلى متر سنويا. عدد الآبار الخاصة المحفورة في سبها حوالي 3500 بئر تضخ المياه من الطبقات المائية للخزان العلوي. كمية المياه المستغلة بواسطة المواطنين في الزراعة حوالي 195×10^6 م^3 /السنة و المجموع الكلي للمياه المستغلة في المنطقة يصل إلى 630×10^6 م^6 /سنة . هذا السحب المتزايد من الحوض أدى لزيادة ملوحة المياه

المنتجة من الخزان العلوي. الجدول رقم (1) يتضمن خلاصة المعلومات التي تخص الآبار المحفورة في المنطقة و التي تضخ المياه الجوفية من الحوض. بسبب تزايد الاحتياجات المائية التي يتم توفيرها من المخزون الجوفي لحوض مرزق نتج حصول هبوط موضعي في منسوب المياه الجوفية للطبقات المائية غير المحصورة لعدة مناطق. وصل معدل الهبوط في أكشدة إلى 2.3 م/السنة و في تهالا إلى 1.7 م/سنة و في سبها إلى 0.97 م/السنة. شهدت مناطق وادي الشاطئ ارتفاع ملوحة المياه نتيجة تسرب المياه المالحة من طبقات ذات ملوحة عالية إلى طبقات ذات ملوحة مقبولة المستغلة في هذه المنطقة.

جدول رقم 1 معلومات هيدرولوجية عن الآبار المحفورة في الشعبيات الخمسة لمنطقة حوض مرزق.

الشعبية	نوع الطبقة المائية	عمق الآبار المحفورة (م)
سبها	غير محصورة	20 إلى 70
	محصورة	70 إلى 1500
وادي الحياة	غير محصورة	20 إلى 700
	محصورة	إلى أكثر من 1000
وادي الشاطئ	غير محصورة	لغاية 200
	محصورة	لغاية 700
غات	غير محصورة	50 إلى 100
	محصورة	100 إلى 500
مرزق	غير محصورة	50 إلى 100
	محصورة	800 إلى أكثر من 1500

الأهمية الزراعية لحوض مرزق

تنتشر في منطقة حوض مرزق حوالي 40 واحة أهمها سبها التي تشكل المركز الإداري للمنطقة إضافة إلى واحات وادي الشاطئ و ادري وأم الأرانب و أوباري و غات و مرزق و القطرون و الزيغن وغيرها من الواحات. إضافة لذلك توجد مزارع عديدة خاصة و عامة.

بلغ إجمالي المساحة المزروعة في منطقة الحوض خلال عام 1972حوالي 10×10^3 هكتار معظمها كان مستغل لإنتاج التمور حيث شكل النخيل في ذلك الوقت 50% من إجمالي عدد النخيل في البلاد البالغ 1.3×10^6 نخلة. زادت الأهمية الزراعية للحوض حيث في عام 2000 وصل إجمالي المساحة المزروعة في منطقة الحوض حوالي 21×10^3 هكتار من الحبوب وحوالي 23×10^3 هكتار من الفواكه و 13×10^3 هكتار من الخضروات . منطقة حوض مرزق تمثل ثاني أكبر منطقة بعد سهل الجفارة في زراعة الحبوب و الخضروات، وثالث منطقة في زراعة الفواكه.

الأهمية الصناعية لمنطقة الحوض

الرمال في منطقة حوض مرزق تشكل مصدرا للعديد من الخامات المعدنية ومنها الكوارتز والطين التي يعتمد عليها في العديد من الصناعات ومنها الزجاج والخزف. تنتشر الرمال الغنية بهذه المعادن في مناطق غات و تكيموت و أباري و أناي. تعتبر الأحجار الرملية الموجودة في تكوينات أدري نوع جيد من الصخور المستعملة في الأعمال الإنشائية. تستخدم الأحجار الطينية الموجودة في تكوينات دمبابة و تاروت في صناعة الخزف. تستخدم الصخور الموجودة ضمن تكوين المحروقة في صناعة الأسمنت. تستخدم رمال المنطقة في صناعة قوالب البناء و الآجر. تعد منطقة وادي الشاطئ من أهم المناطق الغنية بخامات الحديد ضمن تكوينات دمبابة و تاروت و أشكده. أثبتت الدراسات أن الطبقة السطحية من التربة الرملية في منطقة وادي الشاطئ تحتوي على طبقات رقيقة من الفوسفات إضافة إلى خامات الحديد التي تقدر كمياتها حوالي 3.5×10^9 طن تتواجد على هيئة عدسات أفقية، و تنتشر خامات المنجنيز في مناطق أدري والقطة.

الاستنتاجات

من هذه الدراسة تم استنتاج الأضرار التي حصلت و التي ستحصل للمنطقة بسبب الاستغلال المفرط للمياه غير المتجددة للحوض وهي كما يلي:-

1. حصول هبوط حاد في منسوب الماء الجوفي في الطبقات المائية غير المحصورة.
2. حصول تدني لنوعية الماء الجوفي في الطبقات المائية للحوض.
3. حصول جفاف للعيون الموجودة في منطقة الحوض.
4. زيادة حدة التصحر و زحف الكثبان الرملية على الواحات.
5. انحسار الغطاء النباتي الصحراوي الطبيعي في المنطقة ومنه أشجار النخيل.
6. نضوب المياه الجوفية للحوض وحرمان أهالي المنطقة من المخزون الاستراتيجي للمياه الجوفية الضرورية لاستمرار الحياة على تلك المنطقة.

التوصيات

1. السيطرة على أسلوب حفر الآبار في كل أرجاء المنطقة من قبل الهيئة العامة للمياه و الحد من الحفر العشوائي للأبار الخاصة لأغراض الزراعة.
2. التعويض عن الآبار المحفورة التي تعطي مياه جوفية مالحة أو ملوثة بالحديد و بالمنغنيز و ذلك بحفر مجموعة جديدة من الآبار في طبقات مائية ذات نوعية جيدة.
3. توجيه المزارعين و أصحاب المزارع الخاصة في منطقة الحوض بكيفية حفر الآبار في مزارعهم و كيفية استغلالها.
4. تجنب التبذير باستعمال مياه الآبار.
5. الإشراف و المتابعة بشكل مستمر من قبل الهيئة العامة للمياه على المزارعين في المزارع الخاصة و مزارع الدولة مع تقديم النصائح لهم و معالجة المشاكل التي تواجههم فيما يخص اختيار الموقع الملائم لحفر البئر و المواصفات الفنية للبئر و كيفية الحفر و التشغيل و الصيانة إضافة للدعم المادي و الفني.
6. تركيب عدادات على الآبار و تحديد حصص مائية لكل مزرعة خاصة أو عامة حسب الإمكانيات المتاحة للمياه الجوفية في المنطقة.

7. تشجيع الأنشطة الاقتصادية ذات الاستهلاك الأقل للمياه.
8. الابتعاد عن الزراعة التي يكون الغرض منها هو الكسب المادي على حساب المياه.
9. عقد اجتماعات دورية مشتركة للشعبيات الخمسة الواقعة في منطقة حوض مرزق على أن تضم المواطنين و الجهات ذات العلاقة لغرض التعرف على حالة الحوض مع وضع برامج للدراسات المستقبلية للحوض.
10. إقامة الأنشطة الإرشادية العلمية و الاقتصادية و البيئية مع عقد مؤتمرات و ندوات و ورشات عمل و إصدار النشرات المتعلقة بالمياه الجوفية لغرض توعية و إرشاد المواطنين المستفيدين من مياه الحوض لإتباع الأسلوب الأمثل أثناء الاستهلاك.
11. التركيز على زراعة المحاصيل الشتوية خاصة الحبوب و الحد من زراعة المحاصيل ذات الاستهلاك المائي الكبير.
12. حفر مجموعة من آبار المراقبة و تسجيل المعلومات بصورة دورية لغرض مراقبة مناسيب و نوعية المياه في الطبقات المائية للحوض.

المراجع

1. الطاهر علي الشاوي، 2002، استغلال المياه الجوفية غير المتجددة بمنطقة حوض مرزق و آثاره البيئية، دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في علم المياه و البيئة، رسالة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة السابع من أبريل.

References

1 Pallas, P. (1980), Water Resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. In: The Geology of Libya, Vol. II. Academic Press, London, pp. 539 – 594.

2 Rusk, D.C.,2001, Libya: Petroleum Potential of the UnderexploredBasin Centers – A Twenty- First – Century Challenge: AAPG Memoir 74, pp. 429-452.

3 Rusk, D.C., Libya: Petroleum Potential of the UnderexploredBasin Centers – A Twenty- First – Century Challenge: Search and Discovery Article ,10025, 2002.

4 Shaki, A. and Adeloye, A. J., 2002, Ground Water Management and Situation in Murzuq Basin, South West Libya, Civil and Offshore Eng, Heriot-Watt Univ, Riccarton, Edinburgh, U. K.

5 Nuri M. F. and A. M. Litha , 2003, Depositional Environments of the Upper Ordovician Mamuniyat Formation, NW Murzuq Basin, Libya, AAPG HEDBERG CONFERENCE, Paleozoic and Triassic Petroleum Systems in North Africa, February 18-20, 2003, Algiers, Algeria.

6 Shaki, A.A., Adeloye, A.J., 2006. Evaluation of Quantity and Quality of Irrigation Water at Gadowa Irrigation Project in Murzuq Basin, Southwest Libya. Agricultural Water Management 84, 193–201.

7 Shaki (2006). PhD thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh, U.K.

8 Shaki, A.A., Adeloye, A.J., 2006, Groundwater Management and Situation in Murzuq Basin, South West Libya, Civil and Offshore Eng., Heriot-Watt University, Edinburgh, U.K.

9 Pyke, G., P. Corbett, A. Gardiner, J. Redfern, 2006, Controls on Reservoir Quality within the Cambro-Ordovician Sandstones of the Saharan Platform, Basin Evolution and Geochemical Modeling, North Africa Research Group, NARG Research: Ordovician Reservoir Characterisation of the Murzuk and Ghadames Basins- Libya.

10 Le Hersan, D. P., 2006, Late Ordovician Glaciogenic Reservoir, Published paper in Marine and Geology 23 (2006) 655-677.

11 Lloyd, J.W., 2007, The Difficulties of Regional Groundwater Resources Assessments in Arid Areas, School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, U.K

K_Almaliki@yahoo.com

الملخص :

البيئة الصحراوية إحدى أنواع البيئة المناخية التي تسود أكثر من 80% من مناطق الوطن العربي كما وتشكل ما يقارب 95 % من مساحة الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى ، وهذا يؤكد أثرها الواضح في ما كان عليه وما يجب أن تكون عليه البيئة المبنية بنسيجها العمراني الحضري العام ومبانيها ، بل وعناصر تلك المباني وتفاصيلها وأسس تصميمها .

يتناول البحث علاقة البيئة الصحراوية بالبيئة المبنية ومن ثم علاقتها بالعمران وكذلك بالبيئة المعمارية متناولاً العمران والعمارة في جنوب الجماهيرية كأمثلة ساندة لما يطرحه البحث من فكر وإطار نظري لينتهي بخاتمة تضمنت خلاصة واستنتاج لما تقدم ، هادفاً من كل ذلك الخروج بمؤشرات تخطيطية وتصميمية للبيئة العمرانية والمعمارية في البيئة الصحراوية في محاولة لتحقيق بيئة متكاملة فراغياً ومناخياً تلبي حاجات الإنسان وتتجاوب معه مرشدة في استهلاك الطاقة، وتحافظ على هوية العمارة وكذلك خصوصيتها. أن تحقيق عمارة عربية معاصرة في بيئة صحراوية حارة وجافة تتواصل مع ماضيها وتحافظ على هويتها يكون بالعودة إلى البيئة التقليدية ، حيث قدمت حلول مناخية ناجحة و كفوءة ، مما يسهم في ترشيد استهلاك الطاقة التي أثقلت كاهل الفرد والمجتمع .

المقدمة : البيئة الصحراوية والبيئة المبنية

البيئة واحدة من المفردات والتعبيرات المهمة التي كثر استعمالها والتي تتضمن مجموعة من المعاني يستخدمها الإنسان وباستمرار [1، ص 17] وتعني كل ما يحيط الإنسان من طبيعة ومجتمعات بشرية ونظم اجتماعية وعلاقات شخصية ، وهي وراء حركة الكائن الحي ونشاطه ، فتعامل الفرد مع بيئته متواصل والأخذ والعطاء بينهما مستمر. [2، ص 195] وتتأثر أنظمة الحياة على الأرض بطريقة أو بأخرى بالبيئة والتي تتضمن كل العناصر المكونة للعالم الخارجي التي تتفاعل وتتبادل التأثير مع الفرد، وبالتالي فان كل فعل عمراني ومعماري يؤثر ويتأثر بالبيئة باعتبار العمارة هي البيئة التي يصنعها الإنسان للتفاعل مع بيئته الطبيعية وهذا ما يجب أن يضعه المعماري والمصمم في اعتباره وهو يتخذ كل قراراته التصميمية والتخطيطية [3، ص 3-15].

كانت الأرض العربية مهداً لظهور الجنس البشري، فقد صاحبت ظهور الإنسان على سطح الأرض ظروف مناخية تختلف عن الظروف المناخية السائدة في الوقت الحاضر ، حيث تمتعت الصحراء الكبرى وصحراء شبه الجزيرة العربية بالدفء والمطر فكانت بذلك من أكثر مناطق العالم ملائمة لحياة الإنسان وتطوره الحضاري لصلاحيتها لنمو الحشائش

والأشجار و ملائمتها لمعيشة حيوان الصيد وسماحها للإنسان بحرية الحركة والتجول أكثر مما تسمح به المناطق الباردة والمضرسة ، وعندما زال الجليد وانتهت العصور المطيرة هاجر الإنسان والحيوان منها إلى المناطق المجاورة [4، ص95] ، ويمكن تقسيم الوطن العربي إلى خمسة أقاليم رئيسة ، وهي تتمثل بـ (إقليم المناخ الصحراوي، والإقليم المناخي شبه الصحراوي (شبه الجاف)، ومن ثم إقليم المناخ السوداني، وإقليم المناخ الموسمي ، وأخيراً إقليم المناخ المتوسطي) ، ويغطي الأول معظم مساحة الوطن العربي فهو الأكثر سيادة ويغطي أكثر من 80% من مساحته، ويتميز بارتفاع درجة الحرارة صيفاً ومدى حراري كبير حيث ترتفع درجة الحرارة في الصيف إلى أكثر من 50 م^0 وتنخفض في الشتاء إلى ما دون الصفر المئوي في بعض المناطق الصحراوية ، والإقليم الصحراوي جاف (قليل الأمطار) وأمطاره إعصارية حيث تهطل الأمطار أحيانا لمدة ساعة أو عدة ساعات محدثة سيول جارفة ، بينما تمر سنة كاملة لا يسقط فيها مليمتر واحد وخاصة في الصحراء الكبرى ، بل أن بعض جهات الصحراء الكبرى أو صحراء الربع الخالي ربما لا تهطل فيها الأمطار لعدة سنوات [5،ص 67–70] والصحاري مناطق ذات إشعاع شمسي شديد و رياح ترابية ، مع عدم وجود المياه واحتوائها على أقسام متكونة من رمال متحركة والرطوبة النسبية منخفضة في ساعات النهار، أما في الليل فتنخفض درجة حرارة الهواء بحدة وعند وجود درجة حرارة عالية تكون الرياح مصدراً للحرارة الإضافية [6، ص 47]، مثل هذه المؤثرات وغيرها جعلت من عنصر المناخ اكبر العناصر المؤثرة طبيعياً في البيئة المبنية (العمران) إلى جانب كل عناصر البيئة الطبيعية والحضارية (ملحق أ) فنجد مساكن قبائل الطوارق في الصحراء الإفريقية ليست لها مواد بناء ثابتة نظراً لظروف المناخ وطبيعة حياتهم القبلية المتنقلة، لذلك كانت الخيمة المحمولة والحظائر الخفيفة التي تصنع من قوائم من الأغصان وغطاء منسوج من مواد محلية تؤمن الظل، مما جعل طابع عمرانهم من النوع غير الدائم. [7، ص18] .

واستناداً إلى الاعتبارات المناخية نجد أن الأسقف المائلة والنوافذ الواسعة والشوارع العريضة ما زالت من السمات الرئيسة للمدن في المناطق الباردة ، أما في المناطق المدارية الحارة فان احد الاعتبارات المناخية أن تؤخذ بالحسبان هو تقليل نسبة أشعة الشمس المباشرة التي تصل إلى داخل المساكن والمباني [8،ص 50].

إن اثر المناخ الصحراوي (باعتبار المناخ مرجع مؤثر قوي في البيئة الطبيعية والمقصود بالبيئة الطبيعية التي لم يتدخل فيها الإنسان ولم يؤثر في خصائصها أو كان تدخله فيها محدوداً، أما البيئة المبنية فهي التي تعرضت للتشكيل والصياغة أو إعادة الترتيب لخدمة الإنسان [9،ص54]) ، أثره في البيئة المبنية والعمران يستوجب منا ونحن نطرح المعالجات العمرانية والمعمارية للتجاوب مع العوامل المناخية أن نشمل بدراستنا الأثر والمؤثر خصوصاً وان عناصر البيئة الطبيعية

هي المؤثر الثابت للبيئة العامة وتؤثر تأثيرا مباشراً في العمارة والتخطيط ، وتصلح أن تكون الأساس الذي يستند إليه المخطط والمصمم والمعماري في رسم بيئته المبنية معتمداً على المعالجات الطبيعية ، محاولاً مد أواصر التواصل بين الماضي والمستقبل ، حيث أن عمراننا التقليدي جاء استجابة نظرية وعملية لتفاعل الإنسان مع البيئة وبخاصة البيئة المناخية.

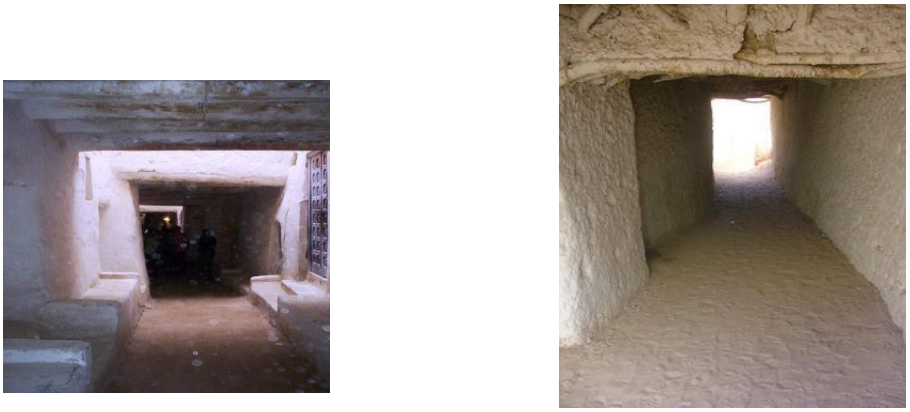
البيئة المناخية الصحراوية والبيئة العمرانية

أن للمحيط الخارجي بعوامله الطبيعية وبشكل خاص المناخية منها ، إلى جانب العوامل الاجتماعية والاقتصادية وغيرها ، أهمية جوهرية في وضع الهيكل التخطيطي للمدينة بل وان أهميته تكون حاسمة بدءاً من اختيار موقع المدينة ومن ثم تخطيطها وتنشئتها وجعلها تنبض بالحياة فتكون بذلك العوامل المناخية مؤثرة باستمرار وعلى مدار السنة ، وفي المناطق الحارة يعتبر الإشعاع المباشر (حيث يتكون النظام الحراري لمحيط المدينة من التعرض المباشر لأشعة الشمس، والإشعاع المعكوس المشتت ودرجة حرارة الهواء المشتتة منه [6، ص 18]) من العوامل المؤثرة بأكبر شدة على محيط المدينة ، ويمكن بواسطة الوسائل التخطيطية للمدينة أن نقلل ونخفف كثيراً من تأثير الإشعاع المباشر، وذلك بإتباع طرق الري، وتكوين الظلال، والتشجير الخاص فعند تخطيط المدينة تقسم مساحتها الأرضية بطريقة تجعل المباني تتعاقب مع الفراغات الأرضية المفتوحة مما يساعد على تغيير الهواء ويقلل من السخونة المفرطة ، ولأجل تقليل الحمل الحراري (كمية الحرارة) لابد من الارتباط الوثيق بين توجيه المباني ، والتعريض لأشعة الشمس ، والتهوية ، وارتفاع المباني وكثافة البناء [6،ص17،ص27] مع ضرورة إيجاد مساحة كافية للمغروسات الخضراء حيث تلعب هذه المغروسات دوراً فعالاً في توهين الإشعاع الشمسي وتبعاً لكثافتها ينخفض الإشعاع إلى 86% بالمقارنة مع ما هو عليه في الساحات أو الميادين المكشوفة. و تستخدم في المباني في مناطق المناخ الحار الجاف وعلى نطاق واسع إنشاءات سياجيه تسويرية أو أسوار محيطة ذات سعة حرارية كبيرة مهمتها الوقاية من حر النهار، وتستخدم أيضا إنشاءات واقية من الضوء الساطع وسطح الأرض في هذه المناطق يعكس كمية كبيرة من الحرارة والضوء، ومن الخصائص المميزة لتخطيط المدن والمناطق السكنية فيها خاصة، التركيب المقفل للمباني وكثافتها العالية ، وهذا الأمر يؤمن التظليل الأقصى للسطوح الأفقية والعمودية إلى جانب دور التشجير في هذه الناحية ، وان أحسن طريقة لتوجيه المباني لكثير من البلدان الحارة، هي وضع المحور الكبير للمبنى بزاوية ارتفاع معينة مع وجود ميل أو انحراف إلى هذه الناحية أو تلك يصل إلى 15درجة مئوية. وتشكل الرياح مؤثراً آخر من العوامل المناخية الذي يؤثر في توقيع المناطق الوظيفية في المدينة وخاصة السكنية، وهنا يؤخذ في الحسبان اثر

التضاريس الأرضية على سرعة الرياح، فنجد الإجراءات التخطيطية في مدن البلدان الحارة الرطبة تتجه نحو التخلص من هدوء وسكون الهواء بينما تبذل كافة الجهود في البلدان ذات المناخ الحار الجاف للتخلص من رياح السموم (الرياح الحارة الجافة – رياح السموم – تتمخض عادة عن درجة حرارة عالية وجفافاً كبيراً وتعتمد درجة حرارتها العالية على كمية الأتربة التي تحملها، وتصل درجة حرارة رياح السموم إلى 40 درجة مئوية فما فوق. [6،ص 34]) حينها يضطر المخططون والمصممون نظراً لاحتمال نشوء العواصف الترابية، إلى إنشاء حواجز تكون حائلاً لها فتمتد الطرق الرئيسة بصورة عمودية على اتجاه الرياح السائدة ، كما تقام شرائط مشجرة حاجبة للريح عمودية على اتجاهها السائد مما يساعد على تجدد الهواء وتهوية المباني وصد العواصف الترابية. [6،ص33–40] وفي مناطق المدينة ، ذات المباني الكثيفة المتراصة ، نعمل على تقوية حركة الهواء وجعل شبكة الشوارع المأهولة بالسكان المخصصة لحركتهم في اتجاه الرياح السائدة على أن يراعى التركيب الكتلي لجانبي الشارع ، بحيث تتولد حركة للهواء بتأثير ذلك بين المساحات المعرضة لأشعة الشمس والمساحات الواقعة في الظل [6، ص92]

ونجد من مدن الصحراء ، المدينة الإسلامية العربية التي كانت عضوية النسيج، تناغمت فيها طرق وشوارع وأزقة ملتوية متعرجة ضيقة بمحاور بصرية غير منتهية [10،ص32–36] حيث تتسبب الطرق الواسعة في خلق حالة من التنافر والتناقض مع مركز المدينة ، كما تتسبب في رياح محملة بالأتربة غير مرغوب بها، والشوارع جاءت مظللة ، بل وتزداد على جانبيها البروزات الخارجة من المباني في الأدوار العليا، مما يساعد في حركة الهواء من الأسفل إلى الأعلى، وهي مسقفة أحيانا كما في القدس ودمشق وحلب وكما يتضح في الشكل (1) وكذلك لدينا مدينة غدامس ، وهي من مدن جنوب الجماهيرية الليبية ، تقع في الجنوب الغربي ، بيئتها صحراوية ، شوارعها مظلمة ضيقة، مما يعطي الإحساس بالخصوصية والاحتواء ولا توجد رؤية متقابلة للأبواب بحيث يحدث تبادل في أماكن الأبواب، وحوائطها بيضاء تعمل على عكس أشعة الشمس و التعرجات تعمل كمصفي للغبار و كذلك تعمل علي تكسير الرياح القوية وترويضها ، والشوارع في غدامس تحتوي علي أماكن للجلوس ويمكن أن تستعمل للنوم في الظهيرة ، كما يوجد فيها منور بعد حوالي كل 8 أمتار، ويعتبر نظام الجلوس في الشوارع و نظام البيت الغدامسي و ما يحتويه من الخصوصية أنظمة لحل الكثير من المشاكل مثل ارتفاع درجات الحرارة ، وفيها استخدمت الشوارع لحركة الرجال بينما استخدمت السطوح لحركة النساء حيث توجد مجمعات للصناعات التقليدية و الغذائية والزيارات الاجتماعية و يمنع منعا باتا للرجال بالصعود إلي السطح كما يمنع

للنساء بالنزول إلي الشوارع إلا في أحوال الطوارئ بحيث يوجد شارع خاص أو شوارع خاصة بالطوارئ حيث توجد عملية فصل راسي بين النساء و الرجال ، ويتضح في الشكل (2) ممرات النساء للحركة في السطوح .



شكل (1) الشوارع الضيقة المسقفة جزئياً في المدن الصحراوية ، وعلى اليمين غات ويساراً غدامس

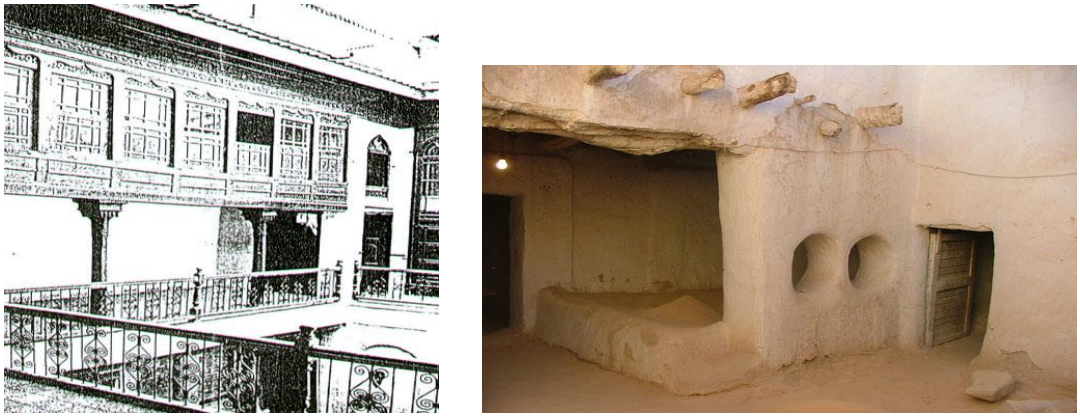
شكل (2) السطوح في البيوت الغدامسية ، ممرات حركة النساء

وكان لوجود المطبخ في السطح حلا لمشكلة الحرارة المنبعثة عند الطبخ ويوجد بالسطح فراغ يشبه الرواق يسمى الكومار وهو يستعمل كفراغ لتجمع العائلة وللنوم ليلا في الليالي الحارة . [19]

كما تكونت الأفنية الداخلية في مباني المدن العربية التي التصقت بعضها ببعض فجعلت من حياة الإنسان العربي متوجهة إلى الداخل في البيئة الصحراوية الحارة الجافة [11،ص 80] ، كما في الشكل (3) عكس ما نراه اليوم في المدن المعاصرة.

مما تقدم نجد أن البيئة الصحراوية الجافة إنما تسببت تخطيطياً في نشوء مدن عضوية كثيفة البناء متراصة الأبنية، بشوارع رئيسة عمودية على اتجاه الرياح السائدة وشوارع ضيقة ملتوية تشكل الشرايين الرابطة بين الأبنية عضوية التكوين

وهذه الشوارع مظللة لكونها اقل عرضاً من ارتفاع المباني على جانبيها مع ما جادت به عقلية المصمم من إبداع في تركيب كتل هذه المباني للتلاعب بمناطق النور والظل مما يسهم في توليد تيارات هواء لطيفة في المدينة، يزيدها وجود المغروسات الخضراء والنباتات الموزعة في مساحات مدروسة في توقيعها وسعتها مع الكتل الموزعة في المدينة، وهذا نجده في اغلب مدننا العربية الموروثة التي تستند إلى قاعدة التضاد العضوي البيئي (الشكل 4) حيث تراص الكتل وتداخلها مع الفراغات المعمارية في النسيج العمراني بطرقه الضيقة المظللة المتعرجة التي لا منفذ لأغلبها، وهذا ينطبق حتى على مدن الوطن العربي الساحلية ، علماً أن مناخ الصحاري الساحلية مشابه للمناخ الحار الجاف باستثناء الرطوبة الناتجة عن قربها من البحر وهنا يصبح تامين التهوية في هذه المناطق والتخلص من التسخين أو السخونة المفرطة ضرورياً إلى جانب تنظيم الأحزمة الخضراء بما يقيها من الأتربة والغبار.



شكل (3) الفناء في البيوت التقليدية ، وعلى اليمين بيت في غات (20) ، وعلى اليسار بيت في بغداد

المدينة المنورة النسيج العضوي في مدينة غدامس

شكل (4): النسيج العمراني العضوي التقليدي في مدن الوطن العربي

البيئة المناخية الصحراوية والبيئة المعمارية

اتضحت لنا علاقة التأثير والتأثر بين البيئة المناخية الصحراوية والبيئة العمرانية العربية وحيث أن المناطق السكنية تخدم شريحة كبيرة من المجتمع وتشكل نسبة مهمة ضمن تخطيط المدينة فإننا سنتناول البيئة السكنية بمفرداتها التكوينية المتمثلة بالبيت السكني وفي مناطق مختلفة من الوطن العربي، فتصميم المبنى السكني وعناصره وفضاءاته والعلاقات بين هذه الفضاءات جاءت متجاوبة ومنسجمة مع البيئة المناخية وسنقف عند المسكن التقليدي الذي نطق بلغة بيئته الثقافية والطبيعية وجاء متجاوباً مع احتياجات الفرد والمجتمع ومستجيب تلقائياً للظروف الطبيعية والبشرية السائدة في منطقتهم [12،ص308] ، ويؤثر المناخ على مورفولوجية المباني السكنية من جوانب عدة نوجزها بما يلي:-

أ-تصميم المبنى وتوجيهه. ب-التباعد بين المباني. ج-الفتحات. د-الجدران والحوائط. هـ- الأسطح

ففي المناطق الصحراوية الساحلية، يجب أن تكون المباني موجهة على محور شرق – غرب بحيث تكون واجهاتها الطويلة تواجه الشمال والجنوب ، ومن الممكن تغيير توجيه المباني قليلاً لمواجهة النسيم السائد أو للسماح بتدفئة شمسية محدودة في فصل البرد.

ويجب أن تكون المباني متباعدة ليتخللها النسيم، ولكن مع حمايتها من الرياح الباردة او المتربة الساخنة.والحجرات يجب أن تكون ذات اتجاهين ونوافذها وفتحاتها في الحوائط المواجهة للشمال والجنوب وذلك لضمان حرية حركة الهواء المستمرة ووفرة التهوية ، والفتحات بمقدار 40 – 80% من مساحة الحوائط الشمالية والجنوبية وليس بالضرورة أن تكون كلها من الزجاج ويجب أن توضع الفتحات بحيث توجه حركة الهواء خلال الحجرة في مستوى جسم الإنسان. ولابد من استبعاد ضوء الشمس المباشر نهائياً على مدار السنة.

أما بنية الحوائط والأرضيات فهي خفيفة وبلون فاتح للأسطح الخارجية، والسطح خفيفاً ومعزولاً حرارياً بعناية خاصة. [13،ص23]

أما المناطق الصحراوية المعتدلة والتي تتأثر برياح البحر المتوسط مثلاً فيجب أن تكون مبانيها مصممة حول أفنية صغيرة متقاربة من بعضها، وفتحاتها صغيرة جداً في المقدار من 10 – 20% من مساحة الحائط، وبنية حوائطها وأرضياتها بنية

ثقيلة وبلون فاتح للأسقف الأخيرة الخارجية والسطح بكتلة كبيرة ، أما المناطق الصحراوية الحارة الجافة فتصمم مبانيها حول أفنية صغيرة ومتقاربة من بعضها، وفتحاتها صغيرة جداً في المقدار من 10–20% من مساحة الحائط ولابد من استبعاد أشعة الشمس المباشر على مدار السنة والحوائط الداخلية والخارجية (بلون فاتح) والأرضيات من بنية ثقيلة والسقف الأخير بكتلة كبيرة. [13،ص 36–37] ، ونجدها في مساكن غدامس ، حيث المسكن مصمم ليتواءم والبيئة الصحراوية وكذا الخال قي مدن جنوب الجماهيرية الليبية الصحراوية .

والشكل الأمثل للفناء المفتوح هو المستطيل، يزيد ارتفاعه بما لا يقل بمرة ونصف المرة عن أي من الأبعاد الأفقية وذلك لتحقيق التظليل في الفترة الحارة ويعتبر تأثير النسب الهندسية للفراغ بين الكتل اكبر بكثير من تأثير التوجيه وخاصة إذا كان الفراغ عميقاً. [14، ص 148]. من هنا نجد أن البيئة الصحراوية الحارة الجافة شكلت أنماطا من العمران والعمارة مستجيبة معها بشيء من التحوير عندما تكون هذه البيئة ساحلية أو متأثرة برياح تجعل من درجات الحرارة معتدلة، ولكنها عموماً تضع أنماطا متميزة ومتكيفة معها. وتتفق المصادر بان تكيف الإنسان مع الطبيعة هو ما يجب أن يسعى إليه وقد اتضح هذا التكيف في السكن العربي والتقليدي خاصة من خلال الجوانب الآتية:–

المادة البنائية المختارة في العناصر الإنشائية

حيث الشمس قوية واليوم حار جداً في البيئة الحارة الجافة ، لذلك فالأشكال المنتجة معماريا تعتمد المواد المحلية الطبيعية (الطين، الطابوق ، الحجر ...الخ) وذلك لقدرتها على الاحتفاظ ببرودة الليل لتفادي حر النهار بحيث تحقق الجدران (الحوائط) والأسطح وبقية العناصر البنائية مقاومة حرارية كفوءة مما يبرر استعمال جدران من الطين، الآجر أو الحجر. [10،ص 35] وفي أبو ظبي كانت المساكن القديمة مصممة ومبنية من مواد محلية تناسب المناخ الحار للمنطقة فبعض تلك المساكن كانت مبنية من سعف النخيل وبعضها الآخر من حجارة مرجانية ذات توصيل حراري ضعيف، [8، ص51] وفي وادي حضرموت يتعامل البيت التراثي الطيني مع البيئة الصحراوية الجافة الحارة من خلال التصاقه بالنسيج الحضري ذي الكتلة المتحدة المنغلقة إلى الداخل، التي تتخللها الأزقة الضيقة الظليلة كما في شيبام اليمن الذي يؤدي إلى تعرض الحد الأدنى من الأسطح الخارجية لأشعة الشمس كما أنها طليت بالنور ذات الانعكاسية العالية مقارنة بالمواد الأخرى، إضافة إلى الكفاءة الحرارية الذاتية لشكل البيت وكتله، ويتعامل البيت الطيني مع التباين الكبير بين الليل والنهار من خلال الكتلة الثقيلة للجدران والسقوف ذات العزل الحراري(Thermal insulation) والخزن الحراري (Thermal Storage) إذ يقوم بامتصاص الطاقة الشمسية المباشرة ذات الأشعة المباشرة ولا يسمح للحرارة بالوصول إلى الداخل وذلك بخزن الفائض

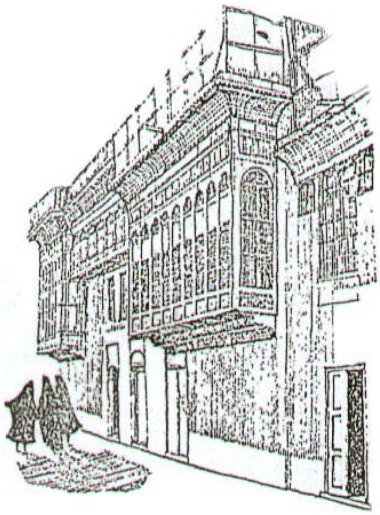
منها إثناء النهار ثم إطلاقها إلى السماء الصافية إثناء الليل.[14، ص 149–152] ونجد المسكن الطيني في مدن أخرى في الوطن العربي وليس اليمن فحسب فهناك في منطقة نجد تشيد المساكن من قوالب اللبن المصنوعة من الطين المخلوط بالتبن والماء والمجففة تحت أشعة الشمس (شكل 5)، وتبنى الحوائط بسمك (60سم) لتوفير العزل الحراري الكافي من الحرارة الخارجية. أن استخدام الطين في البناء يعد من الأمثلة الجيدة على مدى التكيف مع البيئة نظراً لما يتميز به من قدرة منخفضة على توصيل الحرارة. وتستخدم الأحجار الجيرية المتوفرة في المنطقة في بناء أساسات بعض المساكن لحمايتها من تأثيرات مياه الأمطار. وتزين أركان سطح المبنى بأشكال متدرجة بنهايات دقيقة إلى الأعلى،لأبعاد مياه الأمطار عن جدران وأركان المبنى. [15،ص 176–180] وفي كل العمارة التقليدية تلعب المادة المحلية دوراً متميزاً يتجاوز الخصائص المناخية غير المرغوب بها دون الحاجة إلى اعتماد وسائل تقنية لمعالجة المناخ يترتب عليها استهلاك عالي للطاقة وكلفة عالية إلى جانب الاغتراب في الطابع المعماري للمباني والمدينة المعاصرة ، وكما يتضح في مدن جنوب ليبيا .

الفتحات في جدران المساكن

لقد تمثلت الاستجابة لتأثير المناخ الصحراوي الجاف في صورة الجدران السميكة المحلية المادة ذات العزل الحراري، إلى جانب تقليل الفتحات وتضييق مساحتها مع كونها محمية بصرياً إلى جانب حمايتها من الشمس باستعمال المشربيات (الرواشين أو الشناشيل) (شكل 6) فهي تمنع دخول الحرارة وهي عادة من الخشب،[10،ص 35] وتكون الفتحات ضيقة ومرتفعة في الطابق الأرضي وقد تكون معدومة فيه ويقتصر وجودها على الطابق الأول كما في البيت البغدادي التقليدي (شكل 4).

شكل (5): النسيج العمراني العضوي التقليدي والمسكن الطيني في نجد [15]

وفي أبو ظبي تكون النوافذ محمية برفارف خاصة ذات زوايا محددة تتناسب مع زاوية سقوط الأشعة الشمسية وقت الظهر، مع توجيه المبنى شمالاً لاتقاء أشعة الشمس بل وكانت توجد في أبو ظبي إحياء متوجهة بكاملها نحو الشمال. [8،ص 51–52] إن وجود الرواشين في الواجهات يكسر من حدة ضوء الشمس الساطع خلال النهار، وفي المناطق الصحراوية الساحلية، يسمح لنسمات الهواء البارد القادمة من جهة البحر بالتخلل إلى داخل المسكن.

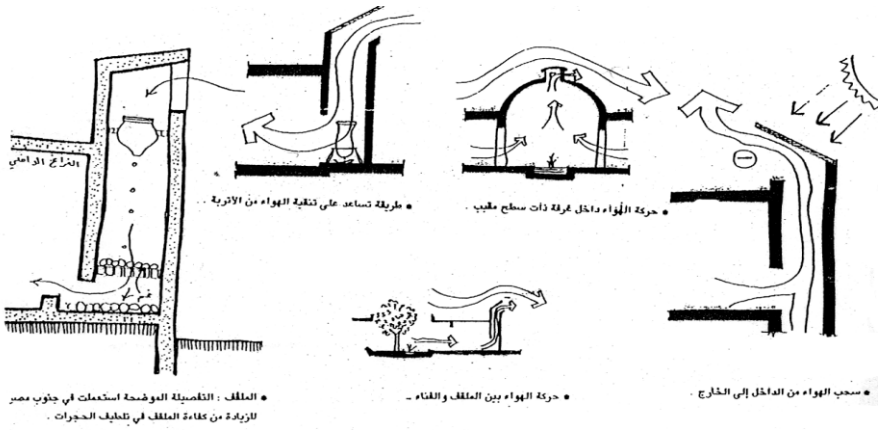


شكل (6): الشناشيل (المشربيات) في معالجة الفتحات ، مساكن في رصافة بغداد – العراق

الأفنية والملا قف والسرداب (القبو)

هنالك تبريرات بيئية واضحة لاستعمال الفناء في العمارة، فهو يوفر الألفة، وهو فراغ خارجي لاستخدام كل أفراد العائلة كما يقوم بدور المنظم لدرجات الحرارة داخل المسكن، فهو ينعم بالظل نهاراً ويكون مفتوحاً على السماء ويحتفظ بهواء الليل البارد لساعات النهار الحارة. ونجد الفناء في المسقط الأفقي وهو محاط برواق ومن ثم تحيطه الغرف التي تفتح عليه مما يسمح بمرور واختراق الهواء البارد للمبنى، والفناء مصدر منظم للضوء [10، ص35–36]. وفي البلدان الحارة تأصل بناء المساكن ذات الأفنية الداخلية، فالفناء الداخلي يحتوي على الأشجار والمغروسان الخضراء، كما يحتوي على حوض للماء يساعد على برودة الطقس صيفاً (تعديل نسبة الرطوبة)، أما شتاءاً فنجد أن جدران البيت مدفأة بأشعة الشمس المنخفضة، والفناء الداخلي يحمي البيت من الضجيج ومن الجو الخارجي بكل مؤثراته، والفناء عنصراً أساسيا في مساكن البيئة الصحراوية وهو ذاته "الحوش" في البيت البغدادي التقليدي وهو "وسط الدار" في قسنطينة الجزائر والذي يشترك فيه الفناء (وسط الدار) مع الجدران الثقيلة والفتحات الصغيرة قليلة العدد المحمية بالشناشيل في تلطيف الجو داخل المسكن

ولعل ما يميز المسكن التقليدي في قسنطينة هو السقف المائل الذي يقلل من حدة أشعة الشمس الساقطة عليه ويسهل جريان مياه الأمطار [16، ص 228–229] ومن العناصر التي تخدم الظروف المناخية الملقف (البادكير أو البراجيل) وهو يستقبل الهواء من مصدره في الشمال الغربي ويوجهه إلى داخل المبنى لتلافي أي نقص في توجيه المبنى أو غيرها من المعالجات المناخية، وتعتبر حركة الهواء داخل أي مبنى من أهم عوامل تحقيق الراحة الحرارية للمبنى فاحتلت التهوية الأولوية في اعتبارات تصميم المباني وتخطيط المدن في المناخ الحار الجاف. الملا قف أما ذات الاتجاه الواحد أو متعددة الاتجاهات (ملحق ب) ويستخدم الفناء مع الملقف لإتمام حركة الهواء، كما تسهم القبوات والقباب في عملية التهوية هذه عندما توضع في أعلاها فتحات فتقوم بسحب الهواء الساخن من الداخل ويحل محله هواء بارد من الملقف (البرج كما يسمى أحيانا) وفي المناطق التي تسود فيها الأتربة تستخدم القباب بفتحاتها لسحب الهواء من الفناء (الحوش) بدلاً من استخدام الملقف في إدخال الهواء من الخارج. [17، ص 140] وفي أسفل الملقف يوضع زير الماء لغرض تبريد الماء وترطيب الهواء فيكون التبريد للهواء بالترطيب (شكل7).



شكل (7): حركة الهواء في الفناء والملقف [17]

وفي البيت البغدادي التقليدي كان القبو (السرداب) بجدرانه السميكة وانخفاض أرضه عن مستوى أرضية الدار فضاء لقضاء ساعات القيلولة الطويلة أيام الصيف القائظ، وتتم تهوية السرداب من فتحات صغيرة جانبية بمستوى أرضية الفناء ومع وجود البادكير (الملقف) وهو باتجاه الشمال الغربي يسهم السرداب وبمساعدة الماء على ترطيب الهواء الجاف الآتي من السطح عبر الملقف. [18، ص228]

إن تكيف المسكن العربي للمناخ الصحراوي الحار الجاف كان من خلال المادة المحلية المختارة لبناء الجدران السميكة لفضاءات المسكن المتوجه نحو الداخل حيث الفناء الملطف للجو بالتعاون مع الملقف والقباب والسرداب مع التلاعب بمستوى أرضيات الفراغات (الغرف) ومستوى أرضية الفناء المحاط برواق، أما على مستوى الواجهة فان قلة

الفتحات وصغر مساحتها وحمايتها بالرواشين التي تبرز من الطابق الأول كلها تسهم في خلق مسكن يسكن له الفرد ويشعر به بالراحة الحرارية المطلوبة، إلى جانب المعالجات الخاصة بمواد لإنهاء المعاكسة للحرارة واعتماد ملمس خشن ولون فاتح للجدران الخارجية لتوهين أشعة الشمس والحرارة العالية.وكما يتضح في الشكل (8)

شكل (8) المساكن والنسيج العمراني في مدينة غات

الاستنتاجات :

على الرغم من قسوة العوامل الجوية في البيئة الصحراوية (تسود أكثر من 80% من مساحة الوطن العربي) فقد استطاع العربي ابتكار حلول عمرانية ومعمارية متميزة علمية سليمة حققت أفضل مناخ داخل مدنهم ومساكنهم خاصة، لذا استمرت عمارتهم التقليدية بأنماطها المختلفة لأزمان طويلة ، وهذا يحتم علينا التوجه بطرزنا المعمارية المعاصرة إلى بعث مفاهيمنا التقليدية الأساسية، للحفاظ على هوية عمارتنا حين تكون إعمالنا المعمارية شاملة في تحقيق التجاوب مع البيئة الحضارية والطبيعية وخاصة المناخية منها، مستفيدين أولا من المواد المحلية المتاحة والتي حققت ولا تزال حلولاً مناخية متميزة، تساعدنا بالتالي في عصرنا هذا في ترشيد استهلاك الطاقة والتقليل من الاستعانة بالوسائل التقنية التي اجتاحت حياتنا المعاصرة ولوثت مدننا جمالياً وبصرياً وبيئياً، ويسهم في ترشيد استهلاك الطاقة أيضا الاستناد إلى الأسس العلمية في احتساب مقدار الفتحات المناسبة للبيئة، مع دراسة مواضعها وأسلوب حمايتها من المؤثرات المناخية لإضفاء الجمالية إلى واجهات مبانيها مع الاستغناء عن مساحات الزجاج الواسعة التي أخلت بخصوصية الفرد وهوية العمارة ومناخ المدن المعاصرة.

يدعو البحث إلى تعاون جهات تخطيطية وتصميمية واجتماعية واقتصادية ...الخ، لإعادة النظر في تخطيط مدننا المعاصرة وتصميم مبانيها وتقييمها وتحسينها بما يجعلها مستجيبة لمتطلبات البيئة والمناخ الصحراوي القاسي، وهذا لا يكون باستنساخ عمارتنا التقليدية الموروثة وإنما باستحداث الأشكال وفق أفكار مستمدة من الماضي ولكنها معاصرة في

طابعها، فنستطيع تحقيق الانفتاح على الداخل بأسلوب معاصر حين ننجح في تحقيق دوره المتميز في تلطيف المناخ ونجعل ذلك هدفاً يتربع على عرش التطبيق المعاصر لهذا العنصر (الفناء) التقليدي كما يمكننا الحفاظ على مبادئ تقليل الحرارة الداخلة إلى المبنى إلى الفراغات الداخلية بحسن تعاملنا مع شكل هذه الفراغات وسمك جدرانها ومساحة فتحاتها وتوجيهها ...الخ، وفي كل ذلك وغيره نجد المناخ كعنصر بيئي يكاد لا يتغير، هو القاسم المشترك الذي يساعدنا في تحقيق عمارة معاصرة متواصلة مع ماضيها تحقق الاستمرارية التاريخية وتضفي على المباني الصبغة المعاصرة بتكامل عنصر المناخ مع العوامل الأخرى المؤثرة في تشكيل العمران والعمارة.

المراجع

[1] Rapaport, Amos, (1976): "the Mutual Interaction of people and their Built Environment"; Mouth publishers.

[2] الحمد، رشيد (وآخرون): "البيئة ومشكلاتها" منشورات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1979.

[3] Yeang, Ken; (1975); "Designing with Nature"; Mc Grawttill, Inc.

[4] السماك، محمد أزهر سعيد، والجنابي، هاشم خضير: جغرافية الوطن العربي؛ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي؛ جامعة الموصل؛ العراق؛ 1985.

[5] الهيتي، صبري فارس، وأبو سمور،حسن؛ جغرافيا الوطن العربي؛ دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان – الأردن؛ 1999.

[6] ريميثا، اناتولي: تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة؛ ترجمة داود سليمان المنير؛ دار أمير للطباعة والنشر – موسكو؛ 1977.

[7] عبد الجليل، محمد مدحت جابر؛ العمران التقليدي في دولة الإمارات العربية المتحدة؛ مركز زايد للتراث والتاريخ؛ 2000.

[8] شحادة، نعمان: مناخ مدينة أبو ظبي ودوره في تخطيط المدينة وتطورها؛ الجامعة الأردنية؛1993.

[9] النابلسي، مازن الزهراء؛ التصميم الحضري وأثره في البيئة، مجلة المهندس الأردني نقابة المهندسين الأردنيين؛ العدد 67، السنة 1999،234.

[10] (1980) "Toward an architecture in the spirit of Islam"; The Age khan Award For Architecture; Fazlur R. khen; 2nd edition.

[11] احمد، نبيل حسن حسن، تجانس التخطيط العمراني مع المحيط التاريخي في المدينة العربية؛ 1988؛ المجلة المعمارية العلمية؛ كلية الهندسة؛ جامعة بيروت العربية؛ العدد (4).

[12] Diken, S.N, & Pits, F.r; (1970); Introdution to Cultural Geography, Grim & Gompany.

[13] حسني، سمير حسن بيومي: المناخ والعمارة؛ دار المعارف؛ القاهرة ؛1978.

[14] شعبان، عوني كامل، التأثير المتبادل للعمارة الطينية مع البيئة المناخية في وادي حضرموت: المؤتمر العلمي الاول؛ العمارة الطينية على بوابة القرن الحادي والعشرين؛ جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا، مركز العمارة الطينية؛ 2000.

[15] باهمام، علي بن سالم بن عمر، الخصائص المعمارية والعمرانية للمساكن التقليدية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر العلمي الأول، العمارة الطينية على بوابة القرن الحادي والعشرين؛ جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا، مركز العمارة الطينية،2000.

[16] الزهراء شلغوم، عز الدين بلحمري، من اجل استهلاك اقل للطاقة: المؤتمر المعماري الأردني الثاني؛ العمارة والبيئة؛ نقابة

المهندسين الأردنيين، جمعية المعماريين الاردينيين، 26-28 أيلول، 2000.
[17] علوان، هدى، الملقف، احد العناصر المعمارية في بيوت المدينة الإسلامية؛ 1988؛ المجلة المعمارية العلمية. كلية الهندسة المعمارية، جامعة بيروت العربية؛ العدد (4).
[18] مكية، محمد؛ تطور فن العمارة في بغداد، نقابة المهندسين العراقيين؛ 1970.
[19] زيارة ميدانية .
[20] من شبكة الانترنيت مدن سياحية في ليبية.

المدن التقليدية علي أساس فلسفة مدرسة التبيؤ الثقافي

محمد عبد القادر الشريف
قسم هندسة العمارة – كلية الهندسة
جامعة سبها

الملخص

هذه الورقة مستنبطة من الدراسة الميدانية و استبيان يتعلق بالبحث الذي عمل لمعرفة رغبات الناس المتعلقة بثلاث مدن في الإقليم الجنوبي لليبيا و التي توضح كيف أن الناس تكيفوا لبيئتهم أدي إلي تغييرات في طرق الحياة و التي انعكست علي قيمهم وعاداتهم وكذلك العمارة من خلال استخدام طرق و فلسفة مدرسة الثقافة الإيكولوجية أوالبيئية والتي تأسست من خلال (جوليان ستوارد 1955) و الذي أفاد بأن ثقافة الناس من المفترض أن ترتبط بالطبيعة و البيئة .

الكلمات الداله: التبيؤ الثقافي / العمارة التقليدية / التكيف / الطبيعة .

المقدمة :

هذه الورقة هي جزء من بحث علمي يشمل العديد من العناصر و التي تشمل الإطار النظري و التي وضعت الموضوع في إطاره النظري من خلال أستخدام عدة أفكار تتعلق بعلاقة الإنسان بالبيئة (MAN-ENVIROENT LATIONSHIP) ومن ثم وضع عدة أفكار تتعلق بمظلة البحث ، وهي مدرسة (التبيؤ الثقافي) (CULTURAL ECOLOGY) . يعتبر التبيؤ الثقافي من خلال دراسة عمليات التكيف ، حيث الطبيعة و المجتمع ، وعدد لا يحصى من المعالم الثقافية والتي تغيرت من جراء التحوير نتيجة لاستخدام الإنسان لبيئة معينة .

العنصر التالي وهى الدراسة الميدانية التي تصف الخلفية التاريخية لمنطقة الدراسة ، تحليل لإجابات الناس من خلال استمارات الاستبيانات للأسئلة ، تحليل إضافي لإجابات الناس من خلال استخدام تقنيات مختلفة والتي أظهرت وجود تمييز لفكرة جوهر الثقافة(DEEP STRUCTUR) و مظهر أو شكل الثقافة(CULTURE SURFACE).

بالإضافة إلي نلك ، مدرسة التبيؤ الثقافي أظهرت علي السطح مجموعة من النظريات في المجال الاجتماعي و الثقافي مثل التكيف والدوافع و التكوين البنيوي.

التكيف : هي العملية التي بواسطتها الكائن الحي يندمج في بيئته ويلاحظ في طريقة حياته.أما بالنسبة للاحتياجات البشرية فهي عرفت من خلال نظرية الدافع ، التي تسلط الضوء علي كيفية تلك الاحتياجات تم تحقيقها.

النظرية التكوينية: هي وسيلة للفهم ، التي تنقل نظريات التكيف والدافع إلي أكثر مراحل تعقيد لفهم التطور في ثقافة الناس و أسلوب حياتهم و كذلك في شكل ونسيج المدن في بيئات ذات إمكانيات و موارد محدودة .

من الممكن ملاحظة إنه يوجد ربط واضح بين نظرية التبيؤ الثقافي و النظرية التكوينية حيث أن فكرتي التكوين الظاهر (SURFACE STRUCTURE) و التكوين الجوهري (DEEP STRUCTUR) تأكدت من خلالهما النظرية التكوينية و التي تتطابق مع فكرتي شكل الثقافة (CULTURE SURFACE) و جوهر الثقافة (DEEP STRUCTURE) .

من أجل فهم ظاهرة التبيؤ الثقافي بشكل شامل من الضروري تطوير استبيان له القدرة لتوضيح و فهم رغبات الناس في المدن الثلاثة التابعة للدراسة والاستبيان شمل علي 41 سؤال رتبت كالتالي :

(المسكن ،المجاورة السكنية ، المدينة، ثم عل مستوى الإقليم في النهاية) كذلك يوجد سؤال للناس يطلب منهم رسم خريطة لمدنهم طبقاً لمعرفتهم ومداركهم .عدد 45 شخص قد انهوا إجابتهم و التي تشتمل علي 15 شخص لكل مدينة .

الهدف من هذه الورقة هو أن نظرية التبيؤ الثقافي قادت الباحثين لإظهارها واختبار إلي أي مدي نتائج الدراسة الحقلية تتطابق لفلسفة التبيؤ الثقافي . وفى النهاية الورقة أظهرت كيفية تطوير إستراتيجية للنمو المستقبلي في هذه المدن و باقي مدن الصحراء الليبية .

المناقشة

من خلال الترجمة لإجابات الناس أغنت الحوار مع أكثر تفصيل و معلومات أوسع ساعدت الباحثين لبناء أكثر نقاط هامة عن مسائل تحت الدراسة .الدراسة الميدانية ظهرت علي أساس السؤال المفتوح و المقابلات التي عملت في هذه المدن، شكل (1) لمدينة غات.

شكل (1) مدينة غات

بلمرو وارويك (1983) أكدا علي أن الدراسة الحقلية هي ليست طريقة استخدمت لدراسة المكان المقصود به بل هي طريقة ووسيلة فقط أعدت للتعرف و لتحلل الخاصية المعقدة للدراسة الحقلية ، ومثل هذه الوسيلة تواجدت فقط لإمكانياتها في فهم الدراسة الميدانية .الاستبيان المباشر و المقابلات تم التعامل معها علي أساس التحليل النوعي QUALITATIVE (INTERPRETATION) كوسيلة للوصول للدوافع العميقة التي برزت وراء تلك الثقافات.

الورقة تبنت طرق للتحليل و الترجمة علي أساس طرق وبرنامج بحوث الدكتوراه تحت أشراف الدكتور عجام بمدرسة العمارة بجامعة هريوتوات ببريطانيا تلك الطرق تشتمل علي ترتيب الإجابات في شكل جداول ، وتصنيفات التي تشتمل علي (المباني والمشتملات الأخرى، الصفات و الأنشطة)، كذلك الأبعاد ، والعلاقات المتلازمة ، المقابلات الشخصية و الصور والرسومات الإدراكية .

بداية التحليل مع تجميع إجابات الناس في شكل جداول و الإجابات لكل سؤال توضح تكرار المرات للناس التي أظهرت متغيرات في إجاباتهم .و لكن الباحثين اختاروا بعض الأفكار للتحليل في كل سؤال .

النتائج الأساسية تتطابق مع أفكار مدرسة التبيؤ الثقافي فمثلا في السؤال رقم (4) يقول: وضح ثلاث أشياء تحبهم في بيتك؟ حيث أن أغلب الإجابات تؤكد بأن جزءا من المسكن يرجع لمفهوم التبيؤ الثقافي (غرفه الاستقبال ،الحديقة، المنور، الفناء الخلفي ، الموقع). الإجابات أعطت أهمية كبيرة لغرفة الاستقبال و الذي جاء من تأثير البيئة ، عادة استقبال الضيوف حددت طريقة توزيع المسكن لتسمح لصاحب البيت لاستقبال ضيوفه ، و عليه فأن قسوة المناخ دفعت الناس في الأقاليم الصحراوية ومن خلال الضيافة طوروا مفهوم عادة ثقافية لاستقبال ضيوفهم والترحيب بهم وهى أن المناخ في حد ذاته من الممكن أن يكون مهدداً للحياة و علية فأن منع الضيوف من دخول بيوتهم قد يؤدي إلي موتهم

أما السؤال السادس (6) يقول: أذكر ثلاث أشياء قد افتقدها في بيتك؟ من خلال الإجابات فأن الناس أجابوا عدة إجابات مرتبطة بالبيئة (ECOLOGY) (الحديقة ، المخزن ، المنور ، غرفة الاستقبال) فمثلا فيما يتعلق بالحديقة وهي أعلي تكرار من حيث الإجابات ، حيث أن الناس بحاجة إليها و التي تمثل لهم احد مظاهر الجنة حيث ينعدم الاخضرار في بيئتهم .إقليم فزان جاف فيه قليل من المناطق الخضراء ويوجد اعتقاد لدى الناس بأن اللون الأخضر يعبر عن صورة الجنة فالعرب في الماضي و بالتحديد في الأندلس ، شمال أفريقيا و حول دجلة و الفرات عادة الناس تضيف حدائق لمنازلهم. (بلمر) يقول "لعدد من المواطنين العنصر المهم و المفقود في منازلهم الحديثة الفراغ الخارجي في شكل حديقة وفناء (منور) داخلي أو خلفي" .

الرغبة الأولي لهذا الفراغ كان موضوع ثقافي و كذلك رغبة الناس بان تكون بين المناطق الخضراء وتحت السماء .بالإضافة إلي ذلك توجد أفكار اجتماعية مثل وجود منطقة لألعاب الأطفال ، إقامة المناسبات الاجتماعية واستقبال الناس في جو اجتماعي جميل . فيما يتعلق بالفناء المفتوح والمسكن التقليدي ذي الفناء المفتوح أظهر نظاما لتكييف بديع ومناخ مناسب ، حيث يعمل بشكل فعال حيث التدفق الطبيعي للهواء إلى الداخل ليعمل على تعديل المناخ الداخلي للمنزل وبدون اللجوء لوسائل تكييف صناعية .سكودو(p8،1988) يقول بان المسكن التقليدي ذي الفناء المفتوح كان عملية تاريخية ناجحة خلال فترة طويلة من تواصل الثقافات والمحاولات من الخطاء والصواب والتي أوجدت هدا التصميم.

الفناء المفتوح هو نظام بديع للتهوية ويعمل كموزع فراغي جيد لباقي الغرف ، بالتساوي أنه يرضي عدة معتقدات كونية متوارثة لدي الناس ، فالفناء هو الرابط بين الناس والسماء حيث طور الناس منه معتقداتهم الكوزمولوجية (COSMOLOGY) .عدد من الناس أشار إلى أهمية المخزن ، فكانت تلك المجتمعات التقليدية تستخدمه لتخزين الحبوب والقمح والزيت . (انجل) ومن خلال دراسته لمدن الجزائر يقول (المجتمعات التقليدية في هذه المناطق تميزت (باقتصاد البقاء)(SUBSISTENCE ECNOMY) وتخزين الغذاء والمحاصيل ، فالناس في هذه المجتمعات (في منطقه الدراسة) عادة لديهم مخزن خاص للمواد الغذائية في مساكنهم التقليدية من أجل مواجهة أي ظروف طارئة قد تظهر نتيجة لظروف اجتماعية وبيئية ، فمثلا وصول الضيوف بشكل مفاجئ أو حدوث عواصف رياح رملية لعدة أيام قد تعيق خروج الناس .الفورتيا (p182،1949) أشار إلى أن وجود عائلات كبيرة يقتضى ضرورة وجود مخزن للتموين ومن جانب آخر ، هذه المدن تقع على طرق القوافل لكل الاتجاهات وعادات الناس للضيافة يعنى الاستعداد لاستقبال الضيوف في أي وقت.بالنسبة للسؤال رقم (7) يقول : هل عملت أي تغييرات في بيتك؟ أجابه لهذا السؤال فان الأشخاص الدين عملوا

تغييرات في منازلهم يمثل صلتهم لثقافتهم والطبيعة المعاشة كإضافة فناء خلفي، توسيع غرف الاستقبال أضافه مخزن ، قفل البلكونات إضافة مظلات أمام منازلهم للحصول على الخصوصية والظلال تعكس الرغبة المشتركة للحماية ، وعليه فان الظل أصبح مهما لكونه ظاهره ايكولوجية (بيئية) والتي لديها تطبيقات اجتماعية وثقافية – فا لناس لديهم تطبيقات للظل من كونه ظاهره طبيعية لها معنى فمثلا الظل كان دائما يتم الحصول عليه عبر الأزقة الضيقة والميادين، الأفنية والأشجار ففي هذه الأيام الناس تزرع الأشجار والشجيرات إمام و داخل مساكنها لإمكانية اللقاءات الاجتماعية والجلوس تحت ضلال الأشجار وكذلك لتلطيف حرارة البيئة المحيطة فالظل يحمل معاني رمزية لهم (الأمن والحماية).

باراتي وعجام (1997، p44) يقولان بان الفكرة البيئية للظل في إيران تختلف عنه في بريطانيا بل وعكسها تماما فمثلاً في وقت الظهيرة في إيران في فصل الصيف الناس تلجأ للبحث عن ظل الأشجار أو الحائط لتفادي الشمس بينما في بريطانيا وفي الأغلب في نفس الوقت وفي نفس الفصل تبحث عن أشعة الشمس هروبا من الظل.

أما السؤال التاسع يشير: سم الاتجاه الذي ترغبه لتوجيه منزلك؟ .للإجابة علي هذا السؤال الإجابات التي ثم الحصول عليها أوضحت توجيه الناس لمنازلها في اتجاهات تمثل ارتباطها بثقافتها و بيئتها (شرق ، شمال ، جنوب). فالاتجاه يعتبر مهماً بالنسبة لليبيين لان لديه قيم مناخية و رمزية. هذه الإجابات توضح مدى الإدراك لأهمية تأثير البيئة في المسكن و كيف إن الاتجاه المناسب يساعد علي تلطيف المناخ الداخلي للمسكن دون الحاجة لاستخدام وسائل صناعية . فأغلب الإجابات اختاروا الشمال لان له علاقة بجلب الهواء البارد.

في أغلب المساكن التقليدية الكاودي (وهو عبارة عن أقواس مغطاة حول الفناء في غات ويعتبر غرفة المعيشة في (مرزق و زويلة) مفتوح نحو الشمال . هذا الاتجاه يسمح للمساكن للحصول علي الهواء البارد و كذلك الإضاءة الطبيعية الغير مباشرة حيث فتحى يؤكد نلك بقوله (13) بان غرف المعيشة من المفترض أن توجه نحو الشمال .

أما السؤال رقم (10) يقول: ما الألوان التي تحبها لطلاء واجهة مسكنك . اغلب الإجابات لهذا السؤال ركزت على الألوان التالية (الأبيض ، البني الفاتح ، الأبيض و الأزرق ، الأبيض و الأخضر) ، أحد المواطنين أفاد بان المساكن التقليدية وحوائطها عادة تطلى باللون الأبيض فإذا حفرت في أي حائط سوف تجد عدة طبقات من اللون الأبيض السابقة والتي تعنى بأن عملية التجديد عملية مستمرة عبر السنين واللون الأبيض كذلك يعكس أشعة الشمس .

لون أخر وهو البني الفاتح الذي يتناغم مع لون الطبيعة المحيطة و لون مواد البناء المستخدمة في المساكن،اللون البني الفاتح يرمز للارتباط بين المسكن و الأرض .

في السؤال رقم (14) أذكر ثلاث اعتبارات من الماضي تتمنى أن تكون موجودة في مجاورتك السكنية الحالية ، إعطاء سببين لكل منهما . إجابات المواطنين لهذا السؤال تؤكد حبهم لثقافتهم و بيئتهم (التعاون ، الزيارة بين الجيران ، الترابط الاجتماعي ، قرب المساكن ، الصناعات الحرفية ، أشجار النخيل) .

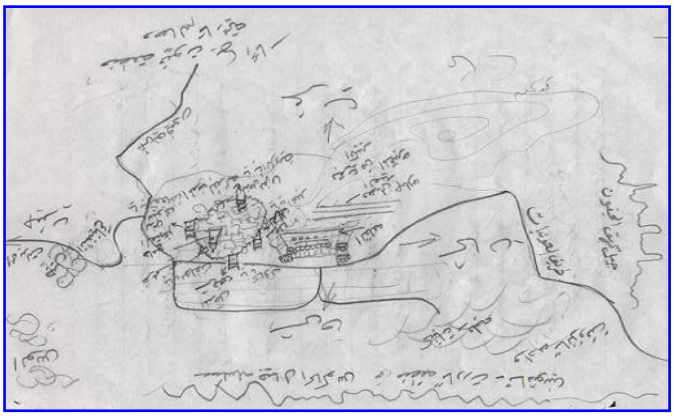
لقد عبر الناس عن رغبتهم لاستمرا التعاون والزيارات بين الجيران ، الترابط الاجتماعي ، وخاصية المدينة البيئية التي ساعدت علي تعزيز و تقوية العادات الاجتماعية . كذلك من خلال هذا السؤال طبيعة المناخ القاسية أدت بالناس للتعاون في مختلف أوجه الحياة من أجل التغلب علي الصعوبات والتي تعتبر صعبة علي أن يقوم الفرد بدلك لوحدة .

عليه فالناس تجمعت وعاشت جنب إلى جنب للعمل مع بعض و مساعدة بعضهم في مختلف أوجه الحياة . الشاوش (2000،ص 213) يقول " في المجاورات التقليدية الشوارع والميادين وهي خالية من السيارات تعطي فرصة أكبر للناس للتواصل مع جيرانهم و مجتمعهم ، بينما في المجاورات الحديثة الناس تلتقي في مواقف السيارات و المداخل و المصاعد التعاون و المساهمة في المجاورات التقليدية يشمل كلا الجنسين وفي مختلف المجالات . ففي البناء مثلا الناس تساهم". و تتعاون في مراحل البناء كتحديد الموقع و إعداد الموقع و جلب مواد البناء و بناء المسكن أو أي مبني أخر . بالنسبة للسؤال رقم (33) يقول: ادكر عدد اثنين من مميزات العمارة التقليدية؟. الناس في إجاباتهم أشادوا بخصائص العمارة التقليدية (اعتدال الحرارة ، المواد المحلية ، القيم الجمالية ، الهوية ، التكيف للبيئة المحلية و المناخ ، الخصوصية ، البساطة ، التجانس ، الشوارع) كلها مرتبطة بطريقة ما للتكيف البيئي و مواد البناء و القيم الجمالية. لذلك فأن المباني التقليدية اعتبرت علي أساس أنها توفر مناخ ملائم بدون استخدام وسائل صناعية أنها الميزة التي لا تتطلب أستخدام كم من أجهزة التكييف و استهلاك قدر كبير من الطاقة . هذا يعطي مؤشراً واضحاً بأن المباني التقليدية تبدو بسيطة ، غير منتظمة الشكل و غير مهذبه في أعين المعاصرين ، لكنها كانت بارعة و أظهرت غناها بالمعرفة التقليدية.في السؤال (35) يقول: أذكر أهم أتتين من مواد البناء التي ترغب أن تراها في مدينتكم؟ أغلب الإجابات لهذا السؤال أظهرت بأن المواطنين يفضلوا بعض مواد البناء مثل (الحجر الطبيعي ، الفردغ ، الطين ، اللون الأبيض) لديمومة هذه المواد وقوتها في المناطق الحارة .

في هذا السؤال يلاحظ تأثر الناس بتفضيل الحجر الطبيعي في غات لتواجده بجبال أكاكوس المطلة عليه المدينة وحولها بينما في زويلة وجود الطوب الأخضر و الأحمر بينما في مرزق أشير إلي(الفردغ) لوجوده بكثرة في هذه المدينة .

من جهة أخرى الإشارة إلي هذه المواد تبعت ببصمات محلية بأن هذا الاختلاف في مصادر الطبيعة يساهم في تحديد الهوية ، التاريخ وقيم المنطقة (CORE VALUES) و التي تختلف و تتعارض مع المواد الموردة من خارج المنطقة. عبدالله (1998 ، ص126) يقول في استخدام المواد المحلية في البناء " الطبيعة تبدو لهم الحياة و الصحة بينما أي مصدر أخر يعني المرض ، إما بالنسبة للسؤال رقم (41) يقول: علي ورقة بيضاء ، أرسم خريطة لمدينتك موضحاً عليها أهم المعالم ؟ الباحثين قاما بتحليل الرسومات والصور الإدراكية و التي وضحت بأن الناس وضحوا ورسموا معالم مرتبطة بالطبيعة المحيطة حولهم (كلهم أكدوا فيها فلسفة التبيؤ الثقافي المتعلقة بالبيئة) ، و المقصود وراء هذا الطلب لإعطاء فرصة للناس لإيضاح ومعرفة العناصر المركبة لمدينتهم في مخليتهم .

من خلال المعالم المرتبطة في أذهان الناس للبيئة فأنها تبعت بمعاني رمزية وواقعية لبيئتهم فمثلاً الخرائط التي رسمت من قبل المواطنين مختلفة و تعكس أساليب مختلفة الأفكار لتركيبة المدينة ، فمثلاً الشخص الذي رسم المدينة القديمة لغات مع تأكيده علي حدودها ربما يريد أن يرسل برسالة بالشعور العاطفي و الانتماء لهذا المكان الذي كان يعيش فيه . أغلب الخرائط وضحت أغلب المعالم الطبيعية المشهورة مثل جبال أكاكوس ، غابات أشجار النخيل و الكثبان الرملية كحدود طبيعية لمدنهم، شكل (2) احد رسومات المواطنين.



شكل (2) احد رسومات المواطنين

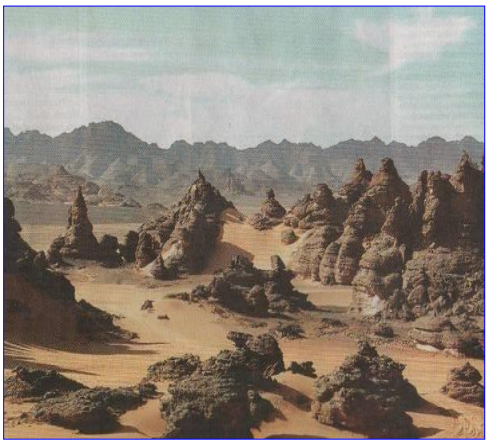
لذلك فأن المعالم الطبيعية و المباني التقليدية و التي تجدرت من مصادر البيئة الطبيعية قد ظهرت في مجموع الإجابات.مع استكمال الإجابات الباحثين استخدما أكثر طرق لإظهار المعاني الدالة لمدارك الناس . لذلك فالطرق المستخدمة هي: تصنيف المعلومات و البيانات إلي صفات ، مشتملات ، و أنشطة .

كما يتم تنسيق البيانات من خلال دوافع أو محددات معينة ، الربط بين البيانات المشتركة و كذلك اللقاءات الشخصية من خلال السمع بعمق لشروح الناس علي أساس خبرتهم بالمدينة .

المكونات والمشتملات (OBJECTS).عبدالله (1998) يقول بأن (OBJECTS) تعني كل العناصر المادية للعناصر الطبيعية أو من عمل الإنسان مثل الأماكن و المعالم الجغرافية ، سواء الثابتة مثل البحر ، النهر ، الوادي و الجبال أو متغيرة مثل الأمطار ، الحرارة ، الحيوانات و كذلك كل عناصر البناء أو التي لها بعد اجتماعي مثل القلاع والميادين ، الأفنية ، الشوارع وإلي آخرة . فمثلاً القلاع تقع أعلي منطقة بالمدينة و حوائطها عالية لصد الرياح وردع الأعداء .

استخدام مواد البناء المحلية في بناء هذه القلاع ربطها بطوبوغرافية المكان ففي غات استخدام الحجر الطبيعي ، بينما الطين الأحمر والأخضر في زويلة و الفردغ في مرزق .

من جانب أخر ، جبال أكاكوس بغات زودت سكان غات بمادة البناء للحوائط و القواعد و القلاع و المساكن، وشكل هذه السلسلة الجبلية الكبيرة هو عبارة عن أعمدة ذات أشكال غريبة وبعضها منفصلة أحيانا الناتجة عن عوامل التعرية الطبيعية ، شكل (3) سلسلة جبال اكاكوس.



شكل (3) سلسلة جبال اكاكوس

شكل (4) رسومات داخل كهوف جبال اكاكوس

كذلك تحتوي هذه الجبال علي بعض الكهوف بداخلها نقوش لحياة الانسان منذ 12000 سنة قبل الميلاد كالصيد ، و مظاهر الحياة اليومية ، الشعائر و الطقوس والرقص و الحيوانات ، كذلك وجود كتابات علي الصخور، شكل (4) رسومات داخل كهوف جبال اكاكوس. موري (1988 ،ص 55) يقول هذه الجبال قد استعملها الفنانون القدماء للتعبير عن أنفسهم في شكل رسومات ونقوش. إضافة إلى ذلك هذه الجبال مع الرسومات بالكهوف تعكس تكامل الإنسان مع البيئة المحيطة كسجل لحياة الإنسان الأولى.

الصفات (ASPECTS)

هي تمثل كيفية إحساس و تفكير الناس عن البيئة وتأثيرهم بها (ECOLOGY) طبقاً للتبيؤ الثقافي وهى إدراك وفهم الشكل من خلال معناه .إضافة إلى دلك فالصفات تعبر عن إحساس الناس (أشياء تأثرت بأشياء لها جذور في تاريخ المكان و البيئة) (ECOLOGY). عدد من الاعتبارات الاجتماعية (العادات ، التقاليد ، طريقة الحياة) انبثقت من التكيف للبيئة . الناس يجتمعوا فى أماكن الظل تحت أشجار النخيل أو الشوارع الضيقة و المعالم الطبيعية .

ففي المسكن التقليدي المكان الاساسى للتفاعل الاجتماعي هو الفناء ، أنة المكان ألدى تلتقي فيه الأسرة الممتدة و التي تشتمل علي مجموعة عائلات صغيرة حيث رابابورت (1969، ص108) يقول " مجموعة العائلة الممتدة تعبر عن وحدتها من خلال العيش مع بعض حول فناء مشترك ، الرجال و النساء والأطفال كل يساعد الأخر و يتعاونوا مع بعض في كافة الأنشطة الاجتماعية و الاقتصادية .

الأنشطة (ACTIVITIES)

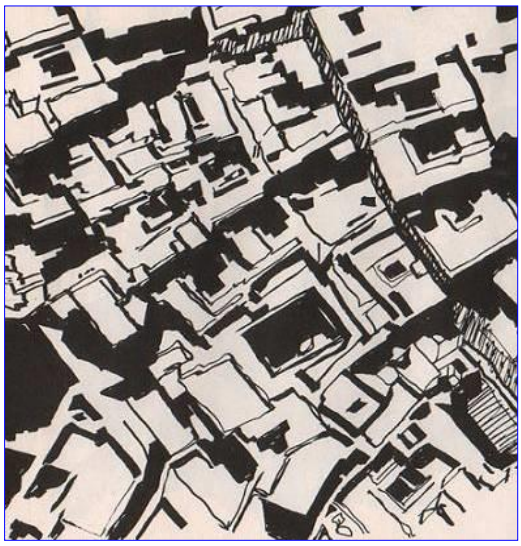
أكثر الأنشطة أهمية تلك الأنشطة المرتبطة بالبيئة .الأنشطة تعنى كيفية تعامل الناس و تفاعلها مع العناصر المعمارية التي زودت لهم وغيرها من المشتملات في بيئتهم (عبدالله ، 1998).المدن التقليدية تمثل مكانا مهيأ لكافة الأنشطة الاجتماعية حيث كافة الطرق و الأسواق و المحلات و الميادين فيها ظلال وهي مكتظة بالناس فالأطفال يلعبون فوق أسطح المنازل ، في الأفنية و الميادين وتحت رعاية كبار السن بينما الأنشطة في البيئة الحديثة أصبحت خاصة (تلفزيون ، تلفون ، كمبيوتر و أشياء أخرى) قللت و أضعفت دور الفراغ العام والتفاعل الاجتماعي بين الناس.

ففي احتفالات الزواج مثلاً من المعتاد قد تستمر عدة أيام وهي تشمل الغناء ، قول الحكايات و القصص ، و سباق الإبل والخيول ...عادة هذه المناسبات تقام نهاية فصل الربيع وبداية فصل الصيف حتى الخريف عندما تكون المدارس مقفلة لتكون الأسر قليلة الالتزامات .إعداد مثل هذه المناسبات يبدأ بطلاء و زخرفة منزل العريس ، وإعداد الحلويات و العطور و الغذاء ، كل الأقارب و الأصدقاء و الجيران يشاركون في هذه المناسبات بالحضور الفاعل.

في المدن التقليدية الأفنية ، الميادين و الأزقة والساحات هي المكان الأنسب لمثل هذه المناسبات الاجتماعية أما اليوم العائلات تنصب الخيام علي الطرق والميادين القريبة وايجارالصالات من أجل استقبال الضيوف و الذي أصبح محدداً لمن له دعوة للحضور بالإضافة إلى تكاليف الفرح الباهظة...رجل مسن في لقاء معه يقول " الحياة قد تغيرت و أصبحت مكلفة ، الزواج كان مناسبة سعيدة للجميع و كل سكان القرية أسهموا بالحضور فيه ".

المحددات (DIMENTIONS)

المحددات هي عبارة عن الدوافع التي تندرج تحتها إجابات الناس فيما يتعلق بالأنشطة ، المشتملات و الصفات و المحددات الأساسية تشمل (المناخ كعامل بيئي ، العمارة، الرمزية، العوامل الاجتماعية والتخطيط).هذه المحددات أشارت إلي تقدير الناس للبيئة و التي تحددت من خلال تكيفهم للطبيعة وتفاعلهم معها و التي تأكدت من خلال نظرية التبيؤ الثقافي .الكاتبين أعطا أهمية للبيئة (ECOLOGY) و البيئة (ECOLOGY) تحولت من خلال تفاعل الناس معها إلي أسلوب حياة وكدلك في شكل العمارة وتضم هذه المحددات طبقاً لماسلو (1987، 1954) نظرية الدافع للسلوك البشري وهي تحددت باحتياجات في شكل متدرج.. هذه الاحتياجات تشمل الاحتياجات المباشرة كالغذاء والماؤى ليظل الإنسان حياً ، ومن ثم إلي الإحساس بالانتماء ليشعر الإنسان إنه في أطار اجتماعي معين ، ومن ثم الاحتياجات الجمالية من أجل الإحساس بالدوق والثقافة (مسعود ، 1996).فيما يتعلق بالتكيف المناخي في المناطق التقليدية هناك دليل واضح من خلال شكل النسيج العمراني ، تقارب المباني و تعريض واجهاتها لأقل ما يمكن للشمس ، الشوارع عميقة و مظللة من خلال الحوائط المجاورة و بعضها كذلك مغطى، شكل (5) نسيج المدينة التقليدي وظلالها وشكل (6) الشوارع عميقة و مظللة.



شكل (5) نسيج المدينة التقليدي وظلالها

شكل (6) الشوارع عميقة و مظللة

العادات تعبر عن الاستقرار و المحافظة علي طريقة حياة الناس و تحافظ علي المجتمع من جيل لأخر وتربط الناس ببيئتهم و تاريخهم .كل المدن الثلاثة محاطة بغابات النخيل حتى من بعد تلاحظ ذلك ...هناك مظهران للبيئة المحيطة وهو اللون الأصفر للأرض الذهبية مع لون السماء الأزرق . لذلك فاللون الأخضر ولونى السماء و الأرض اجتمعا و

تحولاً إلي شي أخر جديد إنه المأوى و الظل و الحياة .ففي أغلب الثقافات (الرمزية) تلعب دور هام في حياة الناس اليومية وكل شي في تفكيرهم هو مرتبط بالطبيعة .. ففي المناخ القاسي المناخ (الحدائق ، الأفنية ، القلاع ، المساكن و الصناعات التقليدية) تعكس العلاقة بين الإنسان و الطبيعة (NATURE).

التلازم (CORRELATION)

الأشياء	الجنس		المجموع
	ذكر	أنثى	
المربوعة	20	3	23
الحديقة	4	6	10
المطبخ	1	8	9
جراج	7	1	8
الموقع	3	4	7
غرفة المعيشة	1	4	5
لفناء الخلفي	1	3	4
الأمامي	3		3
حائط مزدوج	3		3
مطارد	1	2	2
مكتبة		1	1

هذا التجميع أظهر أولويات الجنسين للفراغات التي تمثل مختلف الوظائف ، أغلب الإجابات اختاروا غرفة الضيافة لكونها للرجال بينما النساء اخترن المطبخ و الفناء و غرفة المعيشة .

كل جنس سلط الضوء مع الفراغات التي ترتبط مع رغباته إلي مستوي أعمق ممكن القول ضمن النسيج الاجتماعي . غرف الاستقبال كونها فراغ شبه عام بينما الفراغات التي ثم ذكرها من قبل النساء يعتبر فراغ خاص أو فراغ العائلة .

بالنسبة للمناطق الخضراء في المنزل كان مهما لكلاً الجنسين ، حيث أتفق الناس بأن الفناء الأخضر الأمامي و الخلفي مهم لتلطيف المناخ القاسي .

اللقاءات الشخصية (PERSONAL PROFILES)

أغلب الإجابات في هذه اللقاءات لفهم التجربة الشخصية لبعض الناس ولفهم خبرتهم عن مدنهم و رأيهم كيف يتعاملوا مع بيئتهم . الناس تحدثوا عن التغيرات في الإسكان خاصة لمن يقيمون في الإسكان العام و لقد تكلموا عن أن حجم أسرهم تزداد في الأغلب الدى يوثر على تحوير المسكن ليتناسب مع التغيرات التي تحصل بالأسرة و عند القيام بالتحوير تواجه المواطنين مشكلة الإضافة نظراً لمحدودية الأرض لتلك المساكن . بينما في الماضي كانت الغرفة تستخدم لعدة أغراض ولكن الآن كل غرفة لديها وظيفة محددة .الفناء الأمامي و الخلفي أصبح أحياناً مزعجاً ويتطلب رفع الحوائط من أجل تحقيق الخصوصية خاصة في حالة وجود مباني عالية مجاورة بينما في المسكن التقليدي نرى الفناء في وسط المنزل وارتفاع حوائط الغرف المحيطة بالفناء تحقق الخصوصية .

قال أحد المواطنين بالنص " أنني أسكن في مسكن عمل من الخرسانة ، حوائطه تنقل ضجيج الجيران و الحرارة من الخارج ، لأن الحوائط تبدو غير سميكة أو من مواد الحائط تساعد على نقل الصوت و الحرارة .

الغرف لكل شقة متقاربة مع الغرف الأخرى و جعل ذلك الناس غير مرتاحة ، لان الخصوصية محدودة. عندما رحلت إلي مسكني الجديد في الأحياء الجديدة ولقد تعرضت للبرد بسبب مواد البناء المستخدمة مثل البلاط ، و أرضيات الاسمنت والخرسانة و الحوائط تنقل الحرارة و البرودة و التي زادت من احتمالية المرض ... للعيش في مثل هذه المساكن يتطلب أجهزة تكييف و سجاد أرضى و فرش و التي لا أستطيع تأمينها بالكامل .. عندما كنت في المساكن التقليدية لم نعاني من مثل هذه الأشياء "

النتائج و التوصيات

نتائج هذه الورقة ليس للبحث عن أصل الأشياء بل لتزويد أساسيات و مبادئ للمصممين و صناع القرار و عليهم أن يكونوا في منتهى الحذر من الآراء الجديدة حول الطبيعة (NATRE) و التي دمرت التفكير و المعرفة التقليدية و البيئة (ECOLOGY) حيث(ECOLOGY) البيئة مرتبطة بالثقافة (CULTURE) لذلك فأن الورقة أتت بنقاط استرشادية لكيفية

المحافظة علي الروابط الثقافية المرتبطة بقوى الطبيعة للمكان و كيفية إحياء الارتباط للبيئة الطبيعية و التي تعتبر كأساس للمعرفة التقليدية .

1- أنه من المهم عمل بحوث لدراسة العمارة التقليدية و المعرفة التقليدية مع التأكيد علي استنباط جذور تركيبتها من خلال الإطار البيئي و المصادر الثقافية .

2- دراسة الوسائل و الطرق لإدارة البيئة و التي استخدمت من قبل الناس و المصممين في إطار شامل من أجل تفادي عدم التكيف الظاهر في عدد من مشاريع البناء الحديثة حيث أسلوب العمارة الدولية قد أستخدم لتلك المجتمعات التقليدية والتي قطعت أي ارتباط مع الماضي و لم تعطي أي فرصة للأفكار التقليدية أن تنمو وتتطور.

3- من خلال نتائج هذه الورقة الناس لازالوا ينظرون إلي ضرورة المحافظة علي القيم الاجتماعية و يجب أن تراعى في التصاميم المستقبلية للمدن (فالخصوصية ، معايير الأمان ، القرابة ، العائلة الممتدة-- كل الأنشطة الاجتماعية و الدينية والتجانس الاجتماعي) من أجل تأمين جودة عالية في البيئة العمرانية و إبراز هوية هذه المجتمعات .

4- الناس مرتبطة بالبيئة ليس من خلال المشتملات وشكلها بل من خلال القيم الرمزية والمعاني المرتبطة بها، فعلى المعماريين ، المخططين و المصممين إدراك معنى البيئة كأساس في نقل المعرفة للأجيال القادمة .

5- دراسة التقنيات التقليدية في البناء تسمح للمعماريين كيفية استخدام مواد البناء المحلية المتاحة للتعامل مع المناخ المحلي لتفادي استخدام الوسائل الصناعية .

6-من خلال الدراسة الحقلية فان القيم التقليدية هي أساس الوصول إلي متطلبات الناس و مداركهم لبيئتهم .. هذه القيم من الممكن أن تعمل حلول تصميميه تسمح باستمرارية العملية .

المراجع

1-ماسلو (1987) الدافع والشخصية، مطبعة هاربر ورو، نيويورك.

2-ستوارد (1955) نظرية التغير الثقافي، مطبعة جامعة ايللينوس، ايللينوس.

3-باتربورى(1997) الثقافة البيئية ومنتقديها.www./geography/courses edu.accessed in 2003.Colorado

4-رابابورت (1969) شكل المسكن والثقافة،بريتنس-قاعة انليوود.

5-عبدالله (1998)المعرفة البيئية وإدراك المدينة مع الطاقة بجماليات البيئة، بحث دكتوراه، مدرسة إدنبرة للعمارة، جامعة هريوتوات

6-الشاوش (2000) تغير الهوية للبيئة العمرانية في طرابلس، مدرسة للعمارة، جامعة نيوكا سل.

7-بلمر وارويك (1983) البحث الاجتماعي في الدول النامية:المسح وإحصائيات في العالم الثالث،جون ويلى، نيويورك.

8-الفورتيا (1989) استقصاء المناسب، بحث دكتوراه، مدرسة إدنبرة للعمارة، جامعة هريوتوات

9-انجل (1990) التضارب بين البيئة العمرانية التي صممت في مشاريع الإسكان في الجزائر وتوقعات لمن صممت لهم، مدرسة للعمارة، جامعة نيوكا سل.

10-باراتى و عجام (1997) القراءة الشمولية لتركيبة البيئة. منطقة الدراسة طهران ،بحث دكتوراه، مدرسة إدنبرة للعمارة، جامعة هريوتوات.

11-موري (1988) اكاكوس تادرات، مركز دراسات جهاد الليبيين ضد الاحتلال الايطالي. طرابلس، ليبيا.

12-مسعود (1996) التكيف والدافع: النموذج البيئى لمعني العمارة ،بحث دكتوراه، مدرسة إدنبرة للعمارة، جامعة هريوتوات.

13-فتحى (1973) عمارة الفقراء، تجربة في الريف المصرى، مطبعة جامعة شيكاو.

العزل الحراري في المباني

د. أحمد محمد الصغير
أستاذ مساعد بجامعة الفاتح
ahmedsegayer@yahoo.com

الملخص

يسود الجماهيرية العظمى مناخ قاري تتفاوت فيه درجة الحرارة صيفاً وشتاء تفاوتاً كبيراً، مما يؤثر بشكل ملحوظ على عناصر المبنى حيث يكون الفرق بين درجتي الحرارة داخل وخارج المبنى كبير جداً مما يضطر معه القاطن إلى إستخدام أجهزة التكييف لفترات طويلة وذلك للحد من إرتفاع درجات الحرارة داخل المبنى. ونظراً لكون أجهزة التكييف تمثل حملاً اساسياً لا يستهان به وتستحوذ على الاستهلاك الأعظم من الطاقة الكهربائية في البلد، لذا فإن استخدام مواد العزل الحراري في المباني يعتبر أحد أهم تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية. الهدف الأساسي من الورقة الحالية هو التعريف بأهمية استخدام العزل الحراري في المباني بيئياً وصحياً واقتصاديا، وبيان أنواع المواد الداخلة في تصنيعه والعوامل التي تؤثر على اختيارها، وأهم الاعتبارات الواجب اتباعها عند استخدام العزل الحرارى. وبحث آخر ما توصل إليه العلم لحل مسألة عزل المباني حراريا.

الكلمات الدالة: العزل الحراري في المباني، مواد العزل الحراري للمباني، مزايا العزل الحراري في المباني.

1. مقدمة

طور الإنسان معالجاته للظروف البيئية المحيطة به من خلال التجارب الطويلة والمستمرة في ممارسة البناء فاستطاع أن يتعرف على خصائص مواد البناء فصار يستخدمها بأقصى فعالية لتلبية احتياجاته ومتطلباته. وقد شهد قطاع البناء تطوراً هائلاً في مجال مواد البناء ومنها الخرسانة المسلحة التي تتميز بسهولة العمل بها وقدرة تحملها العالية. ولكن صاحب تلك المواد بعض السلبيات المرتبطة بخصائصها، فمن بين العيوب الرئيسية في المباني الخرسانية رداءة سلوكها وتصرفها الحراري بالنظر الى طبيعة المناخ وشدة حرارته. وافضل دليل على ذلك هو منحنى استهلاك الطاقة الكهربائية، فالملاحظ

ارتفاع استهلاك الكهرباء في فصل الصيف مقارنة عن فصل الشتاء والسبب في هذا التزايد الكبير يرجع بصورة أساسية إلى الطاقة الكهربائية المستعملة لتشغيل وسائل التكييف المتنوعة والتي يضطر إليها الناس لطرد الحرارة الشديدة والنافذة الى مساكنهم نتيجة رداءة ومقاومة الحوائط والأسقف لاختراق الحرارة من الخارج كما أن نصف مرافق ومحطات الكهرباء مسخر بصورة أساسية لتشغيل أجهزة وسائل التكييف في فصل الصيف فقط مما يجعل معامل الانتفاع من هذه المرافق والمحطات منخفض جدا ويؤدي بالتالي الى ارتفاع تكلفة توليد وتشغيل وصيانة محطات وشبكات الكهرباء.

2. أنواع المواد العازلة واستخداماتها

مواد العزل هي تلك المواد أو تشكيلة المواد التي إذا استخدمت بطريقة مناسبة يمكن أن تمنع أو تقلل انتقال الحرارة بوسائل الانتقال الحراري المختلفة (التوصيل – الحمل – الإشعاع). ويمكن تقسيم الحرارة التي تخترق المبنى والتي من المفروض ازاحتها باستعمال أجهزة التكييف للحفاظ على درجة الحرارة الملائمة إلى ثلاثة أنواع هي : الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف، الحرارة التي تخترق النوافذ، الحرارة التي تنتقل عبر فتحات التهوية الطبيعية [1].

ويمكن تقسيم المواد العازلة بصورة أساسية كما يلي:

- مواد عازلة غير عضوية تتركب من ألياف أو خلايا كالزجاج والاسبستوس والصوف الصخري وسيلكات الكاليسوم والبيرلايت والفيرميكيولايت.
- مواد عازلة عضوية ليفية مثل القطن وأصواف الحيوانات والقصب أو خلوية مثل الفلين والمطاط الرغوي أو البولي ستايرين أوالبولي يورثين.
- مواد عازلة معدنية كرقائق الألمنيوم والقصدير العاكسة.

وأما الأشكال التي توجد عليها المواد العازلة فهي كما يلي:

- مواد عازلة سائبة وتكون عادة في صورة حبيبات أو مسحوق تصب عادة بين الحوائط أو في أي فراغ مغلق كما يمكن أن تخلط مع بعض المواد الأخرى وهي تستخدم بصورة خاصة في ملء الفراغات غير المنتظمة.

- مواد عازلة مرنة الشكل وهي تختلف في درجة مرونتها وقابليتها للثني أو الضغط وتوجد عادة على شكل قطع أو لفات وتثبت عادة بمسامير ونحوه كالصوف الزجاجي والصخري ورقائق الألمنيوم ونحوها.
- مواد صلبة : وتوجد على شكل ألواح بأبعاد وسماكات محدودة بالبولي يورثين والبولي ستايرين.
- مواد عازلة سائلة تصب أو ترش في أو على المكان المطلوب لتكوين طبقة عازلة وهذه مثل البولي يورثين الرغوي.

يمكن تقسيم مواد العزل الحراري حسب مصادرها إلى أربعة أقسام:

- المواد العازلة من أصل حيواني: مثل صوف وشعر الحيوانات، ويعتبر استخدامها كمواد عازلة محدوداً.
- المواد العازلة من أصل جمادي: كالصوف الزجاجي، وهو من أفضل مواد العزل الحراري.
- المواد العازلة الصناعية: وتشتمل المطاط والبلاستيك الرغوي، والأخير هو الأكثر شيوعاً، وأكثر ما يستخدم هو نوع البولي سترين والبولي يورثين الرغوي.
- المواد العازلة من أصل نباتي: وتشتمل الألياف أو المواد السيلولوزية مثل القصب والقطن وخلافه.

3. مزايا العزل الحراري

1. تخفيض الطاقة الكهربائية المستهلكة في التبريد والتدفئة: يساهم تطبيق استخدام العزل الحراري في تخفيض الطاقة الكهربائية المستهلكة في أجهزة التكييف بمعدلات كبيرة تتراوح ما بين 30 – 40 % في المباني السكنية والتجارية والصناعية [2]، إذا طبق على أساس علمي وتقنى سليم حيث يعمل العزل الحراري على الحد من تسرب الحرارة عبر الجدران والأسقف المعرضة للشمس والتي تمثل حوالي 65 % من الحمل الحراري للمبنى المراد إزاحته بأجهزة التكييف مما يؤدي إلى تقليل فترات تشغيل الضاغط بالمكيف وبالتالي تقليل الاستهلاك، كما ينتج عن ذلك إطالة العمر لأجهزة التكييف وتقليل نفقات الصيانة.

2. تقليل سعة وقدرة أجهزة التكييف المستخدمة بالمبنى: حيث يتم تحديد سعة أجهزة التكييف على حجم ودرجة حرارة الهواء بالحيز المطلوب تبريده، لذا فإن استخدام العزل الحراري والذي يحد من تسرب تلك الحرارة يؤدي إلى الحاجة

إلى أجهزة تكييف ذات سعات وقدرات أقل وحيث أن أسعار أجهزة التكييف ترتفع حسب إرتفاع قدراتها فإن استخدام العزل الحراري يؤدي بالتالي إلى خفض تكلفة شراء معدات التكييف وتقليل رسوم التوصيل الكهربائية.

3. حماية المبنى: يعمل العزل الحراري على حماية مواد إنشاء المبنى من تغيرات الطقس الخارجية والتي تحدث نتيجة للفروق الكبيرة في درجات الحرارة خلال ساعات اليوم وتؤدي إلى حدوث إجهادات حرارية مستمرة على مواد البناء وحدوث تصدعات وشروخ فيها.
4. المحافظة على الأثاث داخل المبنى: تتأثر المباني غير المعزولة سريعاً ومباشرة بدرجات الحرارة الخارجية مما يجعل الحرارة داخل المبنى غير ثابتة وبالتالي تتأثر مواد الأثاث وتتفكك إذا لم يتوفر تكييف مناسب، ولذلك يلجأ البعض إلى ترك أجهزة التكييف في حالة تشغيل مستمر أثناء مغادرتهم المنازل لفترات طويلة (الإجازات مثلاً) للمحافظة على سلامة الأثاث مما يعنى إهدار طاقة بدون مبرر.
5. تحسين مستوى الراحة لمستخدمي المبنى: إن الحد من تسرب الحرارة إلى داخل المبنى باستخدام العزل الحراري يجعل درجة الحرارة بالداخل مقبولة نسبياً حتى بدون تكييف.
6. تقليل قيمة الأحمال الذروية: ينتج عن ذلك تقليل قيمة الفاقد من الطاقة في الشبكة الكهربائية وتخفيض الضغط على وحدات التوليد وشبكات النقل والتوزيع.

يتضح من هذه الفوائد أن العزل الحراري في البناء هو استثمار اقتصادي يؤدي الى توفير الطاقة والمال، بالإضافة إلى توفير الراحة للساكنين.

4. اختيار مواد العزل الحراري المناسبة

تتواجد أنواع كثيرة من مواد العزل الحراري بالأسواق التي تتباين من حيث قيمة الموصلية الحرارية. كما أن معامل التوصيل الحراري لنفس المادة يختلف باختلاف الكثافة، لذا فانه من الضرورة اختيار النوع الجيد من العزل الحراري وعدم الاعتماد على رأي المصانع في المواد التي يصنعونها كوسيلة لتسويق منتجاتهم، ومن أهم عوامل إختيار مادة العزل الحراري ما يلي [2]:

- أن تكون ذات معامل توصيل حراري منخفض.

- أن تكون على درجة عالية في مقاومتها لنفاذ الماء.
- أن تكون على درجة عالية في مقاومتها لإمتصاص بخار الماء.
- أن تكون على درجة عالية في مقاومتها للإجهادات الناتجة عن تغير درجة الحرارة.
- أن تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة كارتفاع معامل المقاومة للإنضغاط ومعامل المقاومة للكسر ومقاومة للتآكل وللترسيب.
- أن تكون مقاومة للبكتيريا والعفن والحريق.
- أن تكون ثابتة الأبعاد على المدى الطويل.
- أن تكون ذات كثافة ليست عالية.

كما يمكن تطبيق العزل الحراري الفعال في المباني القائمة عن طريق عزلها من الداخل أو من الخارج والعزل من الخارج أفضل بكثير مقارنة بالعزل من داخل المبنى حيث تبقى مساحات من المبنى غير معزولة.

5. خصائص مواد العزل الحراري

بالنظر الى متطلبات التصميم فإن اختيار مادة عازلة معينة يستلزم بالاضافة الى معرفة الخاصية الحرارية، معرفة الخصائص الثانوية الأخرى للمادة كامتصاص الماء والاحتراق والصلابة ..الخ

- الخصائص الحرارية: المقصود منها قدرة المادة على العزل الحراري وعادة ما تقاس بمعامل التوصيل الحراري فكلما قل معامل التوصيل دل ذلك على زيادة مقاومة المادة للانتقال الحراري. فالمقاومة الحرارية تتناسب تناسبا عكسيا مع معامل التوصيل الحراري خلال المادة العازلة يتم عادة بواسطة جميع وسائل الانتقال المختلفة (التوصيل والحمل والاشعاع).

أما المواد العاكسة فهي لقدرتها العالية على رد الاشعاعات والموجات الحرارية تعتبر مواد فعالة في العزل الحراري بشرط أن تقابل فراغا هوائيا وتزيد قدرة هذه المواد على العزل بزيادة لمعانها وصقالتها وغالبا ما تكون المادة العازلة متكاملة مع الجدران والأسقف ولذا فلمعرفة المقاومة الكلية للانتقال الحراري لابد من جمع المقاومات المختلفة لطبقات الحائط أو السقف بما فيها مقاومة الطبقة الهوائية الملاصقة للأسطح الداخلية أوالخارجية وجمع هذه المقاومات يشابه تماما جمع المقاومات الكهربائية، فهي إما أن تكون على التوازي أو التسلسل ويعتمد هذا على تركيبة المواد في الحائط أو في

السقف. وإضافة الى ما ذكر من خصائص حرارية فإن هناك خصائص أخرى كالحرارة النوعية والسعة الحرارية ومعامل التمدد والانتشار والتي لابد من معرفتها لكل مادة عازلة.

- الخصائص الميكانيكية: بعض المواد العازلة تتميز بمتانة وقدرة على التحميل، ولهذا فيمكن أحيانا استخدامها للمساهمة في دعم وتحميل المبنى وذلك إضافة الى هدفها الأساسي وهو العزل الحراري، ولهذا ينظر الى قوة تحمل الضغط والشد والقص ..الخ
- الإمتصاص: وجود الماء بصورة رطبة أو سائلة أو صلبة في المادة العازلة يقلل من قيمة العزل الحراري للمادة أويقلل المقاومة الحرارية، كما أنه قد يساهم في إتلاف المادة بصورة سريعة وتأثير الرطوبة على المادة يعتمد على خصائص المادة من حيث قدرتها على الامتصاص والنفاذ، كما يعتمد على الأجواء المناخية المحيطة بها كدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة ..الخ. اما الخصائص التي يقاس بها مدى تأثير المادة بالرطوبة فهي الامتصاص والنفاذية.
- الأمان والصحة: لبعض المواد العازلة خصائص معينة منها ماقد يعرض الإنسان للخطر سواء وقت التخزين أوأثناء النقل أوالتركيب أوخلال فترة الاستعمال فقد تتسبب في إحداث عاهات في جسم الإنسان، دائمة أومؤقتة، كالجروح والبثور والتسمم والالتهابات الرئوية أوالحساسية في الجلد والعينين مما يستوجب أهمية معرفة التركيب الكيميائي للمادة العازلة ،كذلك صفاتها الفيزيائية الأخرى من حيث قابليتها للاحتراق والتسامي.
- الصوت: بعض المواد العازلة للحرارة قد تستخدم لتحقيق بعض المتطلبات الصوتية كامتصاص الصوت وتشتيته وامتصاص الاهتزازات لذا فإن معرفة الخصائص المرتبطة بهذا الجانب قد يفي بتحقيق هدفين بوسيلة واحد.

إضافة الى ما سبق من خصائص فإن هناك خصائص قد تكون ضرورية عند اختيار المادة العازلة المناسبة كمعرفة الكثافة والقدرة على مقاومة الانكماش وامكانية الاستعمال وانتظام الأبعاد ومقاومة التفاعلات الكيميائية والمقاسات والسماكات المتوفرة..الخ. إضافة لكل ما سبق يلعب العامل الاقتصادي أخيرا دورا هاما في اتخاذ القرار.

6. أهم الاعتبارات في تطبيق العزل الحراري

يجب عند تطبيقنا للعزل الحراري مراعاة الاعتبارات الآتية:

- أن تخزن المواد العزلة في أماكن جافة غير مكشوفة ويجب عدم تهشمها أو ثقبها.

- يراعي تغطية مواد الأسطح من كلا الجانبين ويوضع حاجز فاصل (غلاف) من أعلاها.
- وحاجز (غلاف) مقاوم لتسرب المياه من أسفلها أو العكس بالعكس وذلك حسب طريقة التركيب المناسب لذلك.
- تغطية مواد عزل الجدران من الجانبين بحاجز عازل للرطوبة وذلك حسب طريقة التركيب المناسب لذلك.
- تجنب إمكانية تهشم المادة عند البناء أوخلال عملية وضعها.
- أن تكون جميع أسطح المادة خالية من الغبار أوالشحوم قبل وضعها.
- في المباني الخفيفة كالمخازن وغيرها التي تستعمل الصفائح المعدنية في أسقفها وجدرانها، من الضروري إستعمال (الفيبرجلاس) أوالصوف الزجاجي أوالصخري للعزل الحراري لأن هذه تقاوم الحريق والحرارة.

7. ما هو القدر المناسب من المادة العازلة

يتم عادة اختيار نوعية المادة العازلة بالموازنة بين تكلفتها الاقتصادية ومدى تحقيقها للمتطلبات الرئيسية والثانوية ولكن هذا الاختيار لا يغني عن السعي إلى تحديد السماكة المناسبة من المادة المختارة، يمكن تقسيم المباني من حيث نوعية وطريقة الاكتساب الحراري الرئيسي الى نوعين [3, 4]:

أولا: مباني معظم اكتسابها للحرارة يأتي من خلال القشرة أو الغلاف الخارجي للمبنى بمعنى أن متطلبات التبريد والتدفئة تتناسب بصورة تقريبية مع الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجة. وتقع المساكن والمخازن عادة في هذا القسم نظرا لأن الحرارة المكتسبة من الخارج تفوق بكثير الحرارة الناتجة عن النشاطات المختلفة داخلها، ففي هذه المباني فإن زيادة العزل الحراري في الغلاف الخارجي للمبنى سيؤدي بالضرورة الى تقليل مقدار الحرارة المكتسبة أوالمفقودة وهذا بالتالي يؤدي الى تقليل الطاقة اللازمة لإزالة ما يكتسب أو تعويض ما يفقد. ولتحديد السمك الأمثل للمادة العازلة في المباني من هذا النوع فإن الضابط الأساسي لهذا التحديد هو مقدار التكلفة الكلية وهي تساوي مجموع تكلفة المادة العازلة وتكلفة الطاقة اللازمة لتكييف المبنى.

ثانيا: مباني اكتسابها الرئيسي للحرارة يأتي من داخلها وهذه المباني يكون الاكتساب الرئيسي للحرارة فيها نتيجة للنشاطات المقامة داخلها كالمصانع أو نتيجة لضخامة عدد المستخدمين أوللحرارة الناتجة عن الاضاءة الصناعية كالمكاتب ونحوها، ففي مثل هذه المباني ولأن معظم الإكتساب لا يتأثر بشكل أساسي بالظروف الجوية الخارجية فإن زيادة سمك الطبقة العازلة لا يؤدي بالضرورة إلى تقليل تكلفة الطاقة بل قد يؤدي إلى زيادتها فضلا عن زيادة التكلفة الكلية، فزيادة سمك

الطبقة العازلة يؤدي إلى احتباس الحرارة المكتسبة في الداخل من تراكمها فتزيد أحمال التبريد بصورة واضحة، لذا فالمباني من هذا النوع تحتاج إلى دراسة مستفيضة بواسطة الحاسب الآلي لتحديد سلوك المبنى الحراري على مدار العام باستخدام سماكات مختلفة من المادة العازلة ومن ثم الوصول الى السمك الأمثل.

8. الخلاصة

لقد أثبتت الدراسات والتجارب أهمية استخدام العزل الحراري، ومدى توفير استهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام المواد العازلة لكل من السقف والجدران، حيث أن هذا الاستخدام أدى إلى تقليص الفاقد في الطاقة الكهربائية، خاصة في فصل الصيف، حيث يصل استهلاك الطاقة إلى ذروته لتبريد فراغات المباني كما يساعد العزل في تقليل حجم الاجهزه المستخدمة في أغراض التكييف إضافة إلى تقليل ساعات عمل الضاغط، كما بينت الدراسات بأن استخدام العزل الحراري يساعد في تخفيض الأحمال الذروية وتأجيل الحاجة إلى محطات توليد جديدة وما يتبعها من محطات نقل وتوزيع وهذا يعنى توفير استثمارات ضخمة في هذه القطاعات إضافة إلى مصاريف التشغيل وخلافه. لما اتضح للعزل الحراري من مردود اقتصادي إيجابي على المستهلك والدولة فقد بادرت العديد من الدول بسن تشريعات ووضع لوائح لجعل استخدام العزل الحراري إلزامياً في كل المباني، ومن هذا المنطلق وحرصاً على الطاقة الكهربائية المتاحة من الهدر تلك الطاقة التي تتكبد الدولة الكثير في سبيل توفيرها للمواطن بأسعار تقل عن تكلفتها الفعلية وتعاني مرافق الكهرباء المشقة في سبيل توصيلها لكل بقعة من البلد.

المباني الليبية في غالبيتها تفتقر بشكل واضح إلى التكامل الفيزيائي الذي يتمثل في إيجاد الوسائل والإجراءات العملية المناسبة بهدف حماية المبنى من المؤثرات الضارة واستغلال الظروف البيئية المحيطة بطريقة اقتصادية تتحقق معها شروط الراحة للساكنين. ومن أهم الوسائل المتبعة في هذا المجال العزل الحراري. فغالباً ما تخلو تصميمات البناء من هذه التفاصيل. أما في حالة التطبيق فيتم التنفيذ بشكل خاطئ أوبطريقة ارتجالية لا تعتمد على أسس سليمة مما يؤدي إلى عدم تحقيق الهدف المنشود من التصميم. وبشكل عام لا تجد التصميم الحراري (الفيزيائي) للعناصر الخارجية للبناء مراعاة تذكر من قبل المهندس المصمم الذي يركز جل اهتمامه على عنصري الجمال والقوة فقط. إن غياب التصميم الحراري في إنشاء المباني يعرضها لمشاكل فيزيائية وأضرار متنوعة تبدأ بالظهور بعد فترة قصيرة من إشغال المبنى. فمشاكل الرطوبة وتشكل العفن على الجدران والزوايا وظهور التشققات بفعل الاجهادات الحرارية تشكل جزءاً من المشاكل التي تتعرض لها

هذه المباني مما يؤدي إلى فقدان الراحة الحرارية في السكن. فالمسكن غير المعزول حرارياً يبقى بارداً في الشتاء على الرغم من تدفئته.

مما سبق، يتضح أن التصميم المثالي للمبنى الملائم للسكن يرتكز على مقومات مكملة لبعضها البعض تعتمد على مراعاة التصميم الحراري إلى جانب التصاميم الإنشائية المعمارية، والذي سيؤدي إلى إنشاء أبنية اقتصادية في التشغيل تتوفر فيها عناصر الجمال والأمان والراحة.

9. المراجع:

[1] Hassan, K., "Thermal Behaviour of Buildings", National Academy For Scientific Reaearch.

[2] "أثر العزل الحراري للمباني في ترشيد الطاقة" – المملكة العربية السعودة 1415 هـ .

[3] Hassan, K. and G.B. Hanna "Effect of Walls on Indoor Temperature", BUILD International, pp. 220226, July/August, 1972.

[4] Threlkeld, J.I., "Thermal Environmental Engineering", Prentice-Hall, New York, pp. 340-355, 1970.

الدراسات الهندسية وأسس تصميم العبارات لتصريف مياه السيول تحت الطرق في البيئة الصحراوية

أحمد حلمي السيد
أستاذ المياه الجوفية والهيدرولوجيا
كلية الهندسة – جامعة الزقازيق – ج.م.ع.
Ahelmy54@hotmail.com

الملخص :

السيول لها قوة تدميرية عندما تطغى على منطقة ما فإنها تستهدف كل ما يواجهها ويترتب عليها آثار سلبية تتمثل في تدهور حالة الموارد الطبيعية ، وتدهور حالة البيئة وتعرض السكان لكثير من الصعوبات الإنسانية والاجتماعية والاقتصادية وتتباين درجة التأثير السلبي المترتب على حدوث سيل بدرجة كبيرة بين البلدان وفى المناطق المختلفة، تبعا لمدى قدرتها على التخفيف من تأثير السيل ودرجة استعدادها لمواجهته. السيول في البيئة الصحراوية منسية وغير موجودة إلا عند وقوعها المفاجئ نظرا لأنها تحدث على فترات زمنية متباعدة قد تمتد للعديد من السنوات الأمر الذي يترتب عليه تعرض مجارى السيول إلى كثير من الإهمال وعدم الصيانة الدورية الذي قد يؤدى إلى انهيار جوانب المجرى بالإضافة إلى الإهمال المتعمد والمتمثل في التعدي على المجرى بالاستيلاء على أجزاء من نهايته وردمه وبناء منشات في المناطق المنخفضة والسهول المتاخمة لمجارى السيول . المنشات الواقية من خطر السيول كثيرة ومتنوعة ومتعددة الأغراض حسب ظروف المنطقة الجغرافية والاقتصادية وغيرها. الدراسة الحالية تتناول الدراسات الهندسة (دراسة هيدرولوجية لمنطقة تجمع مياه السيل، دراسة هيدروليكية للمجرى، ودراسة إنشائية للعبارة) وأسس تصميم العبارات لتصريف مياه السيول تحت الطرق المتقاطعة مع مجارى السيول في البيئة الصحراوية. تتناول الدراسة أيضا طرق تهذيب مجارى السيول لضمان انسيابية جريان مياه السيول ودرء مخاطرها على الممتلكات والأرواح، وإجراءات الوقاية من أخطار السيول والتخفيف من آثارها في البيئة الصحراوية.

الكلمات الدالة: تصريف السيول – تصميم العبارات – البيئة الصحراوية – الطرق

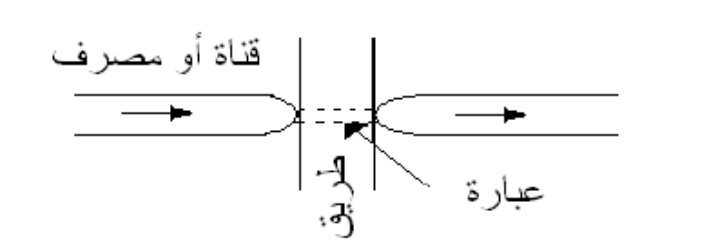
المقدمة:

يهتم المسئولون عن تخطيط وإدارة وتطوير المدن بتقديم الخدمات الضرورية لقاطنيها من خلال تنفيذ مشاريع البني التحتية إضافة إلى ما يرتبط بتلك المشاريع من أعمال تضمن حماية تلك المدن وحماية أرواح مستخدميها والممتلكات مما قد يعترضها من مخاطر جرء بعض الظواهر الطبيعية. و تعتبر المخاطر الناجمة عن تدفق مياه السيول من أكثر ما يثير اهتمام المسئولين و بالأخص في المناطق و المدن ذات الطبيعة الجغرافية و التضاريس السطحية و الظروف المناخية المساعدة على تجمع تلك المياه و تدفقها بمعدلات و سرعات و كميات كبيرة. تحدث السيول في البيئة الصحراوية على فترات زمنية متباعدة قد تمتد للعديد من السنوات الأمر الذي يترتب عليه تعرض مجارى السيول إلى كثير من الإهمال وعدم الصيانة الدورية والذي بالتبعية قد يؤدى إلى انهيار جوانب المجرى بالإضافة إلى الإهمال المتعمد والمتمثل في التعدي على المجرى بالاستيلاء على أجزاء من نهايته وردمه وبناء منشات في المناطق المنخفضة والسهول المتاخمة لمجارى السيول.

للسيول آثار مدمرة على ما قد يعترض مسارها من منشآت و مرافق، وعلى وجه التحديد شبكات الطرق و خطوط النقل و المواصلات (شكل رقم 1).

شكل (1): تأثير السيول علي الطرق [2]

للتقليل من آثار السيول وحماية تلك المشاريع و مستخدميها و خصوصا الطرق، يتم إنشا مجاري لتصريف مياه السيول و تأمين مسارات مناسبة لها تحت الطرق و خطوط النقل من خلال عبارات (culverts)، بحيث يتحقق هدف حماية تلك الطرق و عدم تأثر أجزاءها ومكوناتها من جرا تدفق المياه إضافة إلى حماية مرتادي تلك الطرق و مستخدميها. العبارة (culvert) هي ممر مائي مغلق يستعمل لإمرار مياه المجارى المائية (سيول– نهر– قناة .....الخ) تحت العوائق التي تعترضها (طرق مواصلات – سكك حديدية – قنوات ري ... الخ). عند منشاة العبارة يحدث تضيق في مقطع الجريان حيث يتم الانتقال من مقطع المجرى المكشوف إلى مقطع العبارة وبالعكس بواسطة حوائط ساندة يمينية وأخرى يسارية كما هو موضح بالشكل (2).



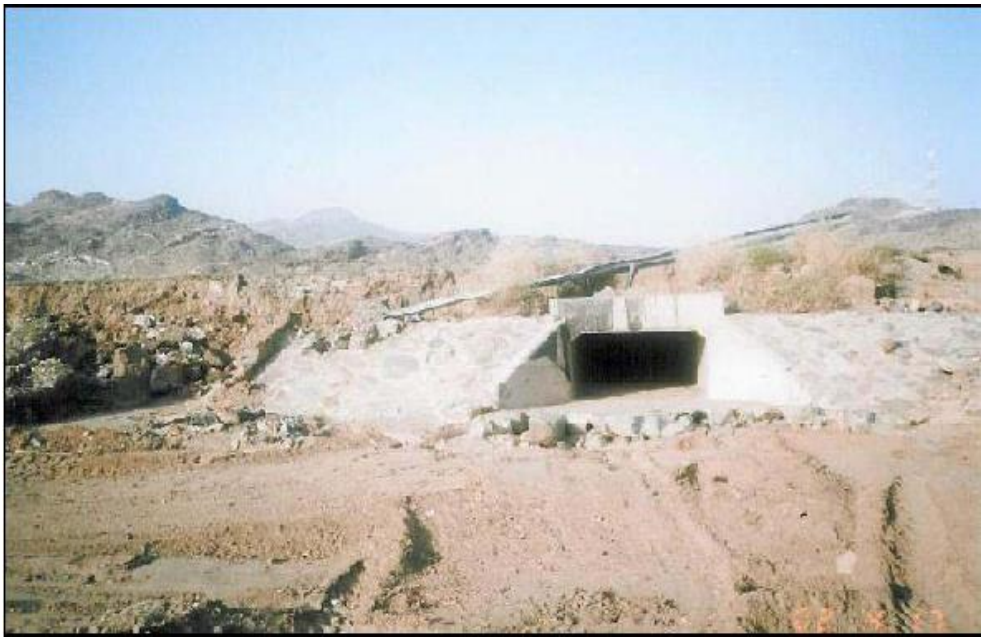
شكل (2): وضع العبارة تحت الطريق

المعايير الرئيسية عند اختيار حجم العبارة هي: كمية المياه التي تنساب خلال العبارة، الأحمال فوق العبارة، وحالة المكان الذي سوف توضع فيه العبارة. يمكن أن يأخذ المقطع العرضي للعبارة أحد الأشكال التالية: أقواس حجرية مستندة على جدران شاقولية يصل عرض الفتحة الواحدة إلي 1 متر، أنابيب دائرية من الفولاذ أو الخرسانة المسلحة، صندوقية من الخرسانة المسلحة ذات مقطع مستطيل أو مربع وتكون تلك المقاطع إما مفردة (فتحة واحدة) أو فتحتين وهذا يعتمد علي الأحمال المؤثرة عي العبارة، عمق المياه أمام العبارة، وعوامل أخري. عادة يؤخذ عرض العبارة اكبر من ارتفاعها وعندما يكون العرض قريبا من ضعف الارتفاع يمكن أن يكون إنشاء العبارة بفتحة واحدة اقتصاديا أكثر من إنشائها بعدة فتحات، ولكن إذا كان الضغط على أسفل وأعلى العبارة كبيرا فيفضل أن يكون الارتفاع اكبر من العرض بشرط أن لا يزيد عن المقدار 1,2 مرة من العرض [1]. الأنابيب الدائرية من الخرسانة سابقة الصب تعد أكثر الأنواع شائعة الاستخدام لمثل هذه المنشآت [7]. اختيار المادة المصنوعة منها العبارة يتوقف علي عدة عوامل أهمها: 1– أن تتحمل القوى المختلفة التي تؤثر عليها وذلك خلال العمر الافتراضي للعبارة، 2– أن يؤخذ قي الاعتبار التأثيرات الكيميائية

للمواد الذائبة في المياه على الحوائط الداخلية والخارجية للعبارة، 3- أن يؤخذ بعين الاعتبار التأثيرات الميكانيكية لحركة المياه وما تحمله من رواسب ومواد عالقة على الحوائط الداخلية للعبارة. قد تواجه العبارات ببعض المشاكل التي تؤثر علي عملها والغرض الذي أنشأت من أجله. هذه المشاكل ترجع لسببين:

- وجود خطا في التصميم: نتيجة نقص الدراسات المكثفة والخبرة الكافية الأمر الذي يؤدي إلي حدوث أخطاء في تقدير الحجم المطلوب للعبارات. تعد الأخطاء في حساب أبعاد فتحات أو أقطار مواسير العبارة من أكثر الأخطاء شيوعا من قبل المصممين والتي تقلل بالتبعية من فوائد تلك العبارات. حينما يكون حجم فتحات أنابيب الصرف أقل مما هو مطلوب، فإن تلك الأنابيب لا يمكنها صرف و التخلص من مياه السيول بكفاءة مما قد يسبب فيضان للمياه علي سطح الطريق وبالتبعية يؤدي إلي حدوث تشققات في جسم الطريق تحت طبقة الإسفلت. هذا يؤدي إلي حدوث هبوط في طبقات الإسفلت وقد يؤدي أيضا إلي حدوث هبوط جزئي أو كلي للطريق، كما في الشكل (3).

- وجود أخطاء في التنفيذ: تحدث هذه الأخطاء غالبا خلال تنفيذ مشاريع العبارات. هذا النوع من الأخطاء يحدث نتيجة لقلة الخبرة وعدم كفاءة فريق التنفيذ (متعهد التنفيذ)، أو فقدان الإشراف الجيد، أو استخدام عمال غير مدربين وغير مؤهلين لتنفيذ مثل هذا النوع من المشاريع. تنفيذ منسوب قاع العبارة تحت أو فوق منسوب سطح الأرض يعد واحدا من أكثر الأخطاء شيوعا لهذا النوع من الإنشاءات. تنفيذ العبارات بمنسوب أعلي من منسوب سطح الأرض قد يسبب حدوث حفر وثقوب تحت طبقة الخرسانة العادية أمام مدخل العبارة في المنطقة المستقبلة للمياه، وهذا قد يؤدي إلي انهيار العبارة، أنظر شكل (4).



شكل (3): تأثير حدوث خطأ في تقدير أبعاد العبارة [2]

شكل (4): منسوب العبارة أعلي من منسوب سطح الأرض [2]

الدراسات الهندسية وأسس تصميم العبارات:

دراسة وتصميم العبارة يتطلب عمل دراسة هيدرولوجية لمنطقة الدراسة، تصميم هيدروليكي، وتصميم إنشائي للعبارة.

الدراسة الهيدرولوجية:

تقدير التصريف التصميمي المحتمل مروره في العبارة يعد المشكلة الأساسية في تصميم العبارة. يقصد بالتصريف التصميمي بالتصريف الذي يمر عبر العبارة دون إحداث ضرر في القناة أو في الطريق الذي يعلوها أوفى الأراضي والممتلكات الواقعة بجوارها. كل عبارة تحتاج إلي تحليل دقيق يتضمن تحديد الغرض من إنشاءها والممتلكات التي تحيط بها وإلي الأضرار المتوقع حدوثها في حالة عدم إمرارها لتصريف أكبر من التصريف التصميمي.

يمكن تقدير حجم الفيضان في مجري السيل ومن ثم تقدير التصريف التصميمي للعبارة بأحد الطرق التالية:

الطريقة الهيدرولوجية:

تعتمد هذه الطريقة على تحديد قيمة تدفق الجريان السطحي فوق حوض الصرف لمجرى السيل الذي ستقام عليه العبارة، حيث تعتمد قيمة التدفق هذه علي سطح الحوض وخصائصه الفيزيائية وشدة الهطول المطري. يمكن تحديد قيمة تدفق الجريان السطحي فوق حوض الصرف لمجرى السيل من العلاقة التالية:

$$Q = \frac{C.A.I}{3.6} \quad (1)$$

حيث:

Q تدفق الجريان السطحي (م^3/ثانية)، C معامل الجريان السطحي وهو يمثل نسبة من حجم الجريان السطحي إلي حجم الهطول المطري وتتراوح قيمته من (0.9-1.0) للتربة الصخرية الكتيمة إلي (0.1-0.2) للأراضي المزروعة وللغابات، I شدة العاصفة المطرية (مم/ساعة)، A مساحة حوض الصرف لمجري السيل (كم^2).

يتم تحديد قيمة شدة العاصفة المطرية (I) لفترة هطول تساوى زمن التركيز للحوض الصرف لمجري السيل (T_c). وزمن التركيز هو الزمن اللازم حتى تصل المياه من ابعد نقطة في الحوض إلي موقع ‘نشاء العبارة، ويختلف من حوض صرف إلى آخر حيث يعتمد علي مساحة وشكل الحوض وميول سطحه ونوعية الغطاء السطحي له و علي خصائص العاصفة المطرية، ويمكن تحديده بواحدة من العلاقات التجريبية العديدة في المراجع العلمية [1]:

بعد تحديد قيمة زمن التركيز وباستخدام منحنيات خاصة [1] يمكن تحديد قيمة الشدة المطرية المناظرة لفترة زمن التكرار التي تختلف من عبارة إلي أخرى وذلك بحسب موقع العبارة وأهميتها (للعبارات أسفل طرق المواصلات يؤخذ زمن التكرار من 20– 50 سنة وللعبارات أسفل طرق البادية أو المناطق الزراعية الغير مأهولة يؤخذ زمن التكرار 20 سنة، وتحت الطرق الرئيسية الدولية فيكون 50 سنة).

الطريقة الإحصائية:

تعتمد هذه الطريقة على عمل تحليل إحصائي لجميع الفيضانات التي حدثت في مجرى السيل في فترات زمنية سابقة لتحديد العلاقة بين حجم الفيضانات واحتمالات حدوثها. للحصول علي نتائج مقبولة يجب توفر قياسات لفيضانات سابقة ولعدد كاف وممتد على فترة زمنية طويلة.

الطريقة الهيدروليكية:

في هذه الطريقة يتم عمل قياسات حقلية لتحديد الميل الطولي لمجري السيل وتحديد عرضه والمحيط المبتل لمقطع المجري المناظر لأعلي منسوب لمياه السيل وبتطبيق معادلة مانينج (Maning's Equation) للجريان عبر القنوات المكشوفة يمكن تحديد التصريف التصميمي المطلوب.

$$Q = \frac{1}{n}.A.R^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

حيث: Q التصريف لتصميمي، A المساحة المائية لقطاع مجري السيل، R نصف القطر الهيدروليكي، n معامل مانينج للخشونة، S الميل الطولي لمجري السيل.

طريقة التشابه مع أحواض صرف مجاورة:

عندما لا تتوافر في منطقة إنشاء العبارة بيانات هيدرولوجية حقيقية يتم مقارنة الحوض المدروس مع أحواض أخرى لها ظروف مناخية ونوعية غطاء سطحي مشابهة للحوض المدروس.

التصميم الهيدروليكي للعبارة:

الغرض من التصميم الهيدروليكي للعبارة هو اختيار نوعها (دائري أو صندوقي) وكذلك تحديد أبعاد مقطعها. ومن النقاط الرئيسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التصميم الهيدروليكي للعبارة هو معرفة أقصى ارتفاع مسموح به للمياه أمامها حيث نجد أنه في حالة عدم السماح بارتفاع كبير للمياه أمام العبارة فإن ذلك يؤدى إلى زيادة أبعاد مقطعها وبالتالي زيادة تكاليفها الإنشائية، بينما نقصان أبعاد مقطع العبارة يؤدى إلي زيادة ارتفاع المياه المتجمعة أمامها مما قد يسبب مشاكل للطريق نفسه كذلك للمجرى (النحر الناتج عن السرعات الكبيرة المتوقعة) وكذلك للمرور فوق الطريق نتيجة للغمر المحتمل له بالمياه المتجمعة أمام العبارة.

لذا نجد أن المشكلة التي يجب حلها مبدئيا عند تصميم العبارة هيدروليكيا تنحصر في تحديد أقصى ارتفاع مسموح به للمياه أمام العبارة مع تقليل التكاليف الإنشائية بقدر الإمكان. بعض الهيئات الاستشارية توصى باختيار التدفق التصميمي للعبارة على أساس:

- تكرار الحدث كل عشر سنوات دون أن يسبب أي تجمع مائي أمام العبارة،
- تكرار الحدث كل مئة سنة مع السماح بحدوث تجمع مائي أمام العبارة ولكن بدون حدوث أي ضرر وخطر

على توازن العبارة والطريق. بعد تحديد التدفقات التصميمية على أساس الدراسة الهيدرولوجية للمنطقة التي تتجمع فيها المياه المارة خلال العبارة يتم تصميم العبارة هيدروليكيا بمعرفة الحالات المختلفة لطبيعة الجريان عبر العبارة مع معرفة كيفية حساب كل حالة من هذه الحالات ، وفيما يلي نورد حالة الجريان المضغوط خلال العبارة.

في حالة الجريان المضغوط يكون مقطع العبارة مملوءا بالمياه علي كامل طولها كما في شكل (5). ويتحقق الجريان المضغوط عندما ($\frac{H}{Y} > 1.4$) للعبارات الصندوقية حيث Y ارتفاع العبارة أو ($\frac{H}{D} > 1.4$) للعبارات الدائرية حيث D قطر العبارة، H ارتفاع المياه أمام العبارة عن الأرضية. يشتمل تصميم العبارة هيدروليكيا علي الخطوات التالية:

- افتراض قيمة لسرعة المياه داخل العبارة ($V_{culvert}$) لتحقق الشرط التالي:

$$2V < V_{culvert} < V \qquad (3)$$

حيث V هي سرعة المياه في مجري السيل. تتراوح قيمة السرعة داخل العبارة بين 1 إلي 2 م/ث وقد تزداد في بعض الحالات إلي 4 م/ث لضمان عدم حدوث ترسبات داخل العبارة.

- يتم تحديد مساحة القطاع المائي للعبارة (A) مبدئيا من العلاقة:

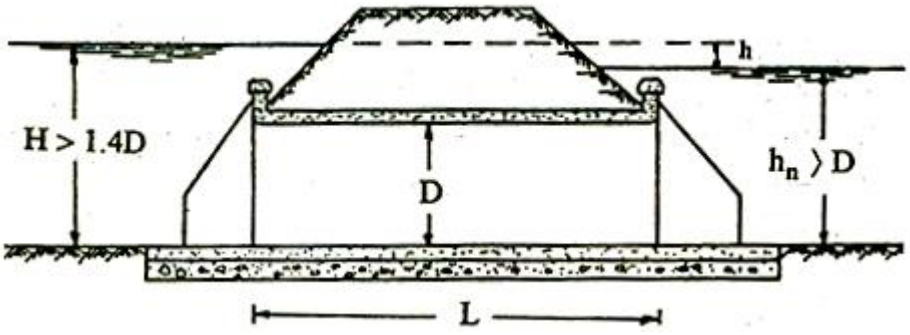
$$A = \frac{Q}{V_c} \qquad (4)$$

- يتم حساب أبعاد العبارة وعدد الفتحات (في حالة العبارة الصندوقية) أو قطر الماسورة وعدد المواسير (في حالة العبارة الدائرية) لتحقق المعادلة (4) ولتحقق شرط الجريان المضغوط.
- يتم التحقق من صحة اختيار هذا المقطع المائي بحساب الفاقد في الضاغط (h) خلال العبارة بالعلاقة:

$$h = \frac{V_{culvert}^2}{2g}\left(C_{ent} + C_f + C_{exit}\right) \qquad (5)$$

حيث: C_{ent} معامل الفاقد في الضاغط عند المدخل، C_f معامل الفاقد في الضاغط بالاحتكاك، C_{exit} معامل الفاقد في الضاغط عند المخرج ويؤخذ عادة 1. قيم C_{ent}، C_f يتم تحديدهم كما في [1]. يجب ألا تزيد قيمة (h) عن 10–20 سم، وعند تجاوز هذه القيمة يجب إعادة حساب مساحة المقطع المائي.

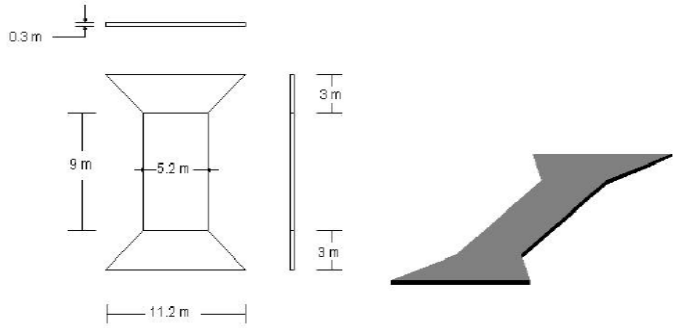
- يتم تحديد سماكة أضلاع العبارة علي حسب أبعادها الداخلية حيث تؤخذ 20 سم للعبارة 1×1 متر وتزاد إلي 35 سم للعبارة 3×3 متر [1].
- يتم تحديد وضع العبارة ومناسيب أجزائها المختلفة بالنسبة للطريق.



شكل (5): حالة الجريان المضغوط عبر العبارة

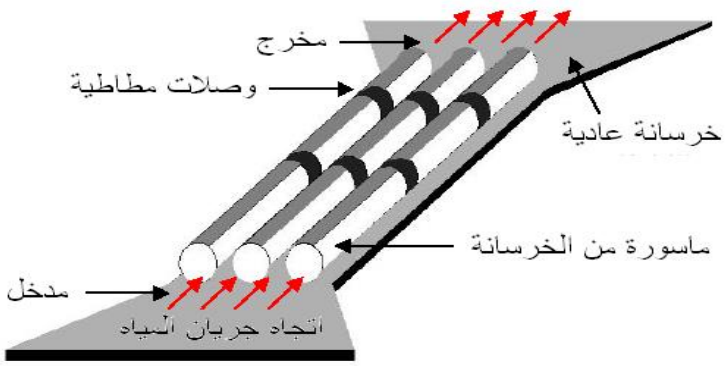
التصميم الإنشائي للعبارة:

توضع فرشة من الخرسانة العادية بعد تسوية سطح الموقع وذلك لعزل المنشأ من المواد الضارة الموجودة في التربة مثل الأملاح والكبريتات ... الخ، ولحماية المنشأ من فرق الهبوط الجزئي، شكل (6). تنفذ هذه الفرشة بميل طولي متوسط (0.4–1) سم/م.

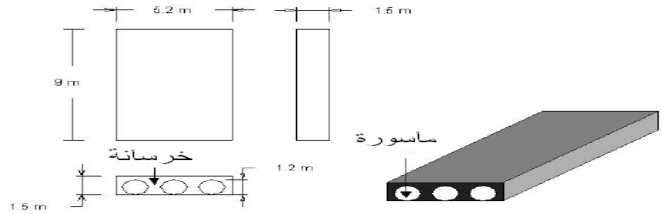


شكل (6): فرشة من الخرسانة المسلحة

في حالة العبارات من الخرسانة المسلحة، يتناول التصميم الإنشائي: 1– تحديد الأحمال الحية والميتة المؤثرة علي مقطع العبارة وتحليلها إنشائيا [3] في حالة العبارات بفتحة واحدة أو عدة فتحات، 2– دراسة الحوائط الجانبية عند المدخل والمخرج، 3– حساب تسليح العبارة. في حالة العبارة من الخرسانة سابقة التجهيز، تصنع بمواصفات معينة تتناول الأبعاد، الأقطار، التسليح، السماكة، وشكل القطاع (دائري، مستطيل، .. الخ). وهي متوفرة من مصانع التشييد، حيث يتم الاختيار علي أساس التصريف ووضع العبارة ومناسيب الطريق وكذلك لتحمل الإجهادات المختلفة. الشكل (7) يوضح وضع المواسير فوق الفرشة من الخرسانة العادية. عادة يتم تغطية المواسير بالخرسانة العادية لحمايتها من الإجهادات المؤثرة عليها، كما في شكل (8).



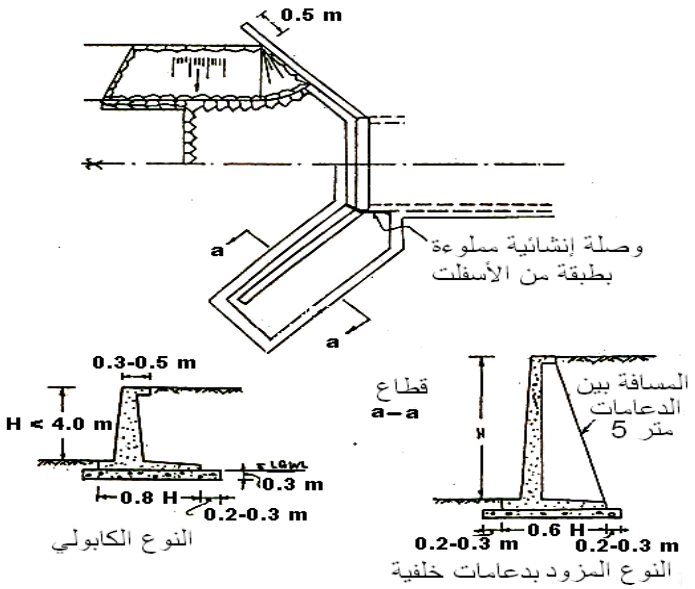
شكل (7): وضع المواسير فوق الفرشة من الخرسانة العادية [2]



شكل (8): تغطية مواسير العبارة بالخرسانة العادية

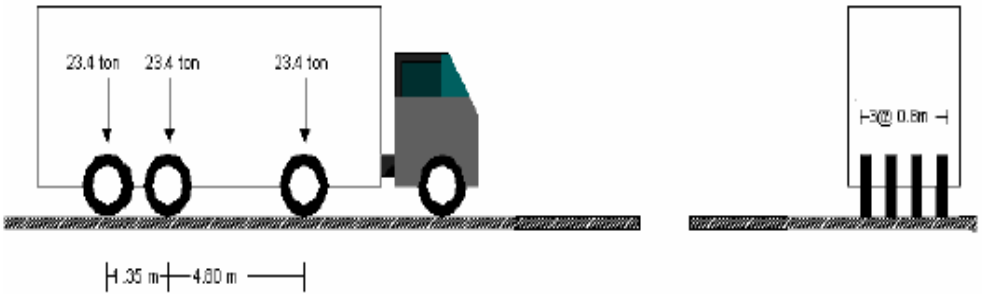
الحوائط الجانبية عند المدخل والمخرج، شكل (9)، هي حوائط ساندة تشكل مرحلة انتقالية بين مقطع مجري السيل وبين مقطع العبارة، وتكون قادرة علي مقاومة الاجهادات الأفقية وتمنع سقوط التربة عند مدخل ومخرج العبارة. تبني من الخرسانة المسلحة أو العادية وتصمم لتتحمل ضغط التربة والمياه الجوفية الجانبي وقوي الرفع المائي لأعلي والأحمال الحية المؤثرة عليها. لأغراض التصميم، تصنف الحوائط الساندة إلي: أ- حوائط كتلية واتي تعتمد علي كتلتها في مقاومة الانقلاب، ب- حوائط كابولية والتي تعتمد علي مقاومة الانحناء بالبلاطة الكابولية فوق القاعدة، جـ - حوائط مزودة بدعامات خلفية والتي تمنع من الانقلاب بالتدعيم الناتج من وزن الأتربة خلف الحائط، د- الحوائط لمزودة بأكتاف والتي

تنقل القوي المؤثرة عليها إلى التربة من خلال أكتاف نازلة من مقدمة الحائط، هـ حوائط مربوطة من الخلف والتي تقاوم

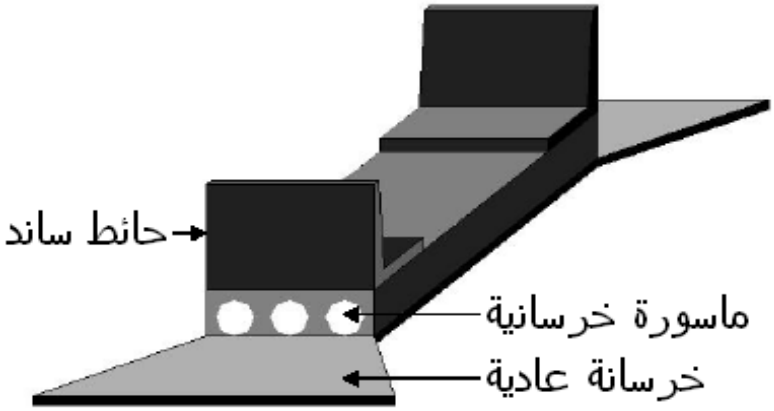


شكل (9): الحوائط الجانبية الساندة عند مدخل ومخرج العبارة

الانقلاب من خلال شداد أو أكثر عند المناسيب المختلفة، و– حوائط علي شكل خوازيق مدقوقة ومتجاورة. يعتمد اختيار نوع الحائط الساند علي مواد الإنشاء المتاحة، المنظر العام، الفراغ المطلوب، القوي المؤثرة، وأخيرا التكلفة. الحوائط من الخرسانة العادية سهل تشكيلها نسبيا ولا تحتاج إلي تسليح، ولكن قد تحتاج كميات ضخمة من الخرسانة. الحوائط من الخرسانة المسلحة تكون اقتصادية في حالة الإنشاءات الضخمة. ابد أن تتوافر في الحائط الجانبي الاشتراطات التالية: 1– القدرة علي مقاومة ضغوط التربة الجانبية المؤثرة، 2– أساس الحائط يجب أن يكون قادرا علي تحمل كلا من وزن الحائط والقوة الناتجة من ضغط التربة فوقه بدون: أ– الانقلاب أو انهيار التربة، ب– انزلاق كل من الحائط والأساس، جـ لا يحدث له هبوط [2]. لتصميم الحوائط الساندة، يجب أولا تحديد الإجهادات الكلية المؤثرة علي الحائط والتي تشتمل علي: 1– الأحمال الميتة، 2– ضغط التربة، 3– الأحمال الحية نتيجة عجلات الشاحنات، الشكل (10) يوضح الشاحنة القياسية التي تستخدم في التصميم [4]. الشكل (11) يبين وضع الحوائط الجانبية في منشأ العبارة [2].



شكل (10): الشاحنة القياسية [4]



شكل (11): وضع الحوائط الجانبية الساندة عند مدخل ومخرج العبارة [2]

أساليب تهذيب مجاري السيول وإعادتها لوضعها الطبيعي:

لضمان انسيابية جريان مياه السيول ودرء مخاطرها علي الممتلكات والأرواح يوصي بالآتي:

1- تنسيق شبكات الخدمات والمرافق العامة الممتدة في وادي السيل.

2- وقف التمديد العشوائي لشبكات الخدمات وتنظيمها في ممر موحد للخدمات وتحويل شبكات الخدمات التي تعترض مسار مجري السيل.

3- تنظيف الوادي وإزالة المخلفات وأعمال تهذيب بطن الوادي.

4- نقل أي كسارات موجودة بالوادي ونقل أنشطة التربة وإيقاف أي أنشطة صناعية وإغلاقها.

5- رسم خرائط مفصلة لكامل الوادي وروافده تبين حدود بطن الوادي والأودية الرافدة.

6- وقف التعديات على بطن الوادي والأراضي العامة علي جانبي مجري السيل.

7- السيطرة على رمي النفايات المنزلية والطبية ومخلفات البناء في مجري السيل وروافده.

إجراءات الوقاية من أخطار السيول والتخفيف من آثارها:

1- إستخدام أجهزة الإنذار المبكر والاستعداد الكامل وأخذ الحيطة والحذر لمساعدة المتضررين بعد حدوث السيول وإخطار سكان المناطق القريبة من مواقع السيول بنتائج التنبؤات الجوية.

2- الالتزام بالمعايير التخطيطية وعدم السماح ببناء منشات في المناطق المنخفضة والسهول المعرضة للسيول والعناية بالأحزمة الخضراء وعدم قطع الغابات.

3- تشجيع البحث العلمي في مجال الأرصاد الجوية والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وعقد دورات تدريبية للمتخصصين في هذا المجال.

4- توعية المواطنين بأخطار السيول ومسبباتها وما ينتج عنها من نتائج مدمرة ماديا ومعنويا.

5- التعاون المستمر مع الدول الأكثر تقدما في مجال تقنية الأرصاد من اجل الحصول على البيانات الدقيقة التي من شانها إعطاء فكرة واضحة عن التنبؤ بالسيول أو توقع حدوثها.

6- توفر المعلومات المناخية والهيدرولوجية من خلال محطات الرصد المناخي بأنواعها والخاصة بالرصد الجوى للتنبؤ بحدوث سيل من عدمه.

المراجع:

[1] شعبان علي حديد، بسام بشير ابراهيم. " المنشآت المائية (1). منشورات جامعة البعث، (1995).

]2[**Bassam A., Ghulman.** "Modifying Standard Design and Construction Procedure for Culverts". *Umm Al-Qura Univ. J. Sci. Med. Eng. Vol. 17,No.2, (2005), pp.209 -229.*

]3[**El-Behairy, Shaker**. "Reinforced Concrete Design Handbook", Third Edition, (1975).

]4[**Owais, Talat Mohammad**- "Design of Water Structure- Part 1-B. Supplementary Lecture Notes.

]5[**Wright, P., "Highway Engineering"** Sixth Edition, McGraw-Hill, (1996).

عمارة بيئية لبيئة صحراوية

نزار أبراهيم لباد
محاضر بقسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة–جامعة سبها
nlabad@yahoo.com

نوارة أبوالديب
مهندسة بالشركة العامة للدراسات
دمشق–سوريا
tech-studies-co@mail.symai

نادية عنقة
مساعد محاضر بقسم هندسة العمارة
كلية الهندسة–جامعة سبها
nlabad@yahoo.com

الملخص

لعبت الظروف البيئية الصحراوية السائدة على امتداد الوطن العربي في صياغة التشكيل العمراني و المعماري للمدن. حيث أعطتها طابع مميز، و هوية واضحة، و قدرة على الإبداع في المعالجات البيئية، و الانسجام التام بين جزئها و كلها، وفق التدرج الهرمي انطلاقا من البنيوية الأساسية المتمثلة في الدار إلى وحدة الجوار ثم الحي و أخيرا المدينة.

في ظل التطور الحاصل في شتى المجالات بما فيها المجال العمراني، اتجهت العمارة في هذه المنطقة نحو الحداثة لمواكبة هذا التطور، اعتمدت أسلوب التقليد الغربي، و غاب النمط المتلائم مع المناخ المحلي Microclimate، مما أدى إلى اتساع الهوة بين المخزون التراثي و العمارة المعاصرة، حيث فقدت العديد من مدنها الهوية العمرانية ، و هنا يمكن طرح السؤال ؟ إلى أي مدى يمكن اعتبار المدينة القديمة كمرجعية في التخطيط و التصميم المناخي Climatic Design ، و لماذا المدينة الحديثة لا تستمد أصالتها من المدينة القديمة لتلبية حاجات و متطلبات الحياة العصرية.

من هنا تأتي أهمية هذه الورقة التي تهدف الى تحديد مجموعة من المعايير المستحدثة ، والتي يمكن من خلالها خلق حلول تتلائم مع الخصوصيات المناخية ، والاجتماعية والثقافية ، من الناحيتين العمرانية والمعمارية تلبي احتياجات الحياة المعاصرة و لتحقيق هذا الهدف لابد من البحث ضمن المنهجية التالية :

- دراسة خصائص البيئة الصحراوية Desert Environment بشكل عام.
- تحليل أساليب التخطيط و التنظيم العمراني في ظل تجربة العمارة العربية التقليدية Vernacular Architecture. / مثال تراث سوريا /.
- تحليل بعض التجارب الحديثة المحلية في تخطيط و تنظيم بعض المناطق.
- استنباط بعض الأسس و المعايير التصميمية المستحدثة لتحقيق التوافق البيئي Environmental Quality في تنمية المدن الصحراوية.

فللارتقاء إلى عمارة بيئية Environmental Architecture في المناطق الصحراوية، يجب ان نقدم المحاولات لإقامة بيئة متكاملة و متجانسة مبنية على أساس القيم الحضارية للعمارة التقليدية، اخذين بالحسبان تكنولوجيا البناء الحديث، و الظروف الاجتماعية و المعيشية للإنسان المعاصر، و التي يفتقر إليها تخطيط المدن عموما " و العربي خصوصا ".

1- المقدمة

نشأت العمارة العربية التقليدية بتلقائية و فطرية وتعمقت بالتجربة، و نجحت في تلبية احتياجات السكان و كانت ملائمة لأساليب ممارسة أنشطتهم الحياتية اليومية دون إغفال تأثير البيئة المناخية المحلية لمعظم أرجاء العالم العربي و التي يغلب عليها الطابع الصحراوي الحار الجاف.

إن جو الصحراء القاسي ساعد في خلق القاعدة المعمارية ، حيث اتصفت العمارة بالتضاد العضوي و البيئي Environmental Contrast بين الرمال المحرقة و الخضرة و بين المناخ الحار و الجاف و النافورات المائية. فالعلاقة بين الإطار البيئي و التراث المعماري و العمراني لكل مجتمع هي علاقة وثيقة و يظهر انعكاسها و بشكل عميق وواضح في عمارة البيت الدمشقي.

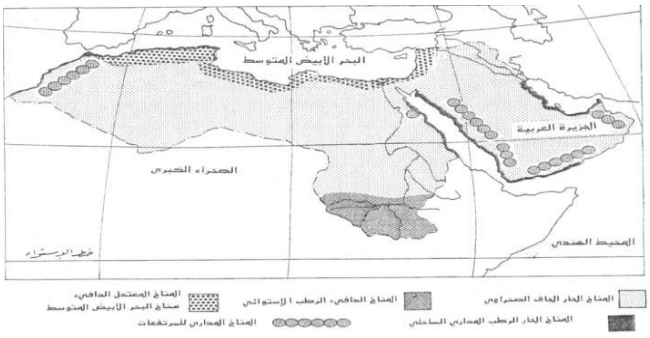
فعمارة التراث رد حقيقي على احتياجات الإنسان و انعكاس لحياته بكل مقوماتها الاقتصادية و السياسية و البيئية و هي أكثر انسجاما مع متطلبات البيئة و ظروفها.

2- المناخ الحار الجاف (الصحراوي):

يوجد المناخ الحار الجاف على الكرة الأرضية بين خطي عرض 15 و 30 شمال و جنوب خط الاستواء، يشمل أربعة أخماس الوطن العربي، يتميز بالجفاف الشديد و قلة المساحات الخضراء.

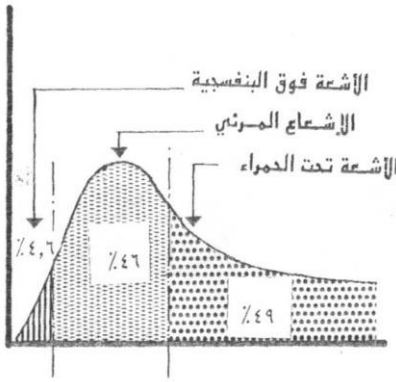
درجة حرارة الهواء مرتفعة، و قد تصل الحرارة القصوى حتى 47 °م خلال ساعات النهار في فصل الصيف الذي يستمر خمسة إلى ستة اشهر، و يكون معدل درجة الحرارة في هذا الفصل 40 °م ، يعود ارتفاع الحرارة في فصل الصيف لعدم وجود الغيوم، و سقوط أشعة الشمس شبه عمودية . فصل الشتاء قصير حوالي ثلاثة اشهر و معدل درجة حرارة الهواء 25 °م ، أما باقي الفصول فالجو معتدل . الفرق في درجات حرارة الهواء بين الليل و النهار كبير قد يصل إلى 20 °م و يعود ذلك إلى فقدان الأرض الكثير من حرارتها أثناء الليل بواسطة الأشعة ذات الموجات الطويلة إلى الفضاء الخارجي لعدم وجود غطاء من الغيوم. الفرق في درجات

الحرارة القصوى الشهرية بين فصلي الصيف و الشتاء يقدر بـ30 °م بسبب أن أشعة الشمس تكون شبه عمودية خلال فصل الصيف بينما تكون مائلة خلال فصل الشتاء.



الشكل رقم (1) التقسيمات المناخية للوطن العربي

الرطوبة منخفضة و معدل الرطوبة النسبية يتراوح بين 10% و 55% و السماء صافية قليلة السحب يتراوح معدل الأمطار بين 55 ملم و 155 ملم سنويا تنهمر بشدة فجأة لفترات قصيرة و تتبخر المياه الساقطة بسرعة. الإشعاع الشمسي Solar radiation شديد يصل معظمه إلى الأرض خلال ساعات النهار الأولى و هو يشمل الأشعة الحرارية أو تحت الحمراء و الأشعة الضوئية و الأشعة البنفسجية. تنشط الرياح خلال فصل الربيع و في أوائل الصيف نتيجة التغيرات التي تحدث في قيم الضغط الجوي في هذه الفترة و تكون حارة محملة بالغبار و ذرات الرمل تسمى في بلاد الشام بالشكوك و في ليبيا بالرياح القبلي.



الشكل رقم (2) الإشعاع الشمسي

3- أقسام البيت الدمشقي:

1- المدخل.

2- القبو و يتألف من غرفة واحدة تستعمل كمخزن للمؤن.

3- الطابق الأرضي الذي يحوي على الفناء و البحرة في الوسط، الإيوان و الغرف و المطبخ و الحمام على الجوانب

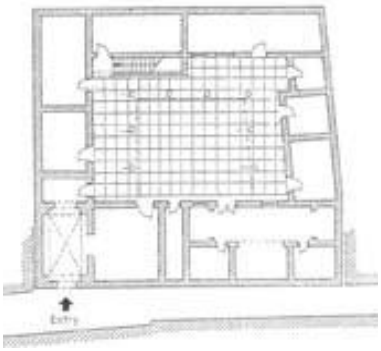
4- الطابق الأول وهو يحوي الغرف.

الشكل رقم (3) علاقة الطابق الأرضي مع الأول

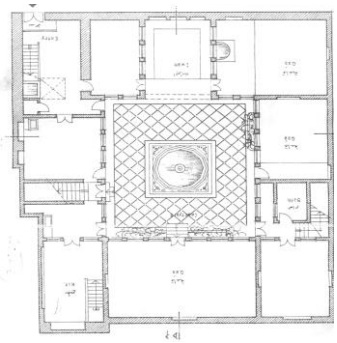
الشكل رقم (4) علاقة الفناء مع المدخل

4- الفناء:

هو حسب تعريف أكسفورد مساحة مفتوحة محاطة بحوائط أو مباني. يتواجد في المناطق الواقعة بين خط عرض 15 و 37 و هو في البيت الدمشقي فناء داخلي يتوسط هذا البيت، يحتوي في وسطه على بحرة ماء و نافورة و حولها أشجار فصلية و نباتات، إن أرضيته من الرخام و الحجر السماقي و الأبيض و البازلتي، شكله مستطيل ومدخله من الزوايه، مساحته تعادل تقريبا ثلث مساحة البيت الإجمالية، أبعاده تشمل عمقه، استطالته، مقدار انفتاحه على السماء، درجة احتوائه و توجيهه، و هي عوامل تلعب دور مهم في أدائه البيئي. محدد هندسيا بثلاثة عناصر هي محور الإيوان – البحرة – مدخل الفناء ، ومن الجدير ذكره أن مساحته في بيوت دمشق أكبر من مساحته في بيوت الجماهيرية لان فصل الشتاء أبرد و ذلك لتأمين كمية من الشمس أكبر في فصل الشتاء.



الشكل رقم (5) بيت بن محمد الغامل في طرابلس الجماهيرية الليبية



الشكل رقم (6) بيت أبي رباح الجزائري في دمشق سوريا

<u>فوائده:</u>

أ- أدائه الحراري و ملائمته للمناخ الصحراوي:

يعمل على التبريد بالصيف، و درجة حرارة الهواء فيه تنخفض عن درجة حرارة الهواء في الخارج 7- 4 درجات بالآليات التالية:

- الاحتفاظ بالهواء الليلي البارد حتى ساعة متأخرة من النهار.
- التبريد بالتبخر الناتج عن سقوط أشعة الشمس على الماء المتحرك في النافورة.
- تأخير وصول أشعة الشمس المباشرة إليه صباحا و غروبها عنه باكرا (قبل غروبها عن المحيط الخارجي)
- الغرف المحيطة به تشكل عازليه للحرارة المتنقلة إليه بالتواصل الحراري من المحيط الخارجي.
- الأشجار تمتص جزء من أشعة الشمس و تمنع وصولها إلى أرضيته و تساعد على الاحتفاظ بالهواء البارد لفترة أطول.
- تشكيل تيار هوائي بينه و بين الجو الخارجي عن طريق ظاهرة الحمل الحراري Convenction.
- الحماية من الرياح الصيفية الحارة.

الشكل رقم (7) الفناء و الممرات التي حوله

الشكل رقم (8) فراغ الفناء

ب- الفوائد الأخرى:

- العازلية للضجيج: يؤمن الهدوء للساكنين، حيث تمنع الغرف المحيطة به انتقال الضوضاء من المحيط الخارجي.
- التهوية: يؤمن تهوية جيدة و هواء نقي للبيت، حيث الشجر و النباتات تمتص غاز الكربون و تطرح الأكسجين و كذلك عدم وصول الرياح المحملة بالغبار إليه.
- الإضاءة: يؤمن إضاءة طبيعية جيدة للغرف المحيطة به التي تحوي فتحات متعددة و كبيرة عليه.
- السهولة الوظيفية: يؤمن سهولة التواصل السمعي و البصري و الحركي و سهولة التنظيف من الماء الموجود في البحرة.
- الفوائد الاجتماعية و النفسية: يؤدي إلى تواصل أفراد الأسرة مع بعضهم البعض و تقوية الروابط بينهم و يوفر الخصوصية و الأمان و كذلك الراحة النفسية الناتجة عن منظر الماء و الخضار.
- الفوائد الاقتصادية: يعمل على تقليل استهلاك الطاقة اللازمة للتبريد في الصيف و التدفئة في الشتاء كما أن الأشجار تزود البيت ببعض الفواكه

الشكل رقم (9) وجود الخضرة في الفناء

الشكل رقم (10) علاقة الفناء مع الطابق العلوي

5-الإيوان:

هو عبارة عن فراغ موجود في الجهة الجنوبية من الفناء مقابل البحرة تماماً و مفتوح من الشمال على الفناء بواسطة قوس مدبب. يرتفع عن أرضية الفناء 40 سم، أرضيته من الرخام و الحجر و سقفه من خشب الصندل و الأبانوس. محاط بالغرف من الجانبين و له فتحات علوية للتهوية و فتحات مع الغرف المجاورة له. مسقطه مربع دائما و ارتفاعه بمقدار طابقين، و قد يرتفع حتى 9 م و لا يعلوه أي بناء و قياساته محددة بعمقه و عرض مسقطه و ارتفاع واجهته وهي تلعب دور في أدائه البيئي.

الشكل رقم (11) الإيوان

الشكل رقم (12) علاقة الإيوان مع الفناء

أدائه الحراري و ملائمته للمناخ الصحراوي:

الإيوان مخصص للاستعمال في فصل الصيف و خاصة بين الساعة 10 صباحاً و 3 ظهراً حيث يعمل على خفض درجة الحرارة بالآليات التالية:

- محمي من الحرارة المنتقلة إليه بالتوصيل من الجو الخارجي لكونه محاط بالغرف.
- محمي من أشعة الشمس المباشرة كونه مغلق من جميع الجهات ما عدا جهة الشمال.
- تكوين تيار هوائي بسبب الارتفاع العالي ووجود الفتحات في أعلاه.
- ارتفاعه العالي يمكنه من الحصول على كمية كبيرة من الهواء البارد من الفناء و الرطوبة من البحرة المقابلة له.
- يزود الغرف المجاورة له بالهواء البارد بسبب الفتحات بينه و بين هذه الغرف.
- يستطيع الجالسين فيه الاستمتاع بمنظر البحرة و الشجر و نباتات الزينة و بالتالي الراحة النفسية.

6- البحرة:

توجد مقابل فتحة الإيوان و مركزها يقع في نقطة تقاطع محور الإيوان مع قطر الفناء (الخط الواصل بين زاوية الفناء الجنوبية الغربية و الزاوية الشرقية الشمالية) شكلها مضلع ذات 8 أو 12 أو 16 ضلع أو على شكل قطع ناقص، قليلة العمق 50-60 سم و قطرها بين 3- 6 م و هي مبنية من الآجر في الأرضية و فوقها الحجر.

الشكل رقم (13) البحرة تتوسط الفناء

الشكل رقم (14) البحرة تقع على محور الإيوان

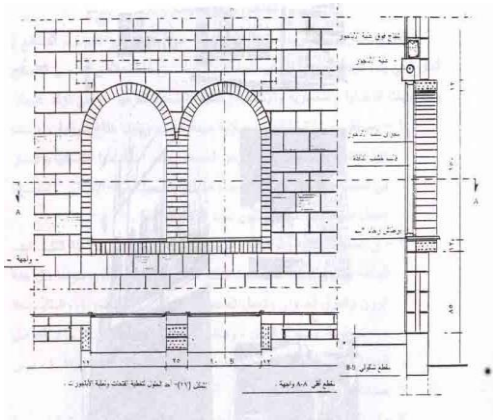
فوائدها و ملائمتها للمناخ الصحراوي:

- تزود الفناء و الإيوان و البيت بالرطوبة اللازمة.
- تعمل على خفض درجة حرارة الفناء و الإيوان و الغرف المحيطة و ذلك بآلية التبخر الناجمة عن سقوط أشعة الشمس عليها، ومن هنا جاء سطحها واسع و قليلة العمق.
- تعمل على خفض درجة حرارة أرضية الفناء بتبخر الماء الساقط عليه.
- تساعد على تشكيل تيار هوائي كون الهواء الملامس للماء يبقى ابرد من الهواء في الفناء فيرتفع الهواء الساخن و يحل محله الهواء القادم من سطح البحرة.
- تزود البيت بالماء اللازم لري الأشجار و النباتات الموجودة في الفناء و بالماء اللازم لتنظيفه.
- تعطي راحة نفسية عند الجلوس حولها أو الجلوس في الإيوان.

7- الجملة الإنشائية:

في العمارة التقليدية عمد على استعمال مواد البناء المحلية المتاحة بالموقع من حجارة أو طوب غير محترق (نيئ) و الجير و الخشب، و حدد استعمال كل منها في أي جزء من المبنى و كذلك عيوب كل مادة منها. و تم استنباط الطرائق المناسبة لها التي تساعد في سهولة إنشاء البناء بحيث يخفف الأحمال على الأساسات، و يساعد على العزل الحراري. فنجد جميع حوائط المباني سميكة تتراوح بين 60-90 سم مبنية من الحجر في الأسفل و الطوب من الأعلى.

الشكل رقم (15) استعمال مواد البناء



الشكل رقم (16) يبين كيفية الإنشاء

8- الخلاصة:

الاستفادة من عمارة التراث في التوزيع المعماري و تكوين البيت من الفناء و الإيوان و البحرة و اختيار مواد البناء و الاكساء الملائمة في العزل الحراري مع الاستفادة من التطورات الحديثة في استغلال الطاقة الشمسية لخدمة البيت الحديث.

المراجع :

- م. زكريا محمد كبريت – البيت الدمشقي خلال العهد العثماني.
- عماد الدين إبراهيم حسحس – الفناء و الإيوان في البيت الدمشقي.
- د. غسان حلبوني – البناء بمواد محلية لتحقيق و تطوير السكن المحلي.
- د. م حسن فتحي – الطاقات الطبيعية و العمارة التقليدية.
- د. م يحيى وزيري – التصميم المعماري الصديق للبيئة.
- د. سعيد عوف – العناصر المناخية و التصميم المعماري.

البتيومين الرملي

عبد السلام محمد الجرم
محاضر – قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة – جامعة قاريونس
e-mail : eljarm_am @yahoo .co.uk

الملخص:

أن توفر كميات كبيرة من الرمل بأغلب المناطق بالجماهيرية و التي في غالبها هي من نوع الكثبان الرملية (sand dune) و التي تلاءم و بشكل كبير النوع المطلوب من الرمال الذي يستخدم في البتيومين الرملي ذلك شجع وبشكل كبير قيام الدراسات والبحوث حول هذا الموضوع للاستفادة من المخزون الهائل من هذه المادة في إنشاء الطرق علما بان برنامج إنشاء الطرق الطموح يستهدف إنشاء طرق تمر بأغلب المناطق الصحراوية التي توجد بها هذه المادة . أن الأنواع المتوفرة من هذه الرمال تعطي مدي واسع من القوة و الاستدامة (strength and durability) طبقا لطريقة الإنشاء و نوع المادة الرابطة المستخدمة .بشكل عام كل أنواع الرمل مناسبة للاستخدام في الإسفلت الرملي و لكن الأنواع جيدة التدرج التي لاحتوي علي طمي أو مواد عضوية تعطي نتائج أفضل وهذا النوع من الرمل هو النوع السائد بالجماهيرية .يستخدم الإسفلت كمادة رابطة في الخلطة الإسفلتية بشكل عام و في البتيومين الرملي بشكل خاص وهو يحتاج إلي استخدام درجة حرارة عالية لمادة الرمل وكذلك عند عملية الخلط والطرح و يمكن أيضا استخدام أنواع الإسفلت التي لا تحتاج إلي تسخين مثل المستحلبات (cutback and emulsion) . والجدير بالذكر إن نوع الرمل المستخدم و حالة الطقس السائدة التي توثر على المحتوى المائي هي التي تحدد نوع المادة الرابطة (binder) التي يجب استخدامها و كذلك طريقة التنفيذ .إن معامل الثبات الأول في الرمل هو التشابك (interlocking) وأيضا معامل الاحتكاك و علية فان الماد الرملية التي يحتوي هياكلها على إشكال حبيبية تنتج عنها قوة تحمل اكبر إذا كان يوجد بها معامل الالتصاق المطلوبcohesive و هي من المهام التي يقوم بها الإسفلت لربط جزئيات الرمل مع بعضها و في كل الأحوال يجب إن لا تزيد كمية الإسفلت عن الحد المطلوب (optimum bitumen content) وإذا زادت كمية الإسفلت عن هذا الحد تتناقص قيمة ثبات مارشال للخلطة الإسفلتية (marshal stability) و أيضا قد يودي إلي تفكك حبيبات الرمل عن بعضها . أن ثباتية الإسفلت الرملي تزداد بزيادة حجم حبيبات الرمل و كذلك بزيادة نسبة المواد الناعمة و التي تودي بدورها الي خفض نسبة البتيومين في الخلطة ولكن في الأحوال العادية ولكي نحصل على نتائج ممتازة يجب ان لاتزيد نسبة المواد الناعمة عن 12 % علما بان بالنسبة للرمال ذات التدرجات المنتظمة يمكن القبول بنسبة مواد ناعمة تصل إلي 25% من المار من منخل 200 . في حالة الحاجة الي زيادة المواد الناعمة في الرمل المستخدم في الخلطة يمكن زيادة نسبتها بإضافة مواد مالية (filler) على شكل صخور مطحونة او مادة الاسمنت البورتلاندي . البحث يناقش نتائج متحصل عليها من اجراء اختبارات على مادة الاسفلت الرملي و قد اعطت نتائج ممتازة لاستخدامها كطبقة لما تحت طبقة الاساس الإسفلتي لمرور متوسط الكثافة عدد طرقات مرشال 50 طرقة لكل جهة حيث وصلت قيمة ثبات مرشال إلي حوالي 600 كجم بينما المواصفات تحدد الحد الأدنى 200 كجم لثبات مرشال . أيضا القيم الخاصة بالاستطالة (flow) و تحليل الفراغات (voids ratio) لتجربة مرشال للخلطات الساخنة أعطت نتائج ممتازة مقارنة بالحدود المسموح بها في الموصفات لمثل هذه الإعمال .

الكلمات الدالة : البيتيومين الرملي . ثبات مرشال . استطالة مرشال . طبقات الرصف . البتيومين . الركام

المقدمة :

إن حياتنا المعاصرة بما فيها تنقلاتنا و اقتصادنا تعتمد كليا على استخدام النقل البري و الذي تعتبر الطرق فيه الركيزة الأساسية و في الحقيقة إن الطرق الحديثة تدخل كل مراحل حياتنا ومن المستحيل تصور أن الحياة ستكون هي نفسها بدون الطرق الحديثة .من زمن ما قبل التاريخ عرف الإنسان أهمية الطرق وكانت في ذلك الوقت عبارة عن ممرات ضيقة لمرور الأشخاص والحيوانات ، وباختراع العجلة و من ثمة استخدامها في العربات التي تجرها الحيوانات اقتضت الحاجة إلي توسيع الطريق لتتناسب مع الاستخدام الجديد وربما كانت تلك هي البداية الفعلية في حركة إنشاء الطرق القديمة . واستمرت بعد ذلك المحولات في تطوير علم دراسة وإنشاء الطرق مع مختلف الحضارات و من المعروف أن شوارع مدينة بابل بالعراق قد رصفت في فترة مبكرة جدا أي حوالي سنة 2000 قبل الميلاد وهي مازلت قائمة إلي الآن تدل على المهارات المبكرة في إنشاء الطرق باستخدام الإسفلت المتحصل عليه في ذلك الوقت من مايعرف بإسفلت البحيرات ، والتاريخ أيضا يسجل تشيد الطرق الرائعة في مصر الفرعونية عند بناء الأهرام و ذلك حوالي سنة 3000 قبل الميلاد ، وعند ما كانت الإمبراطورية الرومانية في أوج عظمتها قامت بتشييد شبكة كبيرة من الطرق العسكرية مازال جزء منها يستخدم كأساس للطرق الحديثة في أوربا .

ولكن المحاولات الحديثة لتشييد الطرق قد بدأت عام 1764 عن طريق المهندس الفرنسي Tresaquet والذي قد وظف استخدام أحجار كبيرة تعلوها أحجار اصغر في الحجم في مسارات الطرق. و في عام 1785 تمكن المهندسان الاسكتلنديان Macadam and Telford من تطوير طريقة Tresaquet بحيث تم استخدام الأحجار الصغيرة خلال الطبقات وليس في أعلاها كما كان قد استخدم Tresaquet ، لازالت الطرق المكادمية نسبة الي John Mc Adam تستخدم الي يومنا هذا في كثير من بلاد العام.

الإسفلت :

مكونات الاسفلت ومصادره

إن المواد الإسفلتية المستخدمة اليوم في أعمال رصف الطرق هي ليست جديدة كما يضن البعض فقد استخدمت سابقا في عدة أماكن في العالم القديم من بينها العراق – سوريا – مصر و قد تم استخدامها بعد الحصول عليها من مصادر طبيعية ببحيرات النفط Oil pools حيث يتم تبخر جزء كبير منها ويبقى الجزء الثقيل الغير قابل للتبخر بما فيه من ماء وشوائب أخرى وقد استخدم لرصف الطرق والممرات في مدينة بابل القديمة على سبيل المثال كما استخدم أيضا في أعمال البناء لربط الحجارة و في أعمال تكسيات المباني و هو له الفضل في المحافظة على الطرق و المباني لتلك الحضارة حتى

تمكنا من معرفة الكثير من أسرارها . أيضا إسفلت جزيرة Trinidad قديما و قد استخدمه Sir Walter عند نزوله بالجزيرة عام 1595 في سفنه و كان أيضا على شكل بحيرات طبيعية ، كما وجدت أيضا بواقي الإسفلت في La Brea Asphalt Pits في لوس انجليس كاليفورنيا،واليوم تستخرج بكميات كبيرة من اغلب مناطق العالم لاستخدامها في أغراض كثيرة من بينها استخدامات رصف الطرق . يتكون الاسفلت من مادة عضوية هيدروكربونية تتراوح نسبتها من 75% ال 95% ومن الهيدروجين 5% الي 25% بالاضافة الي نسبة ضئيلة من مواد اخرى مثل الكبريت و الاكسجين والاوزون بالإضافة الي بعض المعادن الاخرى .

وتتعدد مصادر الاسفلت ومن بينها الصخور الاسفلتية وهي عبارة عن تجمعات طبيعية من الصخور الكلسية او الرملية المشبعة بالمادة الاسفلتية وهي ذات استخدام محدود نظرا لردائتها وغالبا تستخدم في اعمال الارصفة والطرق الثانوية . كما ان من انواع الاسفلت مايعرف بالاسفلت الطبيعي وهو يمزج بسوائل بترولية لزجة قبل استخدامه كرابط و استخدامه محدود . كما انه هناك نوع اخر مهم يعرف بالاسفلت المائع و هو ذو ثلاث درجات مائع ذو جفاف بطي – مائع ذو جفاف متوسط – مائع ذو جفاف سريع وتنتج هذه الانواع الثلاثة باضافة سوائل نفطية متطائرة وهي النفط والكروسين والبنزين وهو يستخدم في طبقات الرش السطحية وطبقة الالتصاق و التشريب . كما انه هناك نوع يعرف بالمستحلبات وهو عبارة عن اسفلت مع ماء ويستخدم في العزل و الخلطات الاسفلتية الباردة لانه لايمكن تسخينة .

الركام :

من المعروف ان حبيبات الركام قد سبق وان شكلة جزاء من الكتلة الكبيرة (الصخر الام) وربما قد تكون تشكلت بفعل عوامل الطبيعة مثل التعرية والبري اوبفعل عوامل صناعية مثل عملية تكسير الصخور وعليه فان كثير من خصائص الركام تعتمد على خصائص الصخر إلام مثل تركيبها الكيمائي والمعدني والتصنيف الصخري العام ووزنها النوعي و ترتيبها الفزيائي و الكيمائي ولونها وغيرها . الركام من اهم مكونات قطاع الرصف لانه يعمل على تحمل الاجهادات الواقعة على الطريق وتوزيعها بقيمة اقل الي سطح التربة وكذلك يقوم بمقاومة التاكل الناتجة عن قوى الاحتكاك المتولدة بين سطح الطريق وعجلات العربات . ويستخدم الركام كاحد مكونات الخلطة الاسفلتية لذلك فان خواص الركام تمثل اهمية كبيرة بالنسبة للطرق حيث تصل نسبة وزنه في الخلطة ما بين 88% الي 96% وتصل الي اكثر من 57% من حجم الخلطة وهو على شكل كسر حجري وخبث الحديد الناتج من الافران العالية والرمل واحيانا تضاف اليه الموالي المعدنية (البودرة) وقد واصت المواصفات العالمية للطرق ببعض الاشتراطات العامة في الركام والتي من اهمها يجب ان يكون

الركام منتظما ذو احجام حسب التدرج المطلوب وله متانة و مقاومة عالية للعوامل الجوية ويفضل ان يكون مكونا من الحصى او من هشيم الصخور ويجب خلوه من الطين والماد النباتية والشوائب الاخرى وخلوه ايضا من الحبيبات المفلطحة والمستطيلة الشكل .

تصنيف الركام Aggregate classification

يمكن تصيف الركام بعدة طرق منها تصنيفه حسب المنشاء الي ركام طبيعي وركام صناعي الطبيعي هو الذي ينشاء اصلا من الكتل الصخرية الكبيرة التي تتفتت بفعل العوامل الجوية وهو ينقسم حسب التشكيل الجيولوجي الي ركام مصدره – صخور نارية او بركانية – صخور رسوبية – صخور متحولة .ويمكن تصنيف الركام الطبيعي حسب المجموعات الصخرية التي ينتمي لها الصخر الام و من حيث التدرج الحبيبي للركام ومن شكل الشكل الخارجي لحبيبات الركام و من حيث السطح و الملمس و كذلك من حيث الوزن النوعي .

اما الركام الصناعي فينحصر في ركام خبث الافران وركام الطين المحروق والذي يتميز بخفة وزنه وكذلك الركام الملون الذي يستخدم لاغراض الزينة المعمارية . ويمكن ان يصنف الركام ايضا طبقا للتدرج الحبيبي وهو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض لتعين مدى التوزيع الحجمي لحبيبات الركام ويتم ذلك باجراء اختبار التدرج الحبيبي وذلك باستعمال مجموعة من المناخل Sieves القياسية ذات فتحات مختلفة ويوزن المحجوز على كل منخل و منه يعين المحجوز التراكمي على كل منخل و تحسب النسبة المئوية للمحجوز التراكمي على كل منخل بالنسبة لوزن الركام كله ثم تحب النسبة المئوية للتراكم المار من كل منخل وتستعمل نتائج هذا التحليل لرسم المنحنى البياني للعلاقة بين مقاسات فتحات المناخل و النسبة المئوية للركام المار فية ويسمى هذا المنحنى بالمنحنى البياني للتدرج الحبيبي وينقسم الركام من حيث التدرج الي :

- الركام المتدرج وهو الذي يحتوي على معظم مقاسات المناخل القياسية
- الركام جيد التدرج وهو الركام الذي يحتوي على الكميات المناسبة من مقاسات الركام لمختلف المناخل القياسية
- الركام ناقص التدرج وهو الركام الذي لايوجد فيه مقاس او اكثر من مقاسات الركام المختلفة
- الركام ردي التدرج وهو الركام الذي يكون معظمه من مقاس واحد او مقاسين .

جمع البيانات

الرمل

تم احضار الركام من منطقة بوزريق الواقعة بين منطقة جالو والكفرة في الجزء الجنوبي الشرقي من ليبيا وتم الاخذ في الاعتبار ما نتص عليه المواصفات الخاصة بالبتيومين الرملي والتي توكد على ان تدرج الركام يجب ان يكون بالكيفية التي تعطي الخلطة الاسفلتية المطلوبة من حيث خصائص الخلطة – الثبات – الاستطالة – نسب الفراغات وغيرها .

تدرج الركام المستعمل

هناك ثلاثة طرق يمكن استخدامها لايجاد التدرج المطلوب للركام في للخلطة – طريق المحاولة والخطاء – الطريقة البيانية – الطريقة الحسابية وقد تم استخدام الطريقة الاولى في هذا البحث . نفترض ان لدينا ثلاثة انواع من الركام مختلفة الحجم هي A ,B ,C يراد خلطها للوصول الي التدرج المطلب للخلطة وفي هذه الحالة ننظر الي التدرجات المعطاة ونبحث عن المنخل الذي عنده يوجد فروق واضحة بين احجام المار من هذا المنخل وبالتاي تكون :

A=P-B/A-B---------- (1)

حيث ان A,B,C هي النسب المئوية للركام المار من المنخل الذي عنده فرق واضح بين احجام المار من هذا المنخل للركام A , B ,C على التوالي .

P = متوسط النسب المئوية للمواصفات المطلوبة عند المنخل الذي يوجد عنده الفرق واضح بين احجام المنخل .

نبحث ايضا عن منخل اخر يوجد عنده فروق واضحة بين احجام فيه :

P= Aa +Bb+Cc ---------- (2)

نعوض بالقيمة المستخرجة من المعادلة (1) في المعادلة (2) وكذلك نعوض بالقيم A,B,C عند المنخل الذي يوجد به فرق واضح بين احجام الركام المار به في المعادلة (2) P-Aa =Bb+Cc

(R =Bb+Cc) ---------- (3) حيث ان C,B,R ثوابت

(a+b+c =1) ---------- (4) من المعادلة (4) b= (1-a) –c

(b= y-c) ---------- (5) حيث ان y = ثابت

بالتعويض بقيمة b في المعادلة (3) R = B (y-c) + Cc

ومنها نستخرج قيمة c وبالتعويض عن قيمة c , a في المعادلة (4) نستخرج قيمة b .يتم ضرب التدرج الحبيبي للركام A في a وكذلك للركام B في b وايضا للركام C في c . وايجاد ما اذا كان الناتج يغطي المطلوب و عليه تكون هذه المحاولة الاولى ويتم تكرارها للوصول للنسب التي تستوفي التدرج المطلوب ضمن حدود المواصفات

جدول رقم (1) التحليل المنخلي للركام (0–3) مم [1]

رقم المنخل	الوزن المحجوز (ج)	المحجوز %	التراكمية محجوز %	التراكمية للمار %
0.375	0	0	0	100
4	0	0	0	100
8	181.5	11.34	41.34	88.66
16	236.3	14.77	26.11	73.89
30	285.2	17.83	43.94	56.06
50	154	9.63	53.57	46.43
100	484.8	30.3	83.87	16.13
200	165	10.31	94.18	5.82
صحن الإبقاء	90.1	5.63	99.81	0.19
المجموع	1596.9	-	-	-

تعين الوزن النوعي للركام (0–3) مم

تحسب من العلاقة : (6) ---------- GS=W2-W1 /(W2-W1)- (W3-W4)

حيث W1 = وزن القنينة فارغة = 97.2 جرام ، W2 = وزن القنينة +العينة (جافة) = 136.4 جرام ، W3 = وزن العينة + القنينة + (الرطوبة) = 383.4 جرام ، W4 = وزن القنينة مملؤة بالماء فقط = 358.2 جرام

الوزن النوعي للعينة رقم (1) = 136.4–97.2 / (136.4 – 97.2) – (383.4– 358.2) = 2.80

وحسب الوزن النوعي لعينة اخرى من نفس الركام وبنفس الطريقة السابقة فوجد = 2.83 وعليه فان المتوسط

= 2.83+ 2.80 / 2 = 2.82

جدول رقم (2) يبين نسبة الركام في الخلطة والوزن النوعي له [3]

حجم الركام مم	نسبة الركام في الخلطة	الوزن النوعي للركام	وزن المواد بالجرام
(3-0)	100%	2.82	1200

تصميم الخلطة الاسفلتية

تم استخدام طريقة مارشال لتصميم الخلطات الاسفلتية الساخنة والتي تبداء بتجهيز العينات الاسفلتية في المعمل والتي تم التاكد قبل تجهيزها من ان – المواد تتماشى مع المواصفات – التدرج يتماشى مع الماصفات – تم تعين الكثافة الظاهرية للركام – تم تعين الوزن النوعي للبتيومين وذلك لاستخدامها في التحليلات الخاصة بالكثافة والنسب المئوية للفراغات

.تستخدم في طريقة مارشال عينة قياسية ارتفاعها 63.5 مم وقطرها 101.5 مم يتم اعدادها بطريقة قياسية في التسخين والخلط والدمك .لايجاد المحتوى الاسفلتي الامثل يتم اعداد مجموعة من العينات لفحصها على اساس محتوى اسفلتي متباين لنتمكن من رسم منحنيات الفحص . ويكون التباين في المحتوى الاسفلتي على اساس زيادة 0.5 % في كل عينة فمثلا (4 ' 4.5 ' 5 ' 5.5) وهكذا للحصول على نتائج مظمونة ويتم اعداد ثلاثة عينات من كل نسبة بتيومين للاختبار ووزن الركام بكل عينة حوالي 1200 جرام .

اعداد العينات

تم تحضير ثلاثة عينات لكل نسبة من البتيومين الي وزن الركام .يجفف الركام في افران درجة حرارتها بين 135–165 درجة مئوية و من ثمة يوزن و يتم التاكد من ان التدرج حسب المواصفات وبعد ذلك يتم تسخين الاسفلت الي درجة حرارة 135–165 درجة مئوية وبعد ذلك يتم الخلط على ان يكون الفرق بين درجة حرارة الاسفلت والركام في حدود 15 درجة مئوية ويجب ان تكون درجة حرارة العينة بعد الخلط مباشرة وقبل الدمك مابين (125–145) درجة مئوية بمعدل زيادة او نقصان +10 –10 درجة مئوية اما زمن الخلط فيتراوح بين 0.5 الي 1.5 دقيقة تم تجهيز العينات باستخدام 50 طرقة على كل جهه من العينة وهي حالة مرور متوسط وتم وضعها في حمام مائي درجة حرارته 60 درجة مئوية + او _ 1 درجة مئوية لفترة زمنية بين 30–40 دقيقة وذلك قبل اختباؤها لثبات وانسياب مرشال .مع ملاحظة انه يجب القيام باختبارات مارشال خلال 30 ثانية من اخراج العينة من الحمام المائي الساخن .

العلاقات اللازمة لاجراء الحسابات

– حساب الكثافة اظاهيرية Bulk unite weight وذلك بمعرفة وزن العينة في الهوا ء ووزنها وهي مغمورة في الماء وتحسب من العلاقة التالية : (---------- d= Wa/V = Wa/Wa-Ww

Wa = وزن العينة في الهواء بالجرام Ww = وزن العينة في الماء بالجرام

V = حجم العينة سم 3 D = الكثافة الظاهيرية

– حساب النسبة المئوية للفراغات الهوائية في الخلطة (% V.T.M.) وتحسب من العلاقة :

T= WA / (Wb/Gb)+ (Wa/Ga)---------- (8)

حيث ان :T = الكثافة النظرية القصوى جرام / سم3 WA = وزن الركام في الخلطة

Wb = وزن الاسفلت في الخلطة Wa = وزن الركام في الخلطة

Ga = الوزن النوعي للركام Gb = الوزن النوعي للبتيومين

% V .T.M. = T-d /T---------- (9)

– حساب الفرغات في الركام .V.M.A % وتحسب من طرح الحجم الذي يشغله الركام في العينة المدموكة من الحجم الكلي للعينة .

– حساب النسبة المئوية للفراغات المعباة بالاسفلت .V.F.A % وتحسب من المعادلة :

% V.F.A.=%V.M.A-%V.T.M./%V.M.A. ×100 ----------(10)

– الثبات – تقاس قيمة ثبات مرشال للعينات التي تم اعدادها و تصحح اذا كانت تحتاج الي تصحيح طبقا لحجم العينة و بالشروط المطلوبة .

حدود المواصفات المسموح بها للبتيومين الرملي

– حالة مرور متوسط عدد الطرقات 50 طرقة على كل جهه – الثبات يجب ان لا يقل عن 200 كجم– نسبة الفراغات في الخليط الكلي (3– 18) % – نسبة الفراغات في الركام يجن ان لاتقل عن 18 % – الانسياب (0– 5) مم [4]

النتائج المتحصل عليها

في البداية تم استخدام نسب البتيومين (3– 4.5) % وعند اعداد العينات واختبارها لثبات مرشال اعطت قيم اقل من متطلبات المواصفات و لهذا تم استبعادها والقيم كانت كالاتي :

جدول (3) يبن قيم ثبات مرشال ونسبة البتيومين للعينات المرفوضة [2]

نسبة الأسفلت %	الثبات كجم
3	110
3.5	130
4	182
4.5	195

وعليه تم استخدام نسبة اسفلت تبداء من 5 % الي 8% . وتم الحصول على النتائج المبينة في الجدول (4) :

حساب نسبة البتيومين المثلى

– نسبة البتيومن عند اقصى ثبات Stabilty= 7.5 %

– نسبة البتيومين عند اقصى Unite weight = 6.75 %

– نسبة البتيومين المقابل 16 % من .V .T.M = 6.4 %

نسبة البتيومين المثلى % O.B.C = (7.5 + 6.75 +6.4) / 3 = 6.88 %

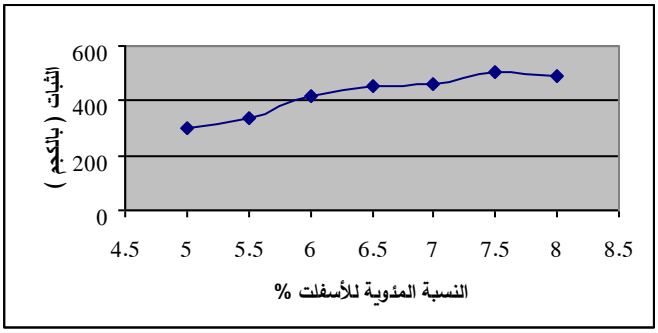
– وبالدخول بهذه النسبة الي منحنى الانسياب وجد ان الانسياب عند هذه النسبة 6.88 = 4.8 مم وهي تقع ضمن الحدود التي تنص عليها المواصفات (0–5) مم .

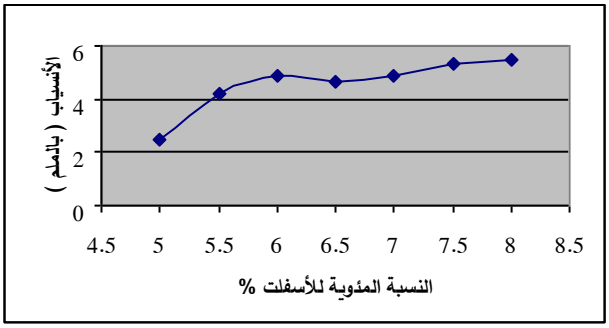
– كذلك تم التاكد من ان نسبة الفراغات في الركام تقع ضمن حدود المواصفات عند نسبة 6.88 % حيث وجدت = 29.2 % وتنص المواصفات على انه يجب الا تقل عن 18 % وهو ماتم تحقيقة .

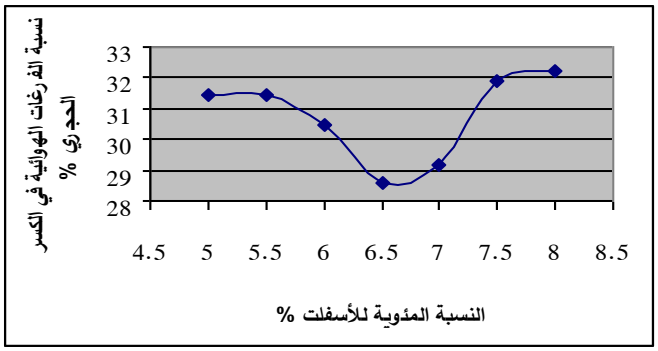
الجدول (4) يبين نتائج وحسابات خلطة مارشال للأسفلت الرملي باستعمال ركام متدرج (0 –3 ملم) للمرور المتوسط (50 طرفة) [2]

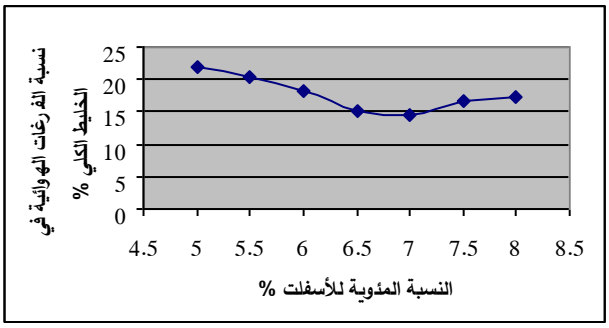
رقم العينة	نسبة الأسقلت	الأرتفاع	الوزن الجاف	الوزن المغمور	الجحم	الكثافة الظاهرة	نسبة الفرغات الهوائية في الخليط الكلي	نسبة الفراغات في الكسر الحجري	نسبة الفراغات المعبأة بالأسفلت	الانسياب	الثبات	معامل التصحيح	الثبات المصحح
	%	ملم	جم	جم	سم ^3	جم/سم^3	%	%	%	ملم	كجم		كجم
1	5	69	1188	603	585	2.03				2.5	333.33	0.93	310
2	5	68	1182	563	589	2.01				3	376.34	0.93	350
3	5	68.5	1185	599	586	2.02				2	252.69	0.93	235
المتوسط						2.02	21.92	31.44	30.28	2.5			298.3
1	5.5	67	1186	606	581	2.04				4.7	419.35	0.93	390
2	5.5	66	1186	604	583	2.03				4	344.09	0.93	320
3	5.5	68	1187	614	574	2.07				3.8	322.58	0.93	300
المتوسط						2.05	20.5	31.42	34.8	4.17			336.7
1	6	67	1148	605	544	2.11				5	483.87	0.93	450
2	6	68	1185	614	571	2.08				5.1	430.11	0.93	400
3	6	67	1186	616	571	2.08				4.7	430.11	0.93	400
المتوسط						2.09	18.33	30.46	39.92	4.9			416.7
1	6.5	68	1183	647	537	2.2				4.7	440.86	0.93	410
2	6.5	68	1173	626	548	2.14				4.3	537.63	0.93	500
3	6.5	67	1170	620	551	2.12				5	483.87	0.93	450
المتوسط						2.15	15	28.58	47.6	4.67			453.3
1	7	66	1118	599	520	2.15				4.8	483.87	0.93	450
2	7	65	1117	597	521	2.14				5.1	505.38	0.93	470

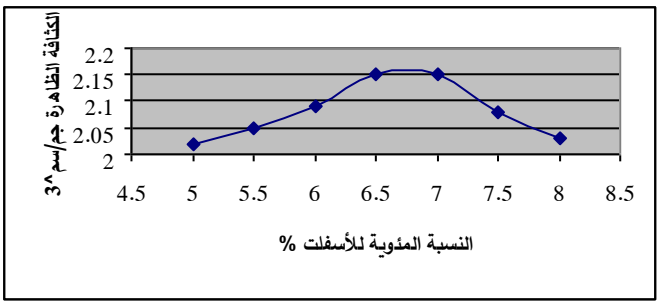
470	0.93	505.38	4.7				2.16	519	601	1119	67	7	3
463.3			4.87	50.13	29.15	14.55	2.15						المتوسط
510	0.93	548.39	4.9				2.07	565	608	1172	69	7.5	1
505	0.93	543.01	5.2				2.11	556	618	1173	68	7.5	2
490	0.93	526.88	5.7				2.05	571	601	1171	67	7.5	3
501.7			5.3	47.47	31.88	16.77	2.08						المتوسط
480.3	0.93	516.45	5.51				2.02	585	610	1188	69	8	1
490.1	0.93	526.99	5.53				2.03	589	608	1182	68	8	2
497.2	0.93	526.88	5.52				2.04	586	600	1185	68.5	8	3
489.2			5.51	26.7	32.25	17.3	2.03						المتوسط











منحنيات توضح العلاقات البيانية اللازمة لإستخراج نسبة الإسفلت المثلى[2]

ملخص النتائج المتحصل عليها

جدول (4) ملخص النتائج المتحصل عليها من العينات التي تم إعدادها [2]

الأنسياب مم	الثبات كجم	V.T.M %	V.T.M %	الكثافة الظاهرية جم / سم ^3	نسبة البتيومين %
2.5	298.3	31.44	21.92	2.02	5
4.17	336,7	31.42	20,50	2.05	5.5
4.9	416.7	30.46	18.33	2.09	6
4.67	453.3	28.58	15	2.15	6.5
4.87	463.3	29.15	14.55	2.15	7
5.3	501.7	31.88	16.77	2.08	7.5
5.51	489.2	32.25	17.3	2.03	8

التوصيات

– حيث انه تم الحصول على نتائج ممتازة تفي بمتطلبات المواصفات عليه ينصح وبقوة تبني استخدام هذا النوع من الرصف وخاصة في تلك المناطق التي تكثر بها الرمال المطابقة للمواصفات من حيث التدرج المطلوب و كذلطك خلوها من الشوائب والطمي والاعشاب وغيرها .

– قيمة الثبات المتحصل عليه من هذه الخلطة اقل من الثبات الذي يمكن الحصول عليه في الخلطات التقليدية باستخدام ركام متعدد التدرج وعليه يجب ملاحظة ذلك وعدم السماح باستخدام البتيومين الرملي في الطبقات السطحية ويستخدم في طبقة الاساس المساعد او ربما طبقة الاساس للطرق . يطرح على طبقات يتراوح سمكها بين 5سم الي 8 سم .

– درجة حرارة الطرح والدمك يجب أن تكون في حدود (100–115) درجة مئوية و بحدود زيادة أو نقص 10 درجة مئوية .

– يجب قدر الإمكان عدم ترك فواصل طولية أثناء الرصف وإذا حدث ذلك يجب أن تعالج بعناية وذلك بقص جزء عرضه 30 سم بطريقة راسية ويتم دهان هذا الجزء بالإسفلت (70/60) A C الساخن قبل تكملة الفرش والدمك .

– المداحل المستخدمة للإسفلت الرملي يجب أن تكون باوزان (9–20) طن .

المراجع

[1]- Asphalt institute for Asphaltic materials , AASHO guide , Specification for tar , AASHO designation M 226-70 , 1971 .

[2]- Sand bitumen , graduated project , 2006/2007 University of Garyounis .

[3]- Mix design methods of asphalt concrete & other hot mix types , the asphalt institute manual series no 2ms .2 March 1974

[4]- Hot mix design for sand bitumen by using marshal method

استخدام جص الجبس في البناء

د . إبراهيم محمد الفقهي
أستاذ مشارك – جامعة 7 أكتوبر
DrEngIMI@yahoo.com

أ . كمال جلاب الموسوي
محاضر – جامعة 7 أكتوبر
DrEngIMI@yahoo.com

الملخص :

جص الجبس من المواد التي أثبتت جدارتها كمادة رابطة ويستعمل على نطاق واسع في البناء ويصنع الجص من مواد خام متوفرة في العديد من أنحاء العالم وهي في العادة شحيحة الاستغلال وتقنية المعالجة التي يتم بها تمويل مادة خام الجبس إلى المنتوج النهائي بسيطة وملائمة لعملية الإنتاج البسيطة.[1] إن استهلاك الطاقة في هذه الصناعة أقل ما يمكن عليه بالمقارنة بصناعة المواد الرابطة الأخرى مثل الاسمنت البورتلاندي كذلك يمكن إنتاج الجص باستعمال أنواع[2]

عديدة من الوقود، لجميع هذه الأسباب كان هذا البحث والتي نخلص موضوعه حول استخدام جص الجبس كمادة بناء

حيث تم استخدامه في مناطق عديدة في الجماهيرية العظمى ومنها الجبل الغربي حيث تستخدم في مجال البناء للياسة الحوائط وهذه المباني لا تزال قائمة إلى وقتنا هذا لأن الجبس يتحمل الظروف الجوية المتغيرة.

وينتشر الجبس انتشاراً واسعاً في ليبيا وينتمي إلى مجموعة المعادن الكبريتية ويختلف لون لجبس بين الأبيض والأصفر وقد يكون أحياناً بني اللون ويتميز بإمكانية تحويله إلى جص الجبس بعد تسخينه حرارياً، حيث يفقد جزء من ماء التبلر ويصبح شرها لامتصاص الماء عند استخدامه ليستعيد تركيبه الكيميائي الأصلي إلى مادة صلبة بعد التشكيل.[2]

المقدمــة :

تعتبر مادة البناء من مستلزمات الإنسان الحضارية في كل زمان ومكان ونجد أن بعض مواد البناء المستعملة حالياً في عالمنا العربي هي تلك المواد التي وصلت تقنية صناعتها واستعمالها إلينا من الغرب. والذي توفرت له تقنيات واسعة في شتى المجالات وصنعت لتلائم أوروبا وأمريكا بصفة عامة والتي تختلف اختلافاً جوهرياً في طبيعتها عن البيئة العربية.[2] إن مادة الجبس متوفرة بكميات هائلة في معظم أنحاء العالم العربي، ويتم في بعض أقطاره تصديرها إلى الخارج وهي مادة

بناء جيدة الاستعمالات عديدة تتضمن صناعة الطوب الإسمنتي وتمليط الحوائط أو طلائها بهذه المادة كما تدخل في الزخرفة الداخلية لأسقف المباني وجدرانها ، إلا أن هذه المادة لم تعطي العناية التي تستحقها في هذا المضمار على الرغم من أنها تتمتع بميزات وخصائص تلائم بيئتنا العربية.[2] إن هذا البحث يتطرق إلى تطوير إمكانة استخدام جص الجبس في البناء، حيث يستعمل جص الجبس تقليدياً في العديد من دول العالم ويمكن مشاهدتها في المباني البسيطة في المناطق الجبلية في ليبيا وفي المناطق الصحراوية مثل غدامس ومناطق الصحراء في الجزائر وموريتانيا وجزر الرأس الأخضر.[1] وقد كان أهم الأسباب الرئيسية للاهتمام بهذا الموضوع هو وفرة هذه المادة الخام في الجماهيرية العظمى.

الجبس في الجماهيرية :

تتمتع الجماهيرية العظمى بكميات ضخمة من رواسب الجبس بنوعيه الطبقي والتبخري. ورغم أن هذه الرواسب قد تمت دراستها منذ زمن إلا أن هذه الدراسات لا زال البعض منها في حاجة إلى التفصيل حتى يمكن تقييمها صناعياً واقتصادياً.وبالنظر إلى مستوى الإنتاج الحالي من هذه المادة ومقارنته بالكميات المتوفرة منها وباحتياجات السوق المحلي والمستقبلية نجد تضارباً غير منطقي فيما بينها يدع للتساؤل. فكمية الإنتاج لا تمثل إلا كسراً بسيطاً من مجموع الاحتياطي المتوفر من هذه المادة والذي يتجاوز بلايين الأطنان غير القابلة للحصر. أما احتياجات السوق المحلي فإن ما تنتجه مصانع جبس البناء لا يفي بحاجة السوق المحلي ناهيك عن الاحتياجات المستقبلية والتي يتوقع لها أن تتضاعف عدة مرات مع بروز مؤشرات نفاذ احتياطي طوب البناء الحالي واللجوء إلى مواد أخرى أهمها الجبس ومن هذا المنظور وغيره جدير بنا إن نولي اهتماماً مضاعفاً بهذه المادة ذات المخزون الاستراتيجي الهام.

راسب الجبس في الجماهيرية :

يبلغ عدد المواقع التي تم رصد رواسب الجبس بها في الجماهيرية ثمانية عشر موقعاً ويبلغ الاحتياطي المحسوب بها من هذه المادة ما يقارب على 8.5 بليون طن ممثلة لثمانية مواقع فقط ويتوقع أن يتضاعف الرقم لباقي المواقع العشرة.

جص الجبس

كيمياء الجص:

تسخين مادة الجبس الخام يجبر التفاعل الكيميائي الجبس ليتغير من ثنائي التميؤ كا كب أ$_4$ 2يد$_2$أ، إلى منتصف التميوء كا كب أ$_4$ 1/2 يد$_2$أ وذلك بسحب أو طرد من مائه الجزيئي والذي يعرف بماء التبلر. تعرف العمليات الكيميائية والتي تحدث عن التسخين بالكلسنة ومنتصف الميؤ الناتج عن ذلك هو المركب الأساسي لمعظم أنواع جص الجبس.

منتصف التميؤ الفاوبيتا:

يوجد نوعان من منتصف التميؤ يعرفان بالنوع (الفا) و (بيتا) ويتكون النوع الفا بفعل الضغط وفي محيط من الرطوبة العالية وينشأ عن ذلك تركيب بلوري متجانس للجص. عندما يتكون منتصف التميؤ عند الضغط الجوي العادي يتم سحب ماء التبلر منه على هيئة بخار، مما يسبب في تهشيم التركيب البلوري للجبس وينتج عن ذلك تكون شظايا وكسر من منتصف التميؤ (بيتا). وتكمن الفروق الرئيسية بينهما في استعمالاتهما المختلفة في أن النوع (بيتا) يتطلب مياه أكثر لصنع الجص ويتم تصلد الجص الناشئ عن ذلك بسرعة وهو أضعف من النوع (الفا) كما أن هناك سلسلة أخرى من أنواع الجص متوسطة الخواص بين النوعين (الفا وبيتا).منتصف التميؤ (بيتا) هو أكثر الأنواع الشائعة الإستعمال وهو النوع الوحيد الممكن إنتاجه بتقنيات ذات طاات إنتاجية صغيرة وقليلة التكلفة.

التصلد :

بالإمكان وببساطة عكس التغيير الكيميائي الناشئ عن الكلسنة بإضافة الماء وتعرف هذه العملية بالتميؤ، تتحدد، تتحدد جزيئات الماء بجزيئات منتصف التميؤ لتكون بلورات من ثنائي التميؤ.

تعرف هذه العملية بالتميؤ، تتحد جزيئات الماء بجزيئات منتصف التميؤ لتكون بلورات من ثنائي التميؤ.

عندما تبدأ عملية التميؤ تكون البلورات في حالة تعلق، أي أنها تطفح بحرية في سائل ملاط الجص.

وحالما تزداد البلورات الرقيقة في النمو حتى تصل نقطة تتشابك فيها هذه البلورات مع بعضها البعض لتكون نسيجاً بلورياً عندئذ لا تتمكن البلورات المنفردة في الحركة بحرة في المحلول، وتعرف الحالة عندئذ الشك الإبتدائي.تستمر عملية التميؤ في فراغات التشابك بين البلورات حتى ينفذ أو يتفاعل جميع منتصف التميؤ مع الماء. تلك اللحظة هي الشك النهائي، ولجميع الأغراض العملية يجب أن تكون كمية الماء المضافة إلى الجص الجاف أكبر من الكمية الحقيقية التي تتطلبها عملية التميؤ. إذن ولهذا السبب، ولكي يتصلب الجص يجب للتميؤ أن يكتمل قبل أن يجف الجص.

التعجيل والإبطاء :

من الواضح أنه لا يتم الشك الابتدائي في وقت واحد عند جميع أجزاء الجص، بل وبطريقة أو بأخرى فإن التيبس بالتدريج. بإضافة بعض المواد المضافة عمداً إلى الجص أو للوجود القصري لبعض الشوائب به، قد يتغير الطول الزمني للفترات المشار إليها وذلك لإنتاج أنواع من الجص تلائم الاحتياجات المختلفة في الحياة العملية وبكل وضوح يقال لهذه المواد الكيميائية (المضافات) معجلات أو مبطآت. يعتبر الجبس في حد ذاته من أهم المبطآت، تعمل جسيمات الجبس ثنائي التميؤ في ملاط الجص السائل كنواة تنمو حولها البلورات بسرعة، ولهذا تكمن أهمية حفظ جميع الأدوات والأوعية وبكل دقة نظيفة وخالية من الجص القديم الذي جف عليها.

تتم عملية التميؤ للانهيدريت (كاكب أ$_4$) في مرحلتين:

يتمياً أولاً الانهيدريت إلى منتصف التميؤ وبعدها إلى ثنائي التميؤ، عليه فإن الانهيدريت الذي غالباً ما يتواجد في الطبيعة مع الجبس الخام أو المتكون عن الحرق المفرط في عملية الكلسنة يكون مبطأ مهماً.

بالإضافة إلى الجبس والانهيدريت اللذان يستعملان لمعالجة عملية التميؤ، يوجد العديد من المواد الكيميائية التي بإمكانها أن تؤثر بدقة في زمن الشك. لا يمكن رسم أو وضع قاعدة محددة لذلك حيث أن تأثير المضافات يتأثر بالشوائب الموجود أصلاً في الجص.لتحديد المضافات الأكثر ملائمة على المستعمل للجص أن يقرر ما هي خواص الشك التي يرغب العمل بها، وبعدها يقوم بقياس واختبار المواد المتوفرة محلياً بين يديه لتحقيق ذلك.

أنواع الجص:

جص الجبس الذي يستعمله الفلاح القروي في إنجاز مسكنه، وذلك الذي يستعمله الحرفي أو الفنان في وضع قوالب الزينة، أو ذلك الذي يستعمله الصناعي في صنع الألواح الجصية جميعها ليست بواحدة.

وكما أشير إليه سابقاً فإن كل واحد منها هو عبارة عن خليط من المواد الكيميائية، بعضها أضيف إلى الجص عن قصد وبعضها موجود فيه أصلاً كشوائب في مادة الخام، قبل النظر في كيفية صناعة جص الجبس على المستعمل أن قرر ما هو نوع الجص المطلوب. سنفرد فيما يلي المواصفات العامة لبعض من أنواع الجص:

الجص الرمادي :

أهم استعمالاته :

- الطبقة الأولى لدهان الحوائط والأسقف. - الملاط. - الزراعة.

الجص الرمادي هو جص بسيط على خليط من منتصف التميؤ، انهيدريت، وجبس خام، بالإضافة إلى العديد من الشوائب وعلى الأخص الرماد الناشئ عن حرق الوقود الجاف. يحتوي الجص الرمادي وذلك من الناحية المثالية على 50% منتصف التميؤ. تعتبر الكمية القليلة من الانهيدريت الموجودة في هذا الجص مهمة في أنها تبطئ التصلد السريع للجص الذي يحصل في العادة من دونها.

يتم الشك الابتدائي في العادة في دقيقتين أو ثلاثة بينما يستغرق الجص أياماً عديدة ليتصلد بالكامل، مع ذلك وفي حالة عدم وجود شوائب عديدة به، بالإمكان للجص النهائي ن يكون صلباً جداً وقد تكون له قوة تحطم في حدود 30كجم/سم2. يعرف الجص الرمادي في أماكن عديدة من العالم باسم "تمشانت" أو اسم "جوس" وكان هذا النوع من الجص ولعدة قرون مضت هو الوحيد المتوفر وكان ملائماً في ذلك الوقت لصنع الملاط وأعمال الجص والتي لا تتطلب فيها تمليط الحوائط بدرجة عالية من الجودة.

جص باريس :

أهم استعمالاته:

- سباكة القولبة الدقيقة. - سباكة القوالب الطبية والأسنان. - إصلاحات الترميم. - تصنيع الألواح الجصية.

جص باريس هو الاسم الشائع لمنتصف التميؤ النقي أو شبه النقي، يتصلد جص باريس بسرعة وعليه فإن استعمالاته في أعمال البناء اليومية محدودة جداً. يعتبر تصلده السريع مفيداً جداً في صناعة العناصر المصنعة مقدماً، مثل الألواح الجصية، ولازالت الصناعة الحديثة للألواح الجصية تتطلب إضافة بعض المعجلات الكيميائية لزيادة تصلد الجص حتى أسرع من ذلك. ستكون الإستعمالات الأساسية المحتملة لجص باريس في الدولة النامة هي صناعة القوالب الجصية وفي صناعة الوحدات المسلحة المدعمة.

جص الجبس منتصف التميؤ – المبطاء.

أهم استعمالاته:

- الجص التجاري المستعمل في البناء الحديث:

هذا هو الجص الرئيسي المستعمل في البناء، أنه جص باريس الذي هو منتصف التميؤ والذي يزيد في زمن شكه باستعمال المضافات الكيميائية يجعل ذلك الجص أسهل استعمالاً من جص باريس العادي، هناك العيد من المضافات الكيميائية الممكن استعمالها لذلك، ومن أشهرها القرتين "كيراتيت باللاتينية" المصنوع من جريش الحوافر والقرون الحيوانية. الجص الذي يحتوي على 0.8 من المائة قراتينا و 5 % جيراً سيظل بالإمكان مناولته (بعد إضافة الماء إليه) لمدة حوالي ساعتين وبعدها يتصلب فجأة في مدة عشرين دقيقة أو نحو ذلك. يعتبر حامض الستريك (الليمون) مبطأ ولا يحتاج إلى الجير في حين أن اللاكتوز والمالتوز والسكروز هي مبطآت تحتاج إلى خلطها بالجير. ومثل جص باريس فإن جص منتصف لتميؤ المبطأ لا يمكن الإبقاء على مناولته بزيادة أو بإضافى الماء إليه، عندما يشرعا في التصلد فإن تلك العملية تكون نهائية.

جص الجبس المائي:

أهم استعمالاته:

– تجصيص الحوائط والأسقف وبالأخص عندما يرغب في الحصول على أسطح ملساء جداً أو على سطح قالب السباكة. يتركب الجص الجبسي اللامائي كما يدل الاسم عليه أساساً من الانهيدريت، على الرغم من أنه يحتوي على كمية ما من منتصف التميؤ. يدل وجود منتصف التميؤ فيه على أن له شكاً سريعاً مبكراً ولكن الشك (التصلد) الكامل يأخذ وقتاً أكثر من ذلك. يمكن ذلك المشتغل بالجص من إجراء بعض الأعمال ذات الفائدة التي تسعده في الحصول على سطح نهائي أملس وذلك في متسع من الوقت نسبياً. بالإمكان للجص الانهيدريتي أن يعاد قرعه، ذلك يعني أنه بالإمكان بعد مضي الساعة الأولى من تصلده إضافة الماء إليه لأجل الاحتفاظ بمناولته.

جص كيني :

أهم استعمالاته:

التجصيص عندما يرغب في الحصول على أسطح صلبة.

جص كيني هو الاسم الذي يطلق على جص الانهيدريت الذي لا يحتوي على شيء من منتصف التميؤ، يتميز بأن له شك بطئ مستم مما يمكن الحرفي من الوصول إلى سطح أملس بالتجصيص به، وبإمكان هذا النوع من الجص احتواء الطلاء ذو البريق اللامع. عادة ما يمكن السطح المجصص بهذا النوع من الجص صلباً، كان الجص الكيني يستعمل تقليدياً في الدادات وفي زخرفة الزوايا البارزة. عادة ما تعتبر المعايير على أنها مفهوماً نسبياً، تعتمد الخصائص التي تسن ويوصف

بها منتوج ما " المعايير الجيدة" على البيئة أو المحيط الذي يوجد فيه هذا المنتوج كما تعتمد على وجه الخصوص على نوعية المنتوج ونوعية السوق.

لا توجد مقاييس أو معايير رسمية للجص الرمادي، ولكن لا يعني ذلك أنه لا يوجد جصاً رمادياً جيداً.

قامت صناعة جص باريس الشهيرة في القرنين الثامن والتاسع عشر على أساس إنتاج الجص الرمادي.

لا يمكن الاستغناء عن خبرة الحرفي في التقويم جودة مادة الجص وملائمتها لأغراض البناء المختلفة، الغرض من ذكر بعض الاختبارات البسيطة في هذا السياق هو تمكين المشتغل في الحق أو المقاول أو رب العمل من قياس أو تقويم نوعية أو جودة جص الجبس الذي بين يديه والتعرف على خام الجبس في الطبيعة.

تقنيات الإنتاج:

الاستخراج:

عندما تتواجد الرمال الجبسية بالقرب من أو على سطح الأرض فإنه بالإمكان استخراجها بسهولة بالحفر باستعمال الجراف أو المسحاة التقليدية أو بحفار آلي، وصخور الجبس لينة وطرية نسبياً وبالأخص عندما تكون تحت سطح الأرض وتحتوي على نسبة من الرطوبة، ولعدة قرون خلت، تم اقتلاع الجبس في عمليات الاستخراج الآلي بالتفجير ويغرف بجرافات، ويمكن الاستخراج اليدوي لصخور الجبس من الحصول على قطع صخرية مهدية الأطراف ومتجانسة الحجم عما عليه في تلك المستخرجة آلياً والتي تحتاج إلى تجزئة قبل التمكن من طحنها. وتتواجد معظم الصخور الجبسية في طبقات معدنية رقيقة بالقرب من أو على سطح الأرض مما يبشر استخراجها بطرق التعدين السطحية التقليدية والتي من أهم أنواعها.

حفر التعدين المكشوفة:

يقطع الجبس المتكشف على سطح الأرض في مصاطب وذلك بجعل المحجر على هيئة مقاطع بشكل مدرجات لتمكين التعدين اللاحق لمستويات المحجر المختلفة.

تعدين الإنسياق (الانجراف):

يمكن إنفاق الوصول المائلة عربات التعدين من التحرك من سطح الأرض والوصول إلى أعماق الاستخراج التحت سطحية (تقع تحت سطح الأرض). يتم تعدين الأروقة التحت سطحية بطريقة الأعمدة – الحجرات (تترك أعمدة من الخام لتقف وتعمل دعامات للأسقف وتستغل لحجرات باقتلاع خامها).

فرن الحوض المفتوح :

يمكن النظر إلى فرن الحوض المفتوح على أنه تطوير لفرن الصفيحة المستوية، والذي ساهم في حل بعض المشاكل بموجب التصميمات المتطورة والزيادة في تكلفة إنتاجها، ويتميز فرن الحوض المفتوح بخاصيتين:

أ – المدخنة التي تعطيه مجرى هوائياً يساهم في:

1. زيادة الاحتراق.
2. توزيع الحرارة.
3. تسخين الصفيحة المعدنية بالغازات الساخنة بدلاً من لفح اللهب المباشر مما يطيل في عمر الصفيحة.

ب – بدلا من استعمال صفيحة مستوية، تستعمل هذه الأفران أحواضاً حوافها مرتفعة مما يجعلها تحتفظ بالحرارة فيه، وتصد الرياح عنه، وإن كانت تعيق لحد ما عملية سحب جص الجبس النهائي.

اقتصاديات الإنتاج :

مقومات الإنتاج :

لا يكون ثمن الإنتاج بالعملة المحلية في مكان ما وفي وقت محدد دليلاً مرشدا لما يتوقع أن يكون عليه في مكان آخر وفي زمن آخر. سيقود استعمال أسعار الصرف اليومي للعملات ومعدلات التضخم إلى مغالطات حسابية لتكلفة الإنتاج، عليه يجب أن لا يحاول تحديد أسعار الإنتاج مباشرة، الأحرى للمرء أن يحاول إعطاء دلالات على كميات المواد الطبيعية التي تحتاجها عمليات الإنتاج الصغيرة الحجم وربط ذلك بأنواع الأنشطة التي يتضمنها ذلك بعض مدخلات الإنتاج الأساسي التي تتحكم في تكلفة الإنتاج هي:

أ – اليد العاملة. ب – الوقود. ج – النقل. د – ثمن المعدات (أو هلاك المعدات التي يحسب على الاستثمار).

متطلبات اليد العاملة:

تحدد نوعية التقنية المستعملة في الإنتاج كمية اليد العاملة (أي طرق استخراج الخام من الأرض) ودرجة استعمال الميكنة في مختلف الأنشطة الإنتاجية مثل مناولة المواد، الطحن أو التكسير وتعبئة المنتوج. فيما يلي بعض الأمثلة التي تتعلق بالوحدات الإنتاجية الصغيرة (أي تلك التي تنتج أقل من خمسة أطنان لليوم الواحد).

أ – في جزيرة مايوا بالرأس الأخضر، حيث يصنع جص البناء من الرمال والجبس المستخرجة محلياً بالحفر يدوياً وباستعمال تقنية أفران الصفيحة المستوية ويتطلب لإنتاج 750 كيلوجرام من الجص في اليوم الواحد استخدام ثمانية أفراد رجلان وستة نساء (أي ما يقارب من عشرة أفراد لإنتاج طن واحد في اليوم الواحد).

ب – في تيسالت بمالي ينتج جص البناء بالطريقة التقليدية باستعمال أفران الحرق المباشر بطاقة إنتاجية تقدر بـ 100 طن في الشهر الواحد.

الوقود :

أحد أقوى الأسباب التي ترجح إنتاج جص الجبس هو درجة حرارة الكلسنة المنخفضة والتي تنعكس على استهلاك القليل للطاقة مقارنة بدرجة حرارة كلسنة الجير (ردجة حرارة أفران الجير 900 درجة مئوية) بدرجة حرارة كلسنة الإسمنت البورتلاندي (درجة حرارة أفران الإسمنت البورتلاندي 1450 درجة مئوية) ومع ذلك فإن لوحدات الإنتاج الصغيرة استهلاك للوقود أقل من ذلك.

المواصلات (النقل):

يعتمد عنصر تكلفة النقل ضمن التكلفة الكلية للإنتاج في المقام الأول على المسافة ونوعية الطرق ما بين مصنع الإنتاج والمحجر أو مصدر مواد الخام. يؤثر ثمن النقل من المصنع إلى موقع الاستهلاك بدوره في ثمن البيع النهائي للجص في مالي على سبيل المثال يزيد ثمن بيع المنتوج في مدينة قاو والتي تبعد 650 كيلومتر عن المصنع بمقدار 60% وذلك بسبب النقل.

ثمن الآليات واستهلاكها :

يعتمد الاستهلاك المتوقع للآليات على الثمن والعمر المتوقع للأفران الطواحين، الكسارات ، والسيارات وأي آليات أخرى تستعمل في الإنتاج.لا يمكن وضع أرقام صحيحة لذلك لأنه عادة لا يتم تقويم الثمن الحقيقي للآليات في الوحدات الإنتاجية تقويماً دقيقاً كما ينبغي لذلك أن يكون على سبيل المثال قدر الثمن الكلي لوحدات الفرن والآليات الأخرى على أنه مساوي لتكلفة إنتاج الطن الواحد من جص الجبس كما تم إهمال استهلاك الآليات في تقديرات حساب التكلفة.

مقارنة التكلفة بالإسمنت البورتلاندي:-

عندما تطغى إمكانيات استعمال جص الجبس على الاسمنت البورتلاندي عندئذ سيكون الحصول على تقدير نسبي لتكلفة وحدة كل من هذه المواد للمستعمل ذو قيمة، ويكون ذلك نقطة البداية في المقارنة الاقتصادية بين هاتين المادتين، وفي جانب آخر وحيث أن الكميات المستعملة من كل المادتين في التطبيقات العملية مثل التجصيص أو صناعة قوالب البناء لا تكون متساوية وعليه فإن استلزم الأمر الأخذ في الاعتبار طرق الاستعمال النسبية وكميات هذه المواد في إقرار أي منها يفضل على الآخر اقتصادياً وذلك عند كل حالة معينة.

اختيار التقنية:-

أظهرت الدراسات التي أجريت على صناعة مواد البناء في الدول النامية إن قيام وحدات إنتاجية صغيرة للإنتاج التي تعتمد على الخامات المتوفرة محلياً وللاستعمال المحلي للإنتاج يوفر الكثير من المزايا لعل من أهمها :

أ – تمكن المتطلبات الصغيرة والمحدودة لمواد الخام في إنشاء وحدات إنتاجية صغيرة في الأماكن التي يستحال فيها إنشاء وحدات كبيرة للإنتاج.

ب – بالإمكان للوحدات الإنتاجية الصغيرة أن تستفيد من الأنواع العديدة من الوقود المنخفض الدرجة والمتوفرة محلياً.

ج – يقل اعتماد الوحدات الإنتاجية الصغيرة على الطاقة المستوردة كما تعتمد على العمالة اليدوية أكثر مما عليه في الوحدات الإنتاجية الكبيرة.

د – بالإمكان تركيب وإصلاح وصيانة آليات الوحدات الإنتاجية الصغيرة بدون الاعتماد على الخبرة وقطع الغيار المستوردة.

تؤكد الأدلة المتوفرة عن الوحدات الإنتاجية الصغيرة لإنتاج الجص الملاحظات المذكورة أعلاه كما تظهر وبسبب متطلبات الطاقة القليلة قد تكون لهذه الوحدات مزايا أكثر من وحدات إنتاج الإسمنت البورتلاندي أو الجير البوزولاني.

ولكن لا يبدو في الوقت الحاضر أن لجص الجبس المنتج على مستوى إنتاج صغير مزايا تكلفة عن الإسمنت البورتلاندي وذلك بالنسبة للتكلفة النهائية للبناء باستثناء بعض الظروف الملائمة جداً مثل اقتصاديات الجزيرة.

الدلائل الاقتصادية الأساسية التي تدعم إنشاء وحدات لإنتاج الجص هي:

1 – تقلل من استيراد ورأس المال ويحل محل ذلك العمالة المحلية والوقود المتوفر محلياً.

2 – لا تزال التقنيات الحديثة التي أدخلت لتحسين كفاءة الوحدات الإنتاجية الصغيرة في مهدها، وعليه فإنها نسبياً غير متطورة وتستعمل المصادر الطبيعية بطريقة تتميز بقلة كفائتها.

ستؤدي زيادة الخبرة في هذه الطرق إلى تطوير هذه التقنيات وإلى التقليل من تكاليف إنشائها مما سيزيد حتماً من منافسة تقنيات الإنتاج الصغيرة لغيرها.

استعمال جص الجبس:

حرفة البناء هي الأكثر استعمالاً لجص الجبس في الوقت الحاضر، حيث يستعمل في دهانات الطبقة الأولى من الطلاء وفي أعمال اضفاء اللمسات الأخيرة لصقل الحوائط الداخلية للمباني ويشمل ذلك الألواح الجصية، وهي ألواح رقيقة تعد من الجص وتكسي بالورق وتستخدم في إقامة الجدران الداخلية الجاهزة والفاصلة.

ولكن جص الجبس مادة لها استعمالات عديدة الجوانب وتزداد هذه الاستعمالات وتشمل مجالات تطبيقية واسعة.

وكمادة رابطة فإن الجص يمكن أن يكون في المجالات التي لا تتطلب تلك المقاومة العالية جداً والتي تتوفر في الإسمنت البورتلاندي. تقنيات انتاج جص الجبس بسيطة كما ساهم تاريخها القديم في تطويرها وأثبتت التجارب كفاءتها.

لا تستغل رواسب الصخور الجبسية إلى حد بعيد في العدد من انحاء العالم، أما لأن هذه الرواسب محدودة، أو غالباً ما طغى استعمال المواد الأخرى الحديثة، وبالأخص الإسمنت البورتلاندي على الاستعمال العتيق لجص الجبس في أعمال البناء.

لازال لجص الجبس مزايا عديدة على مزايا عديدة على لمواد البديلة الأخرى والتي أساسها الإسمنت البورتلاندي والجير والتي يمكن تلخيصها في الآتي:-

أ – لا يتقلص أو ينكمش عند جفافه، عليه فإن تجصيص الحوائط يجعلها لا تتشقق وبالإمكان الحصول على تفاصيل دقيقة بنقش هذه الحوائط وباستعمال القوالب.

ب – يجف ويتصلد بسرعة، مما يمكن من زيادة طبقة غطاء ثانية لإضفاء اللمسات الأخيرة وجعل الحائط مصقولاً بعد التجصيص الأول مباشرة.

ج – للحصول على الجص من المواد الخام، تسخن هذه المواد لفترة قصيرة من الزمن ولدرجة حرارة تصل إلى حوالي 16 درجة مئوية فقط في حين يتطلب الجير لذلك درجة حرارة تتراوح ما بين (900 – 1100) درجة مئوية ويتطلب الإسمنت البورتلاندي درجة حرارة قدرها (1450) درجة مئوية.

د – الجص مادة مقاومة للنار (غير قابلة للإحتراق).

ومع ذلك، فإنه على عكس الإسمنت البورتلاندي في كونه ليس بالمادة الرابطة الهيدروليكية أي أنه وحتى بعد تصلد جص الجبس فبإمكانه أن يذوب قليلاً في الماء، وعليه لا يجب استعماله في أعمال البناء الخارجية إلا في الأماكن الجافة بالكامل، كما لا يجب استعماله في داخل المباني وفي الحجرات ذات الرطوبة العالية بدون الحماية المناسبة لذلك توجد حدود أخرى لاستعماله من الناحية الإنشائية حيث أن المتانة التي يحصل عليها من استعمال الجص ليست بمثل تلك المتحصل عليها من استعمال الجير أو الإسمنت البورتلاندي، ولكن يجب التنويه إن متانة الجص تعتبر كافية جداً للإنشاءات التي تتكون من دور واحد أو دورين. عليه فإن من الجدير أن يلفت النظر إلى جص الجبس في المناطق التي توجد بها كميات هائلة من مادة الجبس الخام وبالأخص عندما يندر بها توفر الإسمنت البورتلاندي والجير أو لارتفاع ثمنها

أو الإثنين معاً وعندما يتوفر بالإضافة إلى ذلك طقساً جافاً سيكون استعمال الجص مفضلاً من الناحية الاقتصادية، حيث يمكن استعماله في أحجار البناء التي لا تحتاج إلى طلاء، أو كمادة طلاء خارجية.

الاستنتاجات :

1 – يوجد في الجماهيرية العظمى احتياطات كبيرة من خامات الجبس التي لم تستغل بالطرق المثلى في العديد من الصناعات.

2 – معظم الجس المستعمل حالياً يستخدم في تصنيع الإسمنت وجزء ضئيل منه يستخدم في المعمار وخاصة الطراز القديم في المناطق الصحراوية والجبلية.

3 – يمكن استخدام كافة خلطات الجبس وبالنسب المختلفة في إنتاج طوب البناء أو في تكسية الحوائط حسب الظروف المناخية.

التوصيات:

1 – الأسواق الليبية هي الهدف الرئيسي لأي توسع في استغلال خامات الجبس.

2 – تشجيع إقامة تشاركيات صناعية لإنتاج مصيص الجبس المحروق بدرجات حرارة مختلفة لتلبية كافة الأغراض الصناعية.

3 – إجراء الدراسات عن مدى عزل الجبس للحرارة نتيجة الحصول على مساحة عالية لطوب الخلطات المدروسة.

4 – إجراء دراسة لمعرفة مدى مقاومة الجبس للحرائق.

المراجع :

1- إندكوبرن أيريك وروين كمبردج (جص الجبس) ترجمة بشير يوشع – 1995ف.

2- إبراهيم ، اعبيد، علي الهمالي، (الجبس في الجماهيرية) وجوده واستعماله، مجلة مركز البحوث الصناعية – المجلة 2 العدد 1 لسنة 1992ف.

3- مترو المنصوري (دراسة حول إمكانية استخدام الجبس كطوب بناء) مشروع تخرج كلية الهندسة جامعة الفاتح – 2003.

4- محمد أيوب – وجدي العربي وآخرون (الجص المقاوم للرطوبة والظروف الجوية السائدة) مجلة العمران العربي العدد الخاص لسنة 1995ف.

إعادة تدوير مخلفات البناء الصلبة واستخدامها في صناعة مواد البناء

د. فؤاد فروج فرج
قسم الهندسة المدنية – جامعة سبها
fff11963@Yahoo.com

د. عمر اسعد أحمد
قسم علوم البيئة – جامعة سبها
dromarasad@Yahoo.com

الملخص :

تعتبر مواد البناء الصلبة ناتج الهدم والتحديث المدني ذات أهمية كبيرة لاحتوائها على الكثير من المواد ذات القيمة الاقتصادية العالية في مواصفاتها وطبيعة مكوناتها. أ ن إمكانية تدوير هذه المواد أصبح من الأمور البديهية في الدول المتقدمة اخذين بعين الاعتبار ما يلي :

- كلفة التصنيع الباهظة لبعض هذه المواد (حديد التسليح، الاسمنت)
- إمكانية إعادة الاستخدام بشكل دون الحاجة إلى إعادة التصنيع الكلي
- الحفاظ على البيئة واستخدامها بالشكل الأمثل وتوفير الطاقة .

وبناء علية فقد وضعت البلدان المتقدمة تكنولوجيا شروطا صارمة تحدد اساليب استخدام مواد البناء الصلبة المستهلكة وإعادة تدويرها بالشكل الصحيح ، ولا زالت هذه المشكلة جدلية في بلدان العالم الثالث . أن إعادة التدوير تعتمد على البحث العلمي لتحديد الاستخدام الأفضل لهذه المواد ووضع الشروط المرافقة لهذا الاستخدام ، اخذين بعين الاعتبار الكلفة الاقتصادية لتصنيع مواد البناء في ضل الغلاء العالمي لسعر الطاقة وما يرافقه من استنزاف للموارد الطبيعية وارتفاع كلفة الإنتاج . وقد اعتمدنا في هذا البحث على إظهار الصورة الحقيقية لما يحصل لمواد البناء ناتج الهدم في منطقة جنوب الجماهيرية وتحديد كميات ونوعيات هذه المخلفات بشكل تقريبي واعتماد خطة لإمكانية استخدام وتدوير بعض مخلفات البناء الصلبة مرة ثانية وثالثة لتحسين الظروف الاقتصادية والبيئية في منطقة الجنوب .

الكلمات الدالة : تدوير المخلفات ، هدم الابنية ، نفايات صلبة

المقدمــة :

استخدام مخلفات البناء في إعادة تشكيل مواد جديدة في البناء ليس بالأمر الجديد في دول العالم المتقدم وان كان من الأمور التي أخذت أهمية كبيره خاصة في الدول الأوربية (ألمانيا، فرنسا ، النمسا) التي اعتمدت وبشكل جدي على فرز النفايات وإعادة تشكيلها حسب أهمية استخدامها بحيث أصبح من البديهي إعادة تدوير 90 % من النفايات العامة والصناعية . ولكننا في الدول العربية نعتبر أن النفايات بشكل عام مواد مستهلكة وغير قابلة للاستخدام مرة ثانية وبالفعل فان أدبيات استخدام هذه المواد وتدويرها أصبح ألان من الأمور الضرورية التي يجب أن نلفت الأنظار إليها ونأخذ بعض حالات الاستخدام التي تكون واقعية ومجدية أقتصاديا .[2]

وقد اعتمدنا في هذا البحث عدة تجارب أخذنا فيها الواقع لجنوب الجماهيرية وأنواع مخلفات البناء نواتج الهدم وإجراء بعض التجارب عليها بهدف التأكد من إمكانية استخدامها بشكل موضوعي واقتصادي.

تأثير استخدام مخلفات البناء من الناحية الاقتصادية:

يعتبر العامل الاقتصادي في تنفيذ الابنية والتشييد من العوامل الأساسية، حيث أن الكلفة الأقتصادية لمواد البناء أصبحت في كثير من الاحيان العامل الاساسي في إرتفاع كلفة البناء خاصة في الزمن الحالي والذي ترافق مع إزدياد كبير في سعر الطاقة والذي بدوره ادى الى إرتفاع غير مسبوق في اسعار مواد البناء الاساسية مثل حديد التسليح والاسمنت والحصويات ومشتقات صناعاتها، ومن هذا المنظور ارتأت هذه الدراسة ان في استخدام مخلفات هدم الابنية عاملا رئيسيا في صناعة تشييد والأبنية بكلفة أقل، اذ من الممكن إستخدام غالبية حديد التسليح بعد الهدم بعد مطابقتها بالمواصفات الطلوبة، وكذلك فإن كسر الخراسانة وباقي مشتقات صناعة الخرسانة والبلاط والرخام وكسر الخرسانة المسلحة والعادية يمكن أن يستخدم مرة ثانية بدلاً من هدره وبالتالي سينعكس ذلك على كلفة الانتاج ايجاباً ويؤدي الى الوفر الاقتصادي والبيئي، اذ وبشكل بسيط يمكن إعادة إستخدام حديد التسليح ناتج هدم الابنية بنسب تتراوح ما بين 60–70% من الحديد الكلي المستخدم أصلاً والذي لم يطرأ عليه أي تغيير في بنيته ومتانته ويمكن ان يستخدم كحديد لتسليح بعض العناصر التي لا يوجد عليها حمولات كبيرة كقواعد وأعمدة الأسوار الشكل(1) ، وبهذا فإن تكلفة البناء ستصبح أقل كما أنها ستكون عاملاً أساسياً في تنسيق وتنظيم وحماية البيئة والمحيط الخارجي لها وترشيد أستنزاف الموارد الطبيعية والتخلص من مشكلة مكبات النفايات

للمواد المهدومة. ولا بد من التاكيد هنا على الأهمية القصوى لدراسة مواصفات مخلفات الابنية بمجملها قبل إعادة إستخدامها لغرض مطابقتها بالمواصفات الدقيقية ومييزاتها لإستخدامها بالطريقة المثلى والمكان الصحيح وتفادي أي مشاكل محتملة الحدوث في البناء والتشييد، والاشكال (1، a,b,c,d,e) توضح مواد البناء ناتج الهدم بعد إستخراجها وكذلك بعد إعادة تدويرها ومدى ملائمتها للاستخدام مرة أخرى.

تأثير استخدام مخلفات البناء الصلبة على النواحي البيئية :

تعتبر المتطلبات البيئية من أهم المواضيع التي ترافق كافة المشاريع الهندسية في الوقت الحاضر وذلك بسبب الآثار السلبية التي غالبا ما ترافق هذه المشاريع من هدم أ أبنية قديمة وحفر أساسات كبيرة وترك نواتج الهدم في مواقعها أو نقلها إلى مكبات عشوائية في الغالب ما تكون أراضي قريبة من المشروع للتقليل من كلف النقل، ومن الممكن أن تكون هذه الأراضي زراعية أو قابلة لذلك [1] [5] ، مما كان له من الآثار البيئية السلبية على المجتمع بسبب تحلل بعض المواد السامة الداخلة في التصنيع ورشحها إلى باطن الأرض واختلاطها بالموارد الطبيعية الجوفية وتلويثها، مما شجع العديد من الباحثين تسليط الضوء على الفائدة الاقتصادية والعائد البيئي الكبير التي ممكن أن تجنى من إعادة استخدام وتدوير نواتج الهدم في البناء والتشييد وبجدوى اقتصادية عالية ونفع بيئي غير مسبوق وتخفيف الضغط على الموارد الطبيعية المستخرجة وكذلك تخفيف أثار إنتاج مواد البناء السلبية على البيئة كآثار المحاجر وصناعة الأسمنت [7] [9] . بالإضافة لما سبق أصبحت النواحي الجمالية في المدن من متطلبات التنظيم والتخطيط البيئي السليم للبيئة السليمة وشرط أساسي لتنفيذ كافة المشاريع وخاصة الإنشائية، وعند إعادة الأعمار يتطلب المشروع دراسة بيئية مستفيضة للاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإعادة تدوير مخلفات الهدم مما يوفر مجهودا كبيرا للمحافظة على البيئة وعائداً اقتصاديا هاماً على المستوى الوطني. وفي ظل ارتفاع كلف المواد الأساسية للبناء كالحديد والاسمنت وكلف النقل بسبب زيادة أسعار الطاقة يعتبر إعادة تدوير المخلفات الصلبة للبناء من أهم المواضيع التي تتداول على المستوى العالمي للحد من زيادة التلوث الصناعي المرافق لصناعة المواد الخام ووقف استنزاف موارد الطاقة وتقليل مساهمتها في تلوث الهواء والماء والأراضي [7] [10] .

التجارب المعملية:

لتحقيق أهداف هذا البحث والتعرف على مواصفات مواد الهدم في الابنية فقد إعتمدنا بعض التجارب المعملية , ودراسة بعض انواع الهدم واهمها :

1. كسر الخرسانة المسلحة، كسر الخرسانة العادية
2. كسر البلاط والرخام.
3. كسر البلوك.
4. عينة شرشور (مقارنة)
5. كسر الأخشاب
6. كسر السيراميك
7. حديد التسليح المنزوع من الخرسانة

ولهذا الغرض في التجربة الأولى قمنا بتجهيز مونة أسمنتية ثابتة المقادير لجميع هذه العينات (بمعدل ثلاث عينات من كل نوع من المخلفات المدروسة للتوصل إلى نتائج مقبولة) واستبدلنا الشرشور في عينة المقارنة حجما بهذه المخلفات، وتمت معالجة العينات لفترة 28 يوماً في المختبر تحت الشروط النظامية المتساوية لجميع العينات لغرض التحقق من متانة العينات على الضغط بعد فترة المعالجة كانت النتائج كما هو مبي في الجدول رقم (1)و الشكل (2) .

في التجربة الثانية فقد اجرينا اختبار التهشيم على جميع العينات المذكورة اعلاه عدا الخشب والحديد (عدم امكانية اجراء مثل هذا الاختبار على هذه المواد) وحساب نسبة التهشيم آخذين بعين الأعتبار الظروف الموضوعية لحجم وكمية هذه العينات وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (2) و الشكل (3) . في التجربة الثالثة وفقا للمخلفات المدروسة تم احتساب الوزن ألحجمي لهذه المخلفات بوضعها الطبيعي دون إجراء أي معاملة عليها (أي كما تكون حالتها بعد استخراجها من الهدم) ، وباحتساب الوزن ألحجمي لها تم تعيين حجم العينات الطبيعي وحجم الفراغات في واحدة الكتلة و وضع النتائج في الجدول (3) والشكل (4) . في التجربة الرابعة احتسبت نسبة حديد التسليح الناتج من الخرسانات المسلحة (ناتج الهدم) والذي لم يتآكل بفعل العوامل الطبيعية ودراسة إمكانية استخدامه مرة ثانية في أعمال الخرسانات، وتحديد أماكن الاستخدام بعد التدوير وملاحظة عينية لحالة الحديد كما في الشكل (1,a,b,d,e).

النتائج والمناقشة:

من خلال النتائج المتحصل عليها من البحث والموضحة في الجدول (1) والشكل (2) تبين أن إستخدام كسر الخرسانة بنوعيها المسلحة والعادية قد أعطت نتائج متقاربة للمقاومة في حال إستخدام الشرشور العادي، حيث قيم المقاومة 218.7- 219.7) kg/cm^2) على التوالي مما يؤكد على جودة الخرسانة المستخدمة كبديل للشرشور من الناحية الأقتصادية، كذلك توصلت نتائج البحث أن باقي المشتقات (البلاط، وكسر البلوك) لا تقل أهمية في إستخدامها وقد أعطت نتائج مقبولة نسبة الى المقاومة حيث بلغت(187.9–202.3 kg/cm^2)على التوالي، أما الرخام وبسبب نعومتة سطح كسر الرخام فإن متانة التماسك بين المونة وكسر الرخام كانت ظعيفة مما انعكس ذلك سلباً وأدى الى إظعاف المقاومة بالنسبة للخرسانة. وبخصوص الخشب والتي تعتبر مادة مالئة فقد اثبتت النتائج انه من الممكن إستخدامها فقط عندما تكون المقاومة شرط غير أساسي في الخرسانة المنتجة مثل خراسانات العزل وذلك بسبب ضعف مقاومتها.

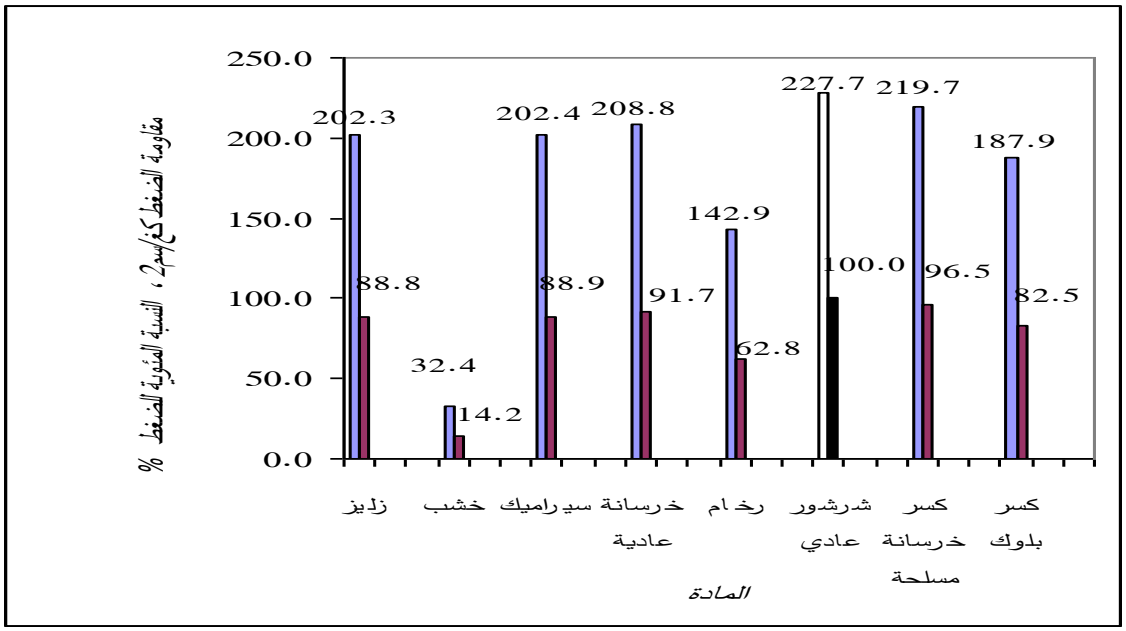
من النتائج المتحصل عليها في هذا البحث إلى الفاقد الوزني أثناء تهشيم العينات وجد أن جميع العينات طبيعية المنشاء ذات فعالية كبيرة فاقت فعالية المواد المصنعة إذ توصلت النتائج إلى أن نسبة فاقد الوزن في الخراسانات والسيراميك كانت عالية نسبياً ويعود السبب في ذلك إلى تفتت المادة اللاحمة وكانت النتائج(570–539.9)غم للخراسانة العادية والمسلحة على التوالي، والسيراميك 401.7 غم ، أما في الرخام فقد كانت نسبة الفاقد ضعيف جداً مما أكد جودة هذه المادة المستخدمة أناء التهشيم وكانت نسبة التهشيم 86.8 غم. من خلال دراسة الوزن الحجمي لبقايا مواد البناء ناتج الهدم إتضح أن هذا الوزن متقارب جداً من وزن الأحجار الطبيعية، حيث أنه يتميز بوزن متوسط الثقل كما هو مبين في الجدول (3) والشكل (4)، ويحدث فرقاً وزناً لبعض المواد عن وزن الشرشور الطبيعي ناتج طبيعة التهشيم وحجم الفراغات بين الركام الناتج وطبيعة. لذلك فإن إستخدام مخلفات البناء كمصدات طبيعية لزحف الرمال يعتبر أمراً ايجابياً خاصةً إذ ما تم إستخدامه مع مخلفات المصانع ذات الطبيعة الرابطة مثل (SF) أو النواتج الجانبية لصناعة الأسمنت أو الكاولين الطبيعي. أما إذا أستخدمت نواتج الهدم في ردميات البناء فإن وزنها الحجمي الثقيل يظهر دوراً إيجابياً في دمك التربة وزيادة امكانية رصها. من خلال تحليل ناتج هدم مباني في مدينة سبها تم متابعتها تبين أن نسبة حديد التسليح الصالحة لإعادة الأستخدام تتراوح بين 60–80% إذ إعتمدت هذه النسب على طبيعية الأرض وعدد الطوابق وشكل البناء ونسبة الرطوبة في التربة وطرق عزل الخرسانة المسلحة في الأساسات، لذلك فإن كمية كبيرة من حديد التسليح كانت ذات طبيعة جيدة ويمكن أن يعاد إستخدامها في صناعة الخراسانات ذات المتانات الغير عالية كأعمدة الأسوار وسملات السور،

إطارات النوافذ المسلحة وغير ذلك، وبذلك فإن إعادة إستخدام هذه النسبة المرتفعة من الحديد قد حقق عائداً إقتصادياً كبيراً وأدى إلى خفض كلفة البناء ووفرة في الحديد المصنع حالياً.

شكل (1) صور توضح حديد التسليح ناتج الهدم قبل وبعد إعادة التصنيع، والمواد الإنشائية ناتج الهدم المستخدمة للبحث

جدول (1) مقاومة ضغط العينات للخرسانات المصنعة من نواتج الهدم والنسبة المئوية للمقاومة مقارنة بالشرشور الطبيعي

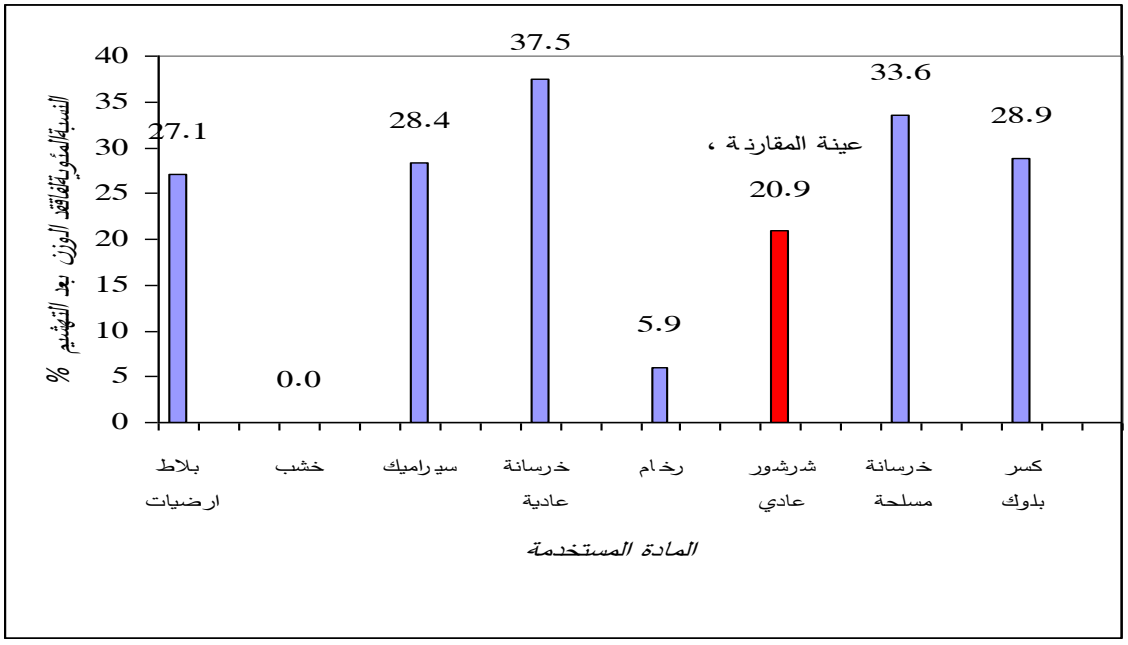
نوع المادة	بلاط			خشب			سيراميك			خرسانة عادية			رخام			شرشور عادي			خرسانة مسلحة			كسر بلوك		
القوة المحطمة kn	209.3	199.0	198.5	35.3	33.6	28.3	180.1	204.0	223.0	211.4	224.5	220.2	173.8	120.9	134.1	218.9	214.3	215.4	220.0	225.5	213.7	177.8	206.2	179.7
متوسط الاجهاد kg/cm^2	202.3			32.4			202.4			208.8			142.9			227.7			219.7			187.9		
النسبة المئوية للمقاومة %	88.8			14.2			88.9			91.7			62.8			100.0			96.5			82.5		



الشكل (2) مقاومة الضغط للعينات المختبرة بعد 28 يوم

الجدول (2) نتائج اختبارات التهشيم للمواد ناتج الهدم

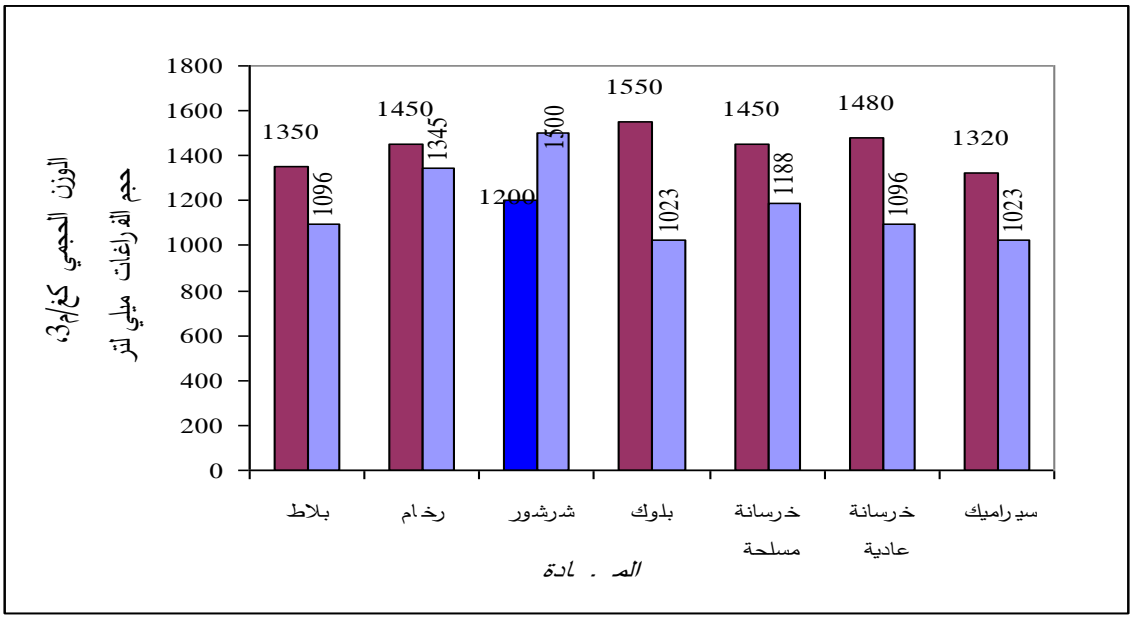
نوع المادة	بلاط ارضيات	خشب	سيراميك	كسر خرسانة عادية	رخام	شرشور عادي	كسر خرسانة مسلحة	كسر بلوك
وزن العينة قبل التجربة (غرام)	1657.8	0.0	1415.3	1520.0	1461.0	1650.0	1606.6	1420.0
المار من المنخل بعد التهشيم (غرام)	450.0	0.0	401.7	570.0	86.8	345.0	539.9	410.0
النسبة المئوية المارة عبر المنخل بعد التجربة %	27.1	0.0	28.4	37.5	5.9	20.9	33.6	28.9



الشكل (3) مقاومة المواد المستخدمة كبديل للشرشور على التهشيم

الجدول (3) نتائج اختبار الوزن ألحجمي للعينات المدروسة

نوع المخلفات المستخدمة	الوزن الصافي	حجم الوعاء	الوزن ألحجمي الحر	حجم الفراغات بين المخلفات	حجم المادة الصلبة
	غرام	$سم^3$	غرام /$سم^3$	ميلي لتر	ميلي لتر
بلاط	3000	2736	1096	1350	1386
رخام	3680	2736	1345	1450	1286
شرشور	4105	2736	1500	1200	1536
بلوك	2800	2736	1023	1550	1186
خرسانة مسلحة	3250	2736	1188	1450	1286
خرسانة عادية	3000	2736	1096	1480	1256
سيراميك	2800	2736	1023	1320	1416



الشكل (4) الوزن ألحجمي لمخلفات مواد البناء المدروسة وحجم الفراغات في حالة تعبئة السلندر بدون اي دمك

الاستنتاجات والتوصيات:

في ضوء النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الدراسة اتضح التالي:

1) إعادة استخدام ناتج هدم البناء يؤدي الى وفر اقتصادي بنسبة تتراوح ما بين 20–30% في كلف أعمال الخرسانة.
2) أن غالبية المشاكل المرتبطة بنواتج هدم الأبنية وطرق التخلص منها ودفنها ممكن أن يتم معالجتها بشكل فعال من خلال إعادة تدويرها.
3) يعتبر التخلص من مخلفات البناء الصلبة بشكل عشوائي في مقابر مخصصة أو غير مخصصة هدراً مكلفاً بيئياً، اذ غالباً ما يتم ذلك على حساب الأراضي الزراعية أو القابلة للسكن مما يقلل هذه المساحات وينعكس سلبياً على ما يجاورها.
4) يمكن لمخلفات الأبنية ان تستخدم كعامل تثبيت للرمال في المناطق الصحراوية نسبة إلى وزنها ألحجمي الثقيل.
5) أظهرت الناتج أنه من الممكن استخدام مخلفات البناء وتدوريها مراراً بعد التأكد من مواصفاتها لشروط الاستخدام.
6) أظهرت النتائج أن نسبة حديد التسليح الصالحة لإعادة الاستخدام في الأبنية تتراوح ما بين 60–70% من مجمل الحديد المستخدم أصلاً وتتعلق هذه النسبة بطبيعة المسكن وشروط تنفيذه .
7) نتيجة لارتفاع تكلفة الإنتاج وأسعار الطاقة فإن هذه الدراسة أثبتت أن إعادة استخدام مخلفات البناء الصلبة يعتبر عاملاً مؤثراً في الاقتصاد الوطني ويساهم في ترتيب وتنظيم البيئة بشكل واضح..
8) يعتبر إعادة تدوير مخلفات البناء إحدى الطرق لوقف الاستنزاف المستمر والجائر للموارد الطبيعية والتخفيف من الضغوطات عليها والحفاظ على البيئة .
9) توصي هذه الدراسة إجراء تحليل على مستوى أعمق لحديد التسليح وإمكانية اعادة استخدامه على مجال اوسع .

المراجع:

1. عبدالعزيز الكليب، شريدة العازمي، السيد متولي، أحمد حمود عبداللطيف الجسار، "نظام صيانة الطرق بدولة الكويت"، المؤتمر الخليجي الأول للطرق، الكويت 11–13 مارس 2002، ص 488–501.

2. . عبدالعزيز عبدالرحمن الكليب، شريدة العازمي، أحمد حمود عبداللطيف الجسار، فواز الشمري، السيد متولي، "استخدام ناتج قشط الأسفلت لتحسين خواص تربة طبقة القاعدة لطرق دولة الكويت"، المؤتمر الخليجي الثاني للطرق، أبوظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، مارس 2004.

3. Hansen, T., "Recycling of Demolished Concrete and Masonry", E & FN Spon, London, UK, 1992.
4. Mallick, R., W. Mogawer, M. Teto, J. Siegel, "Recycling of manufactured waste shingles in asphalt paving mixes", Environmentally Conscious Manufacturing, The International Society for Optical Engineering, v. 4193, p. 352-363, Worcester Polytechnic Institute, MA, USA, 2001.
5. Katamine, N., "Phosphate waste in mixtures to improve their deformation", Journal of Transportation Engineering, v. 126, no. 5, p. 382-389, Mu'tah University, Jordan, 2000.
6. Mansurov, Z., E. Ongarbaev, B. Tuleutaev, "Pollution of soils with oil and drilling mud - Waste utilization to produce road-building materials", Khimiya i Tekhnologiya Topliv i Masel, no. 6, p. 41-42, Russia, 2001.
7. Chung, K., Y. Hong, "Scrap tire/aggregate composite: Composition and primary characteristics for pavement material", Polymer Composites, v. 23, no. 5, University of Suwon, South Korea, 2002.
8. Celik, O., "The fatigue behavior of asphaltic concrete made with waste shredded tire rubber modified bitumen", Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, v. 25, no. 5, p. 487-495, Turkey, 2001.
9. Radziszewski, P., M. Kalabinska, J. Pilat, "Polish experience with application of waste rubber to road pavement constructions", Proceedings of the International Conference on Solid Waste Technology and Management, p. 427-433, Philadelphia, 1999.
10. AASHTO, "Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing", American Association of Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 1990.

أثر إضافة المواد المحسنة علي سلوك البيتومين والخلطات الإسفلتية

د. جمال عبدالله بيت المال م. عبدالباسط ميلاد المغراوي م. فارس صالح الترهوني
قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة –جامعة قاريونس
jbeitelmal@hotmail.com

الملخص :

تشهد ليبيا طفرة في مجال الطرق وتطور في الحركة الصناعية والسياحية، الأمر الذي يتطلب العديد من الأبحاث والاستشارات الهندسية والفنية في مجال الطرق واحتمالية زيادة حجم الأحمال المتوقع علي شبكة طرق مدينة بنغازي مستقبلاً، نتيجة للتطور الاقتصادي المقبل والانفتاح السياحي، فكان لابد من فتح باب البحث في مجالات أوسع وأحسن لتطوير حالة الرصف وأنواعه. وتناول البحث أحد المشاكل الهامة في مدينة بنغازي وهي ظهور بعض التشوهات والمشاكل في وقت مبكر نتيجة لغياب الصيانة أو لعدم استخدام الخلطات الإسفلتية المناسبة للأحمال وغيرها، واستعرض البحث إمكانية ما تطرقت إليه الكثير من الأبحاث العلمية السابقة في استخدام المطاط والمواد المطاطية في تحسين خواص وأداء الخلطات الإسفلتية. وقد تم استخدام عينة من مادة المطاط (البوليمر) في تحسين أو إضافة بعض الخواص المحسنة للخلطات الإسفلتية حيث تم إجراء عدة تجارب علي البيتومين العادي بدون إضافات والبيتومين المحسن وتم إجراء تجارب (الغرز، الليونة، الممطولية) وتم إعداد خلطات إسفلتية بنفس نوع الركام والمواد الأخرى، وتم إجراء تجربة مارشال علي عينتين مختلفتين إحداهما بدون إضافة مواد محسنة والأخرى بإضافة مواد محسنة.ولقد بينت نتائج هذه التجارب التأثير الواضح والمباشر للمادة المطاطية (البوليمر) علي أداء الخلطات الإسفلتية مما يؤكد ضرورة فتح باب البحث العلمي في هذا المجال بتوسيع استخدام المواد المحسنة مستقبلياً.

الكلمات الدالة : مواد رصف الطرق الاضافات الملائمه للبيئه الصحراويه ،الاساليب الحديثه فى تنفيد الرصف المرن

المقدمــة :

بعد النهضة الاقتصادية الشاملة في بداية القرن العشرين وتطور صناعة المركبات التي كان لها دور مهم في تطوير إنشاء الطرق من الناحيتين العلمية والعملية، أصبحت شبكة الطرق من مظاهر تطور المدن، وأصبح من المهم إنشاء شبكة طرق جيدة في المدن، خاصة لتحفيز النمو الاقتصادي لأن الاقتصاد متعلق بوسائل نقل البضائع حول المدن، وإحدى

عناصر نظام النقل الجيد هو الحصول على رصف عالي الجودة للشوارع والطرق السريعة؛ لأن شبكات الطرق يجب أن تحقق الأمان والراحة للسائقين علي الطرقات؛ مما يساعد علي انسياب حركة المرور وتقليل الازدحام. و بالتالي كان من الضروري الوصول إلي مواصفات للمواد الداخلة في الخلطات الإسفلتية تحقق جودة عالية في الأداء خلال فترة التصميم. ومع تزايد مشاكل الرصف أصبح هناك احتياج متزايد لرصف متين يقاوم التصدعات، والمشاكل الأخرى في الرصف لتجنب الكلفة العالية في الصيانة وخاصة في بعض الدول النامية والتي تأتي الصيانة فيها متأخرة إن لم تغيب. وإحدى أهم العيوب التي تحدث للرصف هي ظهور الحفر والتشققات وخاصة في الأماكن التي تتعرض لحركة مرور كثيفة أو مرور أحمال عالية أو اختلاف كبير في درجات الحرارة. وقد أظهرت بعض الدراسات إمكانية تحسين خواص أداء الخلطات الإسفلتية بإضافة بعض المواد المحسنة والتي قد تأخر ظهور بعض العيوب والمشاكل علي سطح الرصف المرن.

الاختبارات .تم اختبار البيتومين المنتج بواسطة شركة البريقة بقوة غرز 60 – 70 وإعداد مجموعة من العينات في المعمل وإجراء الاختبارات عليها عن طريق الأجهزة المتوفرة في معامل كلية الهندسة "جامعة قاريونس" لمعرفة خواص البيتومين المستخدم و التغير الذي يحصل علي خواصه بعد إضافة المواد المحسنة إليه. كما تم اختيار أحد أنواع البوليمرات المتوفرة محلياً والمعروفة باسم الإيڤا (EVA)، حيث أنه كانت هناك محاولات عديدة علي أنواع مختلفة من البوليمرات غير أنها لم تنسجم مع متطلبات الاختبارات المختارة من حيث درجات الحرارة والخلط مع البيتومين، كما أن الباحث قام بمحاولة استخدام مطاط الإطارات المستخدمة وذلك بعد عملية التنظيف والبشر، غير أن عملية إذابة مطاط الإطارات كانت هي السبب الرئيسي في استبعاد هذا النوع، حيث إنه لم يكن بالإمكان إذابته بالإمكانيات المتواضعة والموجودة بمعمل الكلية وبالتالي تم اختيار نوع البوليمر (EVA) لإجراء التحارب المعملية اللازمة للبحث.

نتائج اختبارات البيتومين:

تم إتباع منهجية إجراء التجارب علي البيتومين بدون إضافة محسنات إليه ومن ثم إضافة المادة المحسنة (أسيتات الإيثيلين – ڤينيل (EVA) بنسب مختلفة من وزن البيتومين، حيث تم إجراء عدد كبير من العينات للحصول علي أفضل نسبة تُحسن خصائص البيتومين من جميع النواحي (الغرز، الليونة، الممطولية).

نتائج اختبار الغرز:

تم إجراء اختبار علي عينة من البيتومين المستخدم في الرصف المرن داخل مدينة بنغازي وذلك تحت الظروف والمعايير المقررة بالمواصفات الخاصة بهذه التجربة، وقد جاءت نتائج الغرز لمجموعة من المحاولات علي إحدى العينات التي تم تجهيزها خصيصا لهذا البحث وجاءت علي النحو التالي:

أولا: بيتومين بدون إضافة مواد محسنة:

رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6	7	8
قيمة الغرز	62	60	64	61	70	65	68	68

أما عينات البيتومين التي تم خلطها مع المادة المحسنة (البوليمر) فقد تم تجهيز عدد كبير من العينات بنسب خلط مختلفة وذلك حسب ما أشارت إليه بعض الدراسات السابقة الخاصة بإضافة المطاط إلي البيتومين لتحسين أداءه. وبالتالي فقد تم الخلط بنسب من 5% إلي 9% بالنسبة لوزن العينة غير أنه تم اختيار نتائج النسب التي جاءت قراءاتها منطقية، حيث أن الإمكانيات المتاحة ومستوي أجهزة المعمل لم تسمح بإجراء التجارب بشكل دقيق، ولقد جاءت قراءات الغرز لأفضل ثلاث عينات بنسب خلط 6%، 7%، 8% علي النحو التالي:

ثانيا: بيتومين مضاف إليه 6% من بوليمر (EVA):

رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6	7	8
قيمة الغرز	50	48	54	50	50	48	48	50

ثالثا: بيتومين مضاف إليه 7% من بوليمر (EVA):

رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6	7	8
قيمة الغرز	40	41	41	43	44	45	43	44

رابعا: بيتومين مضاف إليه 8% من بوليمر (EVA):

رقم المحاولة	1	2	3	4	5	6	7	8

قيمة الغرز	33	37	35	37	38	39	39	34

و بنفس أسلوب تجربة الغرز تم إجراء تجربتي الليونة والممطولية وكانت النتائج كما يلي:

نتائج اختبار الليونة:

مع أن إجراء هذه التجربة لم يكن بالأهمية التي عليها تجربة الغرز و اللدونة وهما العاملين الأساسيين اللذين من أجلهما تم البحث عن طريقة لتحسين أداء البيتومين وذلك لرفع كفاءته فيما يخص سلوك العينة عند التحميل وعند الشد وهو ما يتعلق باختباري الغرز و اللدونة، حيث أن درجات الحرارة علي الساحل الليبي تعتبر مقبولة لاستخدام البيتومين في حالته العادية، ولكن لإثراء البحث تم إجراء تجربة الليونة بنفس الطريقة وذلك بإجراء التجربة علي عينة بيتومين بدون أي إضافات وجاءت نتائج التجربة علي النحو التالي:

أولا: بيتومين بدون إضافة مواد محسنة:

درجة الليونة للعينة الأولي= 47°م.

درجة الليونة للعينة الثانية= 45°م. درجة الليونة = 46°م.

وعند إجراء تجربة الليونة علي عينات البيتومين المحسن بنسب خلط مختلفة من مادة (EVA) جاءت النتائج علي النحو التالي:

ثانيا: بيتومين مضاف إليه 6% من بوليمر (EVA):

درجة الليونة للعينة الأولي= 47.5°م.

درجة الليونة للعينة الثانية= 47.5°م. درجة الليونة = 47.5°م.

ثالثا: بيتومين مضاف إليه 7% من بوليمر (EVA):

درجة الليونة للعينة الأولي= 49°م.

درجة الليونة للعينة الثانية= 49°م. درجة الليونة = 49.0°م.

رابعا: بيتومين مضاف إليه 8% من بوليمر (EVA):

درجة الليونة للعينة الأولي= 47°م.

درجة الليونة للعينة الثانية= 48°م. درجة الليونة = 47.5°م.

نتائج اختبار الممطولية:

وهي تعتبر من أهم التجارب التي علي أساسها يقوم البحث لما لهذه التجربة من دور في إظهار إمكانيات البيتومين تحت تأثير قوة الشد، والتي تعكس قدرات الخلطات الإسفلتية لمقاومة ظهور التشققات والتي تعتبر من أهم وأبرز المشاكل السائدة علي معظم شبكة الطرق في مدينة بنغازي، حيث تم إجراء التجربة علي عينة بيتومين عادية مع الأخذ بالاعتبار قدر الإمكان المواصفات والاشتراطات الخاصة بإجراء التجربة وقد جاءت نتائجها علي النحو التالي:

أولا: بيتومين بدون إضافة مواد محسنة:

قيمة الاستطالة للعينة الأولي= 62سم.

قيمة الاستطالة للعينة الثانية= 68سم. قيمة الاستطالة = 65سم.

كما تم إجراء تجربة اللدونة علي عدد من العينات المحسنة بنسب مختلفة من البوليمر (EVA) تحت نفس الظروف والشروط والإمكانيات المتاحة بالمعمل وجاءت النتائج علي النحو التالي:

ثانيا: بيتومين مضاف إليه 6% من بوليمر (EVA):

قيمة الاستطالة للعينة الأولي= 67سم.

قيمة الاستطالة للعينة الثانية= 76سم. قيمة الاستطالة = 71.5سم.

ثالثا: بيتومين مضاف إليه 7% من بوليمر (EVA):

قيمة الاستطالة للعينة الأولي= 79سم.

قيمة الاستطالة للعينة الثانية= 94سم. قيمة الاستطالة = 86.5سم.

رابعا: بيتومين مضاف إليه 8% من بوليمر (EVA):

قيمة الاستطالة للعينة الأولي= 66سم.

قيمة الاستطالة للعينة الثانية= 78سم. قيمة الاستطالة = 72سم.

تحليل نتائج اختبارات البيتومين:

من خلال ما تم استعراضه من نتائج لاختبارات تم إجراءها علي عينات من البيتومين العادي والبيتومين المحسن بالبوليمر (EVA) وبنسب خلط مختلفة نم التوصل إلي بعض الملاحظات جاءت علي النحو التالي:

تحليل نتائج اختبار الغرز:

من خلال النتائج المتحصل عليها من اختبار الغرز نلاحظ إنه عند إضافة المادة المحسنة (EVA) تزداد كثافة البيتومين وذلك نتيجة للكثافة العالية للمادة المحسنة (EVA)، مما يؤدي إلي نقص في قيم الغرز بصورة عكسية مع إضافة المادة المحسنة (أي أنه كلما تم إضافة نسبة أكبر من المادة المحسنة زادت كثافة البيتومين وقلت قيمة الغرز له)، أي أن المادة المحسنة أعطت النتائج المطلوبة من حيث الغرز.

تحليل نتائج اختبار الليونة:

من خلال النتائج المتحصل عليها من اختبار الليونة نلاحظ أنه عند إضافة المادة المحسنة (EVA) زادت درجة حرارة الليونة للبيتومين عن درجة حرارة ليونة البيتومين بدون إضافة مادة محسنة، إلا أنة عند إضافة نسبة 8% من وزن البيتومين من المادة المحسنة قلت درجة حرارة الليونة عن سابقتيها (6%، 7%)، أي أن درجة حرارة الليونة أعطت نتائج سلبية عند إضافة المادة المحسنة بنسبة أعلي من 7%.

تحليل نتائج اختبار الممطولية:

من خلال النتائج المتحصل عليها من اختبار الممطولية نلاحظ أنه عند إضافة المادة المحسنة (EVA) تزداد ممطولية البيتومين عن ممطوليته بدون إضافة المادة المحسنة وذلك نتيجة لقوة تماسك البوليمرات وتركيبها المتبلور الذي يؤدي إلي زيادة قوة الشد بين الجزيئات والممطولية العالية للبوليمرات، إلا أنه عند زيادة نسبة المادة المحسنة إلي 8% من وزن البيتومين بدا واضحاً زيادة بلاستيكية البيتومين مما أدى إلي انقطاع خيط العينة عند مسافة مبكرة عن المتحصل عليها في نسبة 7%. كما أنه لوحظ تحسن في سلوك العينة المضاف إليها البوليمر أثناء عملية الشد وذلك بتجانس شكل وسمك العينة علي طول الحوض وقبل عملية القطع.

نتائج اختبار الخلطة الإسفلتية:

وعلي نفس أسلوب اختبارات البيتومين ثم إجراء اختبارات الخلطة الإسفلتية، إلا أنه عند إضافة المادة المحسنة تم اختيار نسبة 7% من وزن البيتومين من المادة المحسنة (EVA) وذلك لإعطائها أفضل نتائج تحسين لخصائص البيتومين بشكل عام (الغرز، الليونة، الممطولية) وذلك من خلال النتائج المتحصل عليها من التجارب السابقة.

نتائج تجربة مارشال:

أولا: بيتومين بدون إضافة مواد محسنة:

رقم العينة	نسبة البيتومين (%)	ثبات مارشال (kN)	الانسياب (mm)
1	5	15.972	2.50
2	6	16.045	3.80
3	6.5	17.497	4.48
4	7	15.246	5.96

ثانيا: بيتومين مضاف إليه 7% من بوليمر (EVA):

رقم العينة	نسبة البيتومين (%)	ثبات مارشال (kN)	الانسياب (mm)
1	5	15.246	2.00
2	6	17.714	2.80
3	6.5	19.892	3.00
4	7	15.233	4.50

تحليل نتائج اختبار الخلطة الإسفلتية:

يقوم البحث علي حقيقة أن غياب الصيانة الدورية لشبكات الطرق بالمدينة تساهم في ظهور بعض مظاهر التلف في وقت مبكر من عمر الطريق، كما أنها تنقص من العمر التصميمي له، ولهذا فإن رفع قدرات الأداء للخلطات الإسفلتية بإضافة بعض المحسنات قد يساهم في تعويض القصور الواضح في إجراء الصيانة في أوقاتها المناسبة ولقد أظهرت النتائج المتعلقة بإجراء تجربة مارشال علي عينات من الخلطات الإسفلتية التقليدية والمحسنة، بأن هناك اثر واضح وجلي لإضافة

البوليمر علي الخلطة الإسفلتية التقليدية. حيث تم تكرار التجربة بنسب خلط للبيتومين مختلفة بدأت بنسبة 5% إلي 7% وذلك للحصول علي أفضل أداء من حيث الثبات والانسياب. ومع إضافة المادة المحسنة (EVA) لنسب الخلط المختلفة ومراقبة أداء هذه الخلطات تبين انسجام المادة المحسنة مع أفضل الخلطات التقليدية أداء، حيث وصل ثبات مارشال إلي 19.89 كيلونيوتن وانحصر الانسياب عند معدل 3 مم وذلك بفارق 2.4 للثبات وبمقدار 1.48 مم للانسياب، غير أنه من المتوقع أن يزيد الفارق بين الخلطات التقليدية والخلطات المحسنة إذا ما توفرت المادة المحسنة الأنسب للخلط والتي واجه الباحث صعوبة كبيرة في الحصول عليها وكذلك معدات وتجهيزات المعمل والتي من المحتمل أن تكون سبباُ في عدم الحصول علي النتائج المتوقعة.

الخلاصة والتوصيات

نظراً لما تعانيه الدول النامية من غياب لبرامج صيانة دورية للطرق، وعدم توفر أنواع أخري من البيتومين لتلبية متطلبات الخلطات الإسفلتية في المناطق المختلفة، أدي ذلك إلي تفاقم مشكلة تهالك شبكات الطرق في كثير من المناطق التي تتعرض إلي اجهادات حرارية ومرورية كبيرة، ولإيجاد حلول لهذه المشاكل ظهرت العديد من الدراسات والأبحاث في مختلف دول العالم لإمكانية تحسين سلوك الخلطات الإسفلتية بإضافة مواد محسنة مختلفة إلي الخلطات الإسفلتية ومن هذه المواد المحسنة البوليمرات.وقد استعرضنا في هذا البحث المشاكل والأضرار التي تواجه شبكات الطرق في مدينة بنغازي، والبيتومين المستخدم وخصائصه، وأنواع البوليمرات التي يمكن إضافتها للبيتومين لتحسين خواصه وبالتالي تحسين خواص الخلطة الإسفلتية.

كما يشتمل المشروع علي الاختبارات اللازمة لدراسة خواص البيتومين بدون إضافة مواد محسنة وبعد إضافة مواد محسنة، والنتائج التي ظهرت علي سلوك الخلطة الإسفلتية عند إضافة المحسنات والتي قد تزيد في تكلفة الخلطة الإسفلتية، إلا أن استمرار فتح الطريق بحالة جيدة أطول فترة ممكنة يقلل التكلفة الإجمالية علي المدى الطويل خاصة وإن غياب الصيانة المنظمة والدورية لشبكات الطرق أصبح أمر متعارف عليه.

فائدة المشروع من الناحية الاقتصادية:

إن التكلفة الاقتصادية لإعادة الإنشاء كبيرة جداً وان الميزانيات التي ترصد للإصلاح لن تكون من ضمن الإمكانيات المتاحة، وحتى لو توفرت الإمكانيات فهي تفوق الطاقة التنفيذية للبلد النامي، ويرجع هذا إلى عدم الصيانة الدورية التي كان من المفروض أن تقوم بها المصالح المختلفة، وخصوصاً أن بغض الطرق المنفذة تعرضت لأضرار كبيرة جدا، ولو أنه تم رصد مبالغ سنوية لصيانة الطرق لكانت أفضل حالا مما هي عليه الآن، فإعادة تأهيل الطريق يترتب عليه ما يلي:

أولا: المشاكل البيئية:

حيث أن أغلب الطرق التي لم يتم صيانتها دوريا في فترة عمرها الافتراضي تحتاج إلى إزالة كافة طبقات الرصف وهذا يترتب عليه تلوث البيئة من جراء ألقى هذه المخلفات في تلك المناطق وخاصة في مناطق المشاريع الزراعية، وفتح طريق بديله وهذا يسبب تدمير الأراضي المجاورة للطريق وخاصة في المناطق الزراعية والمناطق المأهولة بالسكان، فالأتربة والغبار الناتج عن جراء التنفيذ يسبب أمراض للجهاز التنفسي للمواطنين وكذلك إلحاق الضرر والتلف للمزروعات، وأماكن توريد مواد طبقات الرصف وأسس الطريق تسبب في استنزاف الثروات الطبيعية.

ثانيا: المشاكل الاقتصادية:

إعادة غلق الطريق وفتح طريق بديلة يزيد من الوقت الذي يستغرقه المواطنين في الوصول على مقرات أعمالهم وقضاء مصالحهم، واستهلاك كميات كبيرة من المواد البيتومينية التي يجب نقلها من مواقع إنتاجها إلى مواقع التشغيل وهذه المواد تكلفتها عاليه، لأن الطريق بعد عمرها الافتراضي لا يجدي معها أي نوع من أنواع الصيانة. نظرا لما تقدم في الحديث علي الصيانة ومشاكلها وارتفاع أسعارها وعدم القدرة علي متابعة الطريق بشكل دوري، الأمر الذي يحتم إيجاد حلول جذرية عند إنشاء الطريق من البداية، وبناءا علي الدراسة التي تم طرحها من خلال هدا المشروع والنتائج المتحصل عليها في تحسين سلوك وخواص الخلطة الإسفلتية فإن هذه الدراسة تعتبر أحد الحلول بحيث يتم زيادة تكلفة الطريق عندا الإنشاء (السعر الأساسي لإنشاء الطريق)، وفي المقابل يتم التغلب علي معظم المشاكل التي تواجه الرصف مما يؤدي إلي زيادة عمر الطريق دون الحاجة إلي الدخول في مشاكل الصيانة وتوفير المبالغ التي تصرف عليها، بحيث تكون المبالغ التي تم توفيرها كبيرة مقارنتاً بالمبالغ التي صرفت علي الطريق عند إنشاءها.

التوصيات:

1. تعتبر أسيتات الإيثيلين – ڤينيل (EVA) مقبولة مبدئياً لاستخدامها كمادة محسنة للمادة الرابطة (البيتومين) والخلطات الإسفلتية، ولكن يجب إجراء دراسة للخلطات التصميمية لمعرفة كفاءتها وسلوكها والتغير الذي يطرأ عليها بعد التنفيذ.
2. يوصي باستخدام بوليمرات أو مخلفات اللدائن التي تكون متوفرة في الجماهيرية مثل (الإطارات المطاطية، علب البلاستيك)، بشرط أن تحقق النتائج المطلوبة، وذلك لتقليل قيمة التكلفة لمثل هذا النوع من المشاريع.
3. يوصي باستخدام أجهزة ذات مواصفات ودقة عالية عند إجراء الاختبارات علي المادة الرابطة (البيتومين)، والخلطات الإسفلتية، لأن النتائج المتحصل عليها من هذه الاختبارات ذات أهمية كبيرة في تحديد سلوك المادة الرابطة (البيتومين) والخلطات الإسفلتية والتغيرات التي تطرأ عليها.

الصعوبات التي واجهت العمل وتأثيرها علي النتائج المعملية:

1. عدم القدرة علي التحكم في درجات الحرارة ضمن الحدود والمواصفات المطلوبة عند إجراء التجارب المعملية وهذا يؤدي إلي تشويش واضح في قيمة القراءات، خاصة وأن مادة البيتومين حساسة جداً لأي تغيرات حرارية.
2. الأجهزة المستخدمة في إجراء التجارب بحالة غير جيدة وتعطي قيم غير منطقية، مما يتطلب إعادة التجربة العديد من المرات للحصول علي نتائج مرضية.
3. العدادات والمقاييس المستخدمة في إجراء التجارب قديمة ولا تعمل بالدقة والكفاءة الكاملة مما يؤدي إلي تشويش واضح في قيمة القراءات.
4. عدم توفر الأجهزة الحديثة والمزودة بالأنظمة الإلكترونية، مما يؤدي إلي حدوث أخطاء عند التشغيل اليدوي للأجهزة.
5. التجارب التي تجري علي البيتومين والخلطات الإسفلتية تحتاج إلي دقة عالية عند تحضير العينات وعند إجراء الاختبارات عليها، ونظراً لقيام الباحث بإجراء هذه التجارب، فإن درجة الدقة المتحصل في النتائج منخفضة، لأن التجارب يجب أن تجري بواسطة فنيين ذوي خبرة عالية.
6. صعوبة تطبيق المواصفات بشكل كامل نتيجة لعدم توفر الإمكانيات التي تساعد علي ذلك، ومنها ضبط درجات الحرارة والمعايرة للأجهزة وصيانتها.

المـراجـع:

[1] المؤسسة العامة للتعليم الفني، 2000ف، تقنية الإنشاءات المدنية، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المملكة العربية السعودية.

[2] محمد توفيق سالم، 1984ف، هندسة الطرق، دار الراتب الجامعية للنشر، بيروت – لبنان.

[3] محمد عمران امبارك، محمد خليفة علي، 2003ف، هندسة الرصف، مكتب البحوث والاستشارات الهندسية، جامعة الفاتح– طرابلس– ليبيا.

[4] خليل أحمد أبو أحمد، 2001ف، المواد الإسفلتية وإنشاء الطرق وطرق ضبط الجودة، الرياض– المملكة العربية السعودية.

[5] سلسلة شذى لعلم البلاستيك، 1996ف، اللدائن– البلاستيك الحراري، دار دمشق للطباعة والنشر، دمشق– سوريا.

[6] عبدالفتاح محمود طاهر، 2000ف، أساسيات علم وتقنية البلمرات، دار المريخ للنشر، الرياض– المملكة العربية السعودية.

سلوك الانثناء للكمرات المركبة من الطوب والفيروسمنت

د. محمد سلمان اللامي
محاضر–جامعة السابع من ابريل
msallamy56@yahoo.com

الملخص :

الفيروسمنت مادة إنشائية متعددة الاستخدامات لها سلوك متميز في المقاومة والتشقق وعليه يمكن إن تكون ذات فائدة كبيره عندما تتقاسم الأحمال مع مواد أخرى اقل كلفة وذات خواص مقاومة وخدمة أدنى كالطوب مما قد يفتح آفاق جديدة من الاستخدامات لهذه المادة في أنشاء وصيانة المباني والمنشآت الأخرى وخصوصا خزانات المياه. إن سمك العنصر الإنشائي من الفيروسمنت والذي يتراوح بين 2 و5 سم يحدد من أبعاد وسعة المنشات المصنعة منه وبالتالي تبرز أهمية إن يتقاسم الفيروسمنت الأحمال مع مواد أخرى. في هذه الورقة تم دراسة سلوك الانثناء لأربعة كمرات مركبة من الفيروسمنت والطوب الواطئ المقاومة وثلاثة كمرات من الطوب مناظرة لها (كمرات طوب غير مغلفة بالفيروسمنت لغرض المقارنة) تم إنشاءها وفحصها حتى الانهياركما تم اقتراح تحليلا نظريا مستندا على نظرية الخرسانة المسلحة لإيجاد مقاومة الانثناء القصوى للكمرات وقد قورنت نتائج التحليل النظري مع نتائج الفحوصات العملية حيث وجد توافقا جيدا.

الكلمات الدالة: الفيروسمنت، الطوب، الكمرات المركبة، سلوك الانثناء، خرسانة مسلحة تسليح هيكلي، مشبكات سلكية سداسية.

المقدمـة :

الفيروسمنت مادة إنشائية قوية طويلة العمر ورخيصة الثمن تتكون من مونة الاسمنت والرمل ومسلحة بطبقات من المشبكات السلكية ، ويتراوح سمك العنصر الإنشائي منها من 2 إلى 5 سم ، لها خواص مقاومة وخدمة فريدة فهي ذات نسبة مقاومة شد إلى وزن عالية وسلوك تشقق أفضل بالمقارنة مع الخرسانة المسلحة. للفيروسمنت استخدامات متعددة أهمها في إنشاء الصوامع وخزانات المياه والسقوف وألواح الحوائط وأنابيب المياه والقوارب. إن توفر المواد الأولية المكونة له في أكثر البلدان وإمكانية تشكيله بأي شكل مطلوب وعدم حاجته في الإنشاء إلى معدات معقدة وعمالة مكلفة اقتصاديا يشجع في البحث عن تطبيقات جديدة له منها انه يمكن إن يكون ذا فائدة كبيرة عندما يتقاسم الأحمال مع مواد أخرى وخصوصا المواد ذات الكلف الرخيصة وذات خواص المقاومة وتشقق الأقل كفاءة كالطوب الذي لا يملك مقاومة في الانثناء مما قد يفتح آفاقا جديدة من الاستخدامات. إن تحسنا كبيرا في سلوك التشقق والتشكل وخواص المقاومة للمنشأ المركب منهما يمكن إن يحصل وان خواص الفيروسمنت الجيدة (النفاذية الواطئة ، عرض وتباعد الشقوق الأقل والصلابة الأكبر والتماسك الجيد مع المواد ذات الأسطح الخشنة) يمكن إن يكون لها تأثيرا اكبر مع الطوب (6,3,2)، هذا بالإضافة إلى أن مقارنات الكلف القليلة المتوفرة تعتبر أن أنشاء الخزانات من مقاطع الفيروسمنت–الخرسانة المسلحة غير اقتصادية

بالمقارنة مع مقاطع الفيروسمنت–الطوب(5,1). تهدف الورقة إلى دراسة أمكانية استخدام الفيروسمنت لتقوية كمرات الطوب واقتراح نموذجا نظريا لحساب مقاومة الانثناء القصوى يمكن استخدامه في تحليل وتصميم الكمرات المركبة حيث تتضمن برنامجا عمليا وتحليلا نظريا لسلوك الانثناء لأربعة كمرات مركبة من الفيروسمنت والطوب وكمرتان من الطوب المسلح وواحدة من الطوب الغير مسلح ككمرات مناظرة لغرض المقارنة.

التحليل النظري:

تم احتساب مقاومة الانثناء القصوى النظرية باستخدام نظرية الخرسانة المسلحة واحتساب مساهمة الفيروسمنت في مقاومة انثناء الكمرات المركبة باستخدام النموذج النظري المقترح من قبل العالمان منصور وباراماسيفام (2) لحساب مقاومة الانثناء للفيروسمنت. في هذا التحليل تم افتراض ما يلي:

1- يكون توزيع الانفعال على عمق المقطع خطيا فى كل مراحل التحميل.

2- استخدام مقطع مستطيل مكافئ لإجهاد انضغاط الانهيار بقيمة 0.85 fm و0.85 fb للمونة والطوب على التوالي.

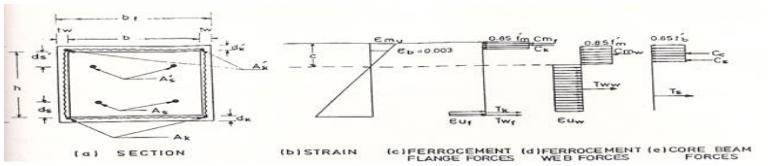
3- يستخدم مبدأ التجميع لمقاطع الانضغاط المكافئة للفيروسمنت والطوب في حساب قوة الانضغاط الكلية.

4- إهمال مقاومة الشد لكل من الفيروسمنت والطوب.

5- وجود تماسك تام بين حديد التسليح والمادة وكذلك بين الفيروسمنت والطوب.

6- اعتماد منحني أجهاد–انفعال ثنائي الخط (bilinear) لحديد التسليح.

تم اعتماد طريقة المقطع المكافئ لحساب مقاومة الانثناء القصوى للمقطع المركب الموضح في الشكل (1)



الشكل(1) توزيع الإجهاد والانفعال في المقطع المركب

يحسب عمق محور الحياد للمقطع على أساس توازن القوى وتوافق الانفعالات وكما يلي:

$$\epsilon_{sk} = \frac{c - d_k}{c - t_f} \times 0.003 \quad (1)$$

$$\epsilon_s = \frac{c - d_s - t_f}{c - t_f} \times 0.003 \quad (2)$$

حيث:

ϵ_{sk}: انفعال حديد التسليح الهيكلي في منطقة الانضغاط

ϵ_s: انفعال حديد الانضغاط في كمرات الطوب

c: عمق محور الحياد مقاس من الليفة الخارجية لمنطقة الانضغاط

d_k: عمق حديد التسليح الهيكلي في منطقة الانضغاط مقاس من الليفة الخارجية لمنطقة الانضغاط

s: عمق حديد تسليح الانضغاط للطوب مقاس من الليفة الخارجية لمنطقة الانضغاط

قوة الانضغاط الكلية المسلطة على المقطع هي:

$$C = C_b + C_s + C_{mw} + C_{mf} + C_k$$

حيث:

C : قوة الانضغاط الكلية ، C_b : قوة الانضغاط للطوب ، C_s : قوة الانضغاط لحديد التسليح

C_{mw} : قوة الانضغاط لمونة الساق ، C_{mf}: قوة الانضغاط لمونة الشفة ، C_k : قوة الانضغاط لحديد التسليح الهيكلي

تحسب قوة الانضغاط الكلية عندما يصل حديد تسليح الانضغاط إلى أجهاد الخضوع كما يلي:

$$C = \acute{A}_s f_{y_s} + \acute{A}_k f_{y_k} + 0.85 f_{\acute{m}} t_r b_r + 0.85 (c - t_f)(\beta_1 b f_{\acute{b}} + 2 f_{\acute{m}} t_w) \quad (3)$$

وعندما لا يصل أجهاد حديد تسليح الانضغاط إلى الخضوع كما يلي:

$$C = 0.003E_s\acute{A}_s\frac{c_d_s_t_f}{c_t_f} + 0.003E_s\acute{A}_k\frac{c_d_k}{c_t_f} + 0.85f_{\acute{m}}b_f t_f + 0.85(c_t_f)(\beta_1 bf_{\acute{b}} + 2f_{\acute{m}}t_w) \quad (4)$$

حيث:

$\acute{A}_s$: مساحة حديد الانضغاط لكمرات ، $\acute{A}_k$: مساحة حديد التسليح الهيكلي لمنطقة الانضغاط

f_{y_s} : أجهاد الخضوع لحديد تسليح كمرات الطوب، $f_{m'}$: مقاومة انضغاط المونة

$f_{\acute{b}}$: مقاومة انضغاط الطوب ، E_s : معامل المرونة لحديد التسليح.

β_1 : معامل حسب مدونة معهد الخرسانة الأمريكي

$t_f, t_w, b \text{ and } b_f$: الابعاد حسب الشكل(1)

أما قوة الشد الكلية فتحسب كما يلي:

$$T = T_s + T_k + T_{wf} + T_{ww} \quad (5)$$

حيث:

T : قوة الشد الكلية ، T_s: قوة الشد الكلية لحديد تسليح الطوب

T_k : قوة الشد لحديد التسليح الهيكلي T_{wf} : قوة الشد للمشبكات السلكية في الشفة

T_{ww}: قوة الشد للمشبكات السلكية في الساق

تحسب قوة الشد الكلية عندما يصل حديد تسبيح الشد إلى أجهاد الخضوع كما يلي:

$$T = A_s f_{y_s} + A_k f_{y_k} + \sigma_{u_f} b_f t_f + 2\sigma_{u_w} t_w (h_f - t_f - c) \quad (6)$$

بإدخال الجزء ألحجمي للمشبكات السلكية يمكن أيجاد ما يلي:

$$A_{w_f} = \eta_e V_{ff} b_f t_f$$

$$A_{ww} = 2\eta_e V_{f_w} (h_c - 2t_f)$$

$$\sigma_{uw} = \eta_e V_{f_w} f_{y_w}$$

$$\sigma_{uw} = \eta_e V_{ff} f_{y_w} \qquad (7)$$

والمعادلة (6) يمكن كتابتها كالتالي:

$$T = A_s f_{y_s} + A_k f_{y_k} + \eta_e f_{y_w} [2V_{f_w} t_w (h_f - t_f - c) + V_{ff}\, b_f t_f] \qquad (8)$$

حيث:

A_{w_f}: مساحة حديد المشبكات السلكية الفعال في الشفة باتجاه الحمل

A_{ww}: مساحة حديد المشبكات السلكية الفعال في الساق باتجاه الحمل

V_{ff}: الجزء ألحجمي للمشبكات السلكية في الشفة

V_{f_w}: الجزء ألحجمي للمشبكات السلكية في الساق

η_e: السلكية باتجاه الحمل كفاءة المشبكات

A_s: مساحة حديد تسليح الشد لكمرات الطوب

A_k: مساحة حديد التسليح الهيكلي في الشد : f_{y_w} أجهاد الخضوع للمشبكات السلكية

h_f: العمق الكلي للمقطع المركب

ومن توازن القوى على المقطع يتم إيجاد التالي ل: $f_s = f_y$

$$A_s f_{ys} + A_k f_{yk} + \eta_s f_{yw}\left(2V_{fw}\, t_w\left(h_f - t_f - c\right) + V_{ff}\, b_f t_f\right) = \acute{A}_s f_{ys} + \acute{A}_k f_{yk} + 0.85\acute{f}_m f_r\, b_f + 0.85(c - f_f)(\beta_1 b f_b + 2f_m f_w)$$

(9)

وعندما $\acute{f}_s < f_{ys}$:

$$A_s f_{ys} + A_k f_{yk} + \eta_s f_{yw}\left(2V_{fw}\, t_w\left(h_f - t_f - c\right) + V_{ff}\, b_f t_f\right) = 0.003E_s\left[\acute{A}_s\left(c - \acute{d}_s - \frac{t_f}{c} - t_f\right)\left(c - \frac{d_k}{c} - t_f\right)\right] + 0.85\acute{f}_m b_f t_f + 0.85\left(\beta_1 b\acute{f}_b + 2\acute{f}_m t_w\right)(c - t_f)$$

(10)

عمق قوة الانضغاط من الليفة الخارجية لمنطقة الانضغاط يمكن إيجادها من المعادلة التالية:

$$a_c = [C_s(\acute{d}_s + t_f) + C_k\acute{d}_k + 1/2C_{mf}t_f + 1/2C_{mw}(c + t_f) + C_b(1/2\beta_{1c} + (-t_f)(1 - \frac{1}{2\beta_1}))/C \quad (11)$$

وعمق محصلة قوى الشد من الليفة العليا يمكن إيجادها كما يلي:

$$d_T = [1/2T_{ww}(h_f - t_f + c) + 1/2T_{wf}(2h_f - t_f) + T_k(h_f - d_k) + T_s(h_f - d_s - t_f))] / T \quad (12)$$

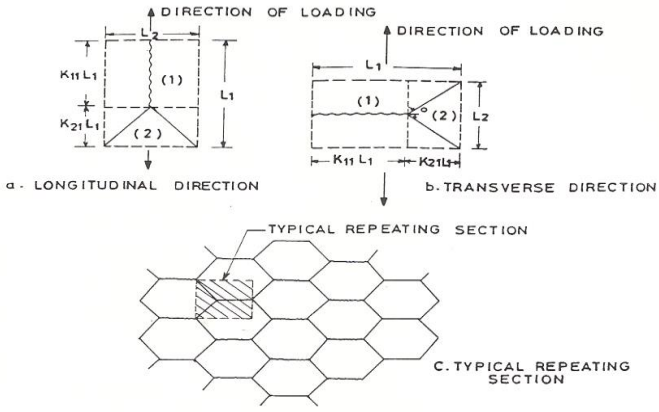
وأخيرا يمكن حساب مقاومة الانثناء القصوى كما يلي:

$$M_u = T(d_T - a_c) \quad (13)$$

حساب معامل كفاءة المشبكات السلكية:

المشبكات السلكية السداسية موضوعة بالاتجاه الطولي:

يمكن تقسيم المشبكات بالاتجاه الطويل إلى عناصر متكررة كما مبين بالشكل (2) وعلى افتراض عدم حصول تفاوت بين المشبكات والمونة فان احتمالية إن يقطع شق خلال العنصر المشبك السلكي في الجزء (1) يمكن فرضها لتكون $K_{11}/(K_{11}+K_{21})$ وللجزء(2) $K_{21}/(K_{11}+K_{21})$ حيث K_{11} , K_{21} نسب أطوال الأسلاك في الأجزاء (1) و (2) في الاتجاه التحميل إلى الطول الكلي للعنصر على التوالي.



الشكل(2) المقاطع المتكررة للمشبكات السلكية السداسية واتجاهات وضعها

عند تسليح الفيروسمنت بعدة طبقات من المشبكات السلكية السداسية فان قوة الخضوع طبقة ولكل عنصر متكرر يمكن كتابتها كما يلي:

$$P_{c0} = (P_{c1}K_{11} + P_{c2}K_{21})/(K_{11} + K_{21}) \quad (14)$$

ولكن $1 = K_{11}+K_{21}$

عليه فان المعادلة (14) يمكن كتابتها كما يلي:

$$P_{c0} = (P_{c1}K_{11} + P_{c2}K_{21}) \quad (15)$$

حيث:

P_{c0} : الحمل المقاوم الكلي لكل طبقة ولكل عنصر متكرر

P_{c1}, P_{c2}: الحمل المقاوم لكل طبقة ولكل عنصر متكرر للأجزاء (1) و (2) على التوالي

K_{11}, K_{21}: نسب الطوال في اتجاه الحمل للأجزاء (1) و (2) طول العنصر

في المقاطع الغير متشققة تقاوم الاجهادات عن المادة والتسليح وعلى افتراض قوة تماسك تامة بين التسليح السلكي والمادة فان:

$$P_{c0} = P_m + P_w = E_m A_m \epsilon_m + 2E_w A_w \epsilon_w \quad (16)$$

فللجزء (1):

$$P_{c0} = E_m A_{m1} \epsilon_{m1} + 2E_w A_w \epsilon_{w1} \quad (17)$$

وللجزء (2):

$$P_{c0} = E_m A_{m2} \epsilon_{m2} + 2E_w A_w \epsilon_{w2} \cos\theta \quad (18)$$

حيث:

P_m: جزء الحمل المقاوم بواسطة المونة

P_w: جزء الحمل المقاوم بواسطة المشبك السلكي

E_m ، E_w: معامل المرونة للمونة والأسلاك على التوالي

ϵ_{m1} ، ϵ_{m2}: انفعال المونة باتجاه الحمل للجزء (1) و (2) على التوالي

A_{m1} ، A_{m2}: مساحة المونة الصافية في المقطع المعرض للحمل للجزء (1) و والجزء (2) على التوالي

ϵ_{w1} ، ϵ_{w2}: انفعال الأسلاك في الجزأين (1) و (2) على التوالي

A_w: مساحة مقطع السلك

بما إن:

and $\epsilon_{w1} = \epsilon_{m1} = \epsilon_{m2} = \epsilon_{w1}$ $P_{c0} = E_{c0} A_{c0} \epsilon_{c0}$ ، $\epsilon_{w2} = \epsilon_{m2} \cos^2\theta$

فان:

$$E_{c0} = K_{11}\left[E_m\left(\frac{A_{c0}-2A_w}{A_{c0}}\right)+\left(\frac{2E_wA_w}{A_{c0}}\right)\right]+K_{21}\left[E_m\left(1-\frac{2A_w}{A_{c0}cos\theta}\right)+\left(\frac{2E_wA_w}{A_{c0}}cos^3\theta\right)\right] \quad (19)$$

حيث معامل المرونة والانفعال والمساحة الكلية لمقطع الفيروسمنت على التوالي E_{c0}. A_{c0} and ϵ_{c0} ,

(N): عدد طبقات المشبك السلكي.

بإدخال:

$$\text{and } \boldsymbol{n_w = \frac{E_w}{E_m}\rho = \frac{2NA_w}{A_{c0}}}$$

يمكن كتابة العادلة (19) كما يلي:

$$E_{c0} = E_m\left[1+\rho\left(\frac{K_{11}cos\theta+K_{21}}{cos\theta}\right)\left(n_w\frac{(K_{11}+K_{21}cos^3\theta)cos\theta}{K_{11}cos\theta+K_{21}}-1\right)\right] \quad (20)$$

ومن قانون التجميع يمكن إيجاد E_{c0} كما يلي:

$$E_{c0} = E_mV_{mo}+E_wV_{fo}\eta_L \quad (21)$$

كما يمكن كتابة هذه المعادلة كما يلي:

$$E_{c0} = E_{mo}\left(1+V_{fo}\left(n_w\eta_L-1\right)\right) \quad (22)$$

حيث:

V_{mo}: جزء الحجم لمادة المونة. ، V_{fo}: جزء الحجم للمشبك السلكي. ،

n_w: نسبة المعاملات E_w/E_m ، η_L: معامل كفاءة الشبك السلكي باتجاه الحمل.

وبفحص المعادلتين (21) و (22) يظهر إن هاتين المعدلتان متشابهتان عندما تكون لهما القوانين التالية:

$$V_{fo} = \frac{2NA_w}{L_2 t}\left(\frac{K_{11}\cos\theta + K_{21}}{\cos\theta}\right) \quad (23)$$

$$\eta_L = \left(\frac{K_{11} + K_{21}\cos^3\theta}{(K_{11}\cos\theta + K_{21})}\right)\cos\theta \quad (24)$$

حيث:

t: سمك المقطع

L_2: بعد معرف في الشكل (2)

المشبكات السلكية السداسية موضوع بالاتجاه العرضي:

عندما يكون الحمل المسلط باتجاه عمودي على الاتجاه الطولي للمشبك السلكي واستخدام نفس الخطوات السابقة فان المعادلة (15) يمكن كتابتها كما يلي:

$$\epsilon_{co}E_{co}A_{co} = E_m\epsilon_m A_m + E_w\epsilon_w A_w \sin\theta \quad (25)$$

ليكن:

$$\epsilon_w = \epsilon_m \sin^2\theta$$

وبوجود تماسك تام بين الشبك السلكي والمونة فان المعادلة $\epsilon_{co} = \epsilon_m$ يجب أن تتحقق والمعادلة (25) يمكن كتابتها كما يلي:

$$E_{co} = E_m\left(1 + \frac{\rho^{ef}}{sin\theta}(n_w sin^4\theta - 1)\right) \quad (26)$$

حيث إن ρ^{ef} هي نسبة الحديد المؤثرة وتساوي($A_w/L_1 t$)) ول (N) طبقة فهي تساوي .($NA_w/L_1 t,$). لذلك فان جزء الحجم المؤثر للتسليح بالاتجاه العرضي(V_{ft}) يمكن كتابته كما يلي:

$$V_{ff} = \frac{NA_w}{L_1 t sin\theta} \quad (27)$$

كما إن معامل الكفاءة المؤثر للمشبك السلكي بالاتجاه العرضي (η_{eT}) يمكن كتابته كما يلي:

$$\eta_{eT} = sin^4\theta \quad (28)$$

أخيرا فان معامل الكفاءة للمشبك السلكي بالاتجاه العرضي(η_T) يمكن إيجاده كما يلي:

Let:

$$\eta_T = \frac{V_{ft}}{V_{fo}}\eta_{eT} \quad (29)$$

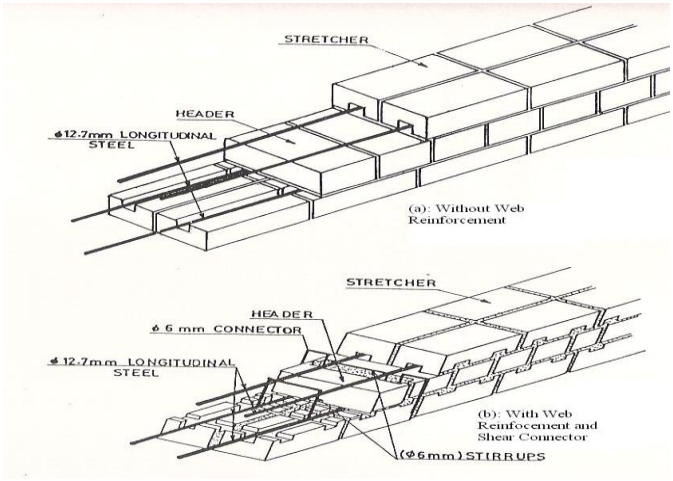
وبتعويض قيمة (V_{fo}) من المعادلة (23) وقيمة(V_{ff}) من المعادلة (27) و(η_{eT}) من المعادلة(28) يمكن أيجاد (η_T) من المعادلة التالية:

$$\eta_T = \frac{L_2}{2L_1}\left(\frac{sin^3\theta cos\theta}{K_{11}cos\theta + K_{21}}\right) \quad (30)$$

البرنامج العملي:

أربعة كمرات من الطوب المسلح تم تغليفها بالفيروسمنت وفحصها للانثناء ككمرات بسيطة بفضاء يبلغ 1560 ملم بأحمال مركزة في ثلثي الفضاء ومقارنة النتائج مع كمرات مناظرة لها غير مغلفة لغرض توفير معلومات مفيدة حول دور الفيروسمنت في تقوية أعمال الطوب حيث تم دراسة تأثير عدد طبقات المشبك السلكي السداسي الفتحات ونوعية تسليح كمرات الطوب كمتغيرات ويوضح الجدول (1) تفاصيل الكمرات. تم إنشاء كمرات الطوب بعرض 230 ملم وارتفاع 240

ملم باستخدام النظام الانكليزي الواسع الانتشار في الإنشاء حيث تم وضع حديد التسليح في أخاديد جرى عملها مسبقا في الطوب ويوضح الشكل (3) كمرات الطوب المسلحة.

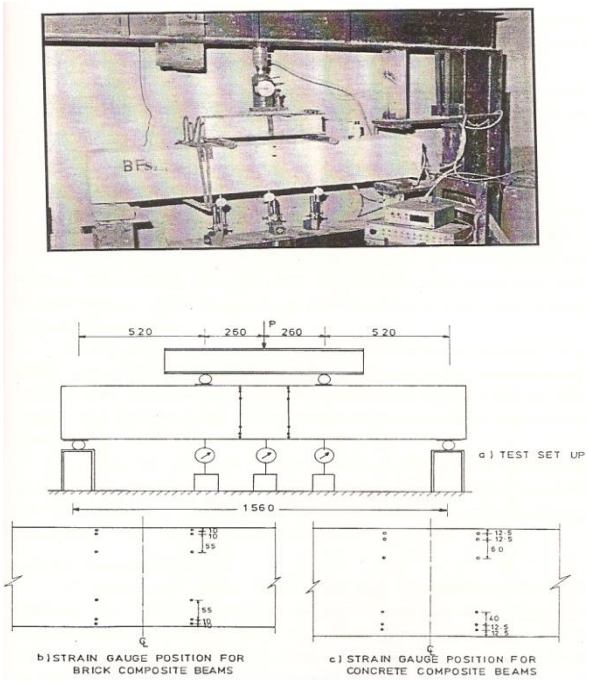


الشكل (3) نظام أنشاء الكمرات الطوب المسلحة

تم استخدام خلطة واحدة للمونة بنسبة ماء إلى اسمنت (0.4 (W/C)) ونسبة ركام إلى اسمنت (1.5 (A/C)) ، أما الرمل فهو المار من المنخل رقم (16). جميع الكمرات عولجت بالماء لمدة 28 يوما ثم فحصت لغاية الانهيار. تم قياس الانحراف (deflection) والانفعال (strain) في منتصف الفضاء وقياس عرض الشقوق في مواقع حديد التسليح الهيكلي في منطقة الشد والحديد الطولي في كمرات الطوب باستخدام منظار مايكروي يدوي بدقة 0.02 ملم والشكل (4) يوضح وضعية الفحص وأماكن أجهزة القياس. جميع الكمرات جرى فحصها باستخدام إطار حديدي وبواسطة رافعات هيدروليكية وخلية تحميل وبزيادة أحمال مقدارها 5 كيلو نيوتن ولغاية حصول الانهيار كما تم فحص نماذج اسطوانية لإيجاد مقاومة الانضغاط للمونة f_m وكانت 40 نيوتن / ملم^2 وإنشاء عمود من الطوب بمقطع 240 ملم*240 ملم وارتفاع 480 ملم وفحصه لمقاومة الانضغاط المحوري f_b وكانت 9.18 نيوتن/ملم^2.

جدول (1) تفاصيل الكمرات

Beam	Exposure condition	Core beam					Ferroce. element				
		width(b) mm	depth(h) mm	tension steel	compression steel	stirrups	(tf) mm	(tw) mm	No. of layers	Long. skeletal steel	Trans. skeletal steel
BS11	Air	230	240								
BFS1	Air						20	20	4	4ϕ6	ϕ6 at 150 c/c
BS2	Air	230	240	2ϕ12.7	2ϕ12.7						
BFS2-14	Air						20	20	4	4ϕ6	ϕ6 at 150 c/c
BS3	Air	230	240	2ϕ12.7	2ϕ12.7	ϕ6 at 200 c/c					
BFS3-12	Air						20	20	2	4ϕ6	ϕ6 at 150 c/c
BFS3-14	Air										



الشكل (4) وضعية القياس ومواقع أجهزة القياس

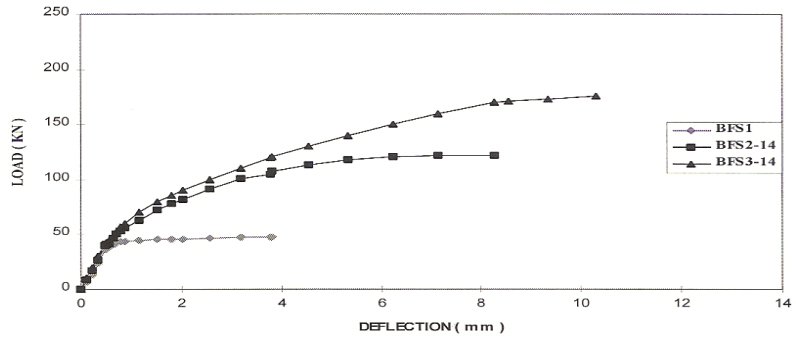
النتائج والمناقشة:

يوضح الجدول (2) نتائج الفحص العملي والتحليل النظري والتي أظهرت إن المعدل الحسابي لنسبة مقاومة الانثناء المعملية إلى تلك النظرية كانت 1.1125 بانحراف معياري قيمته 0.038 مما يمكن إن يؤدي إلى استنتاج مفاده إن الطريقة المقترحة يمكن استخدامها عمليا لحساب مقاومة الانثناء القصوى لكمرات مركبة من الفيروسمنت والطوب. لقد أظهرت النتائج كفاءة عالية للفيروسمنت في تقوية عناصر الانثناء وخصوصا تلك ذات المقاومة الواطئة فقد كانت نسبة مقاومة الانثناء القصوى للكمرات المركبة(BFS3-12) و (BFS3-14) إلى تلك المناظرة لها من الطوب(BS3) تبلغ 2.13 و 2.25 على التوالي. كما أظهرت النتائج إن إضافة حديد التسليح الطولي والعرضي (الكانات) إلى كمرات الطوب الغير

مسلحة في الكمرة المركبة (BFS1) يؤدي إلى زيادة كبيرة في مقاومة الانثناء القصوى فقد بلغت نسبة مقاومة الانثناء للكمرة الركبة (BFS3-14)إلى تلك للكمرة(BFS1) كانت (3.92). لقد وجد أيضا إن زيادة عدد طبقات المشبكات السلكية من طبقتين إلى أربعة طبقات أدى إلى زيادة قليلة في مقاومة الانثناء بلغت 6% مما يعني إن استخدام طبقتين من المشبك السلكي يمكن إن تكون كافية لغرض التقوية. الشكل (5) يظهر إن منحني الانحناء – الحمل للكمرات المركبة يتكون من ثلاث مناطق الأولى تمثل المقطع الغير متشقق(uncracked section) الخطي والثانية تمثل المقطع المتشقق الخطي(linear cracked section) أما الثالثة فتمثل المقطع المتشقق الغير خطي(nonlinear cracked section) . لقد لوحظ إن صلابة الانثناء في مرحلة التشقق للكمرة (BFS3-14) اكبر بالمقارنة مع تلك للكمرة(BFS2-14) وهذا يمكن إن يعزى وجود التسليح العرضي الذي يعيق تطور الشقوق ، كما لوحظ إن زيادة عدد طبقات المشبك السلكي من 2 إلى 4 أدى إلى زيادة قليلة في ميل منحني الحمل – الانحراف. الشكل (6) يوضح مخططات التشقق للكمرات المفحوصة بينما يوضح الشكل (7) منحنيات معدل عرض الشق وعرض الشق الأقصى مقابل الحمل المسلط والتي تظهر ما يلي:

جدول (2) نتائج الفحوصات العملية والنظرية

Beams	Experimental results		Theoretical results	M_{um} / M_{uc}
	Ultimate moment M_{um} kN-m	Cracking moment M_{cm} kN.m	Ultimate moment M_{um} kN-m	
BS1-1	1.51	1.51	-	-
BFS1	12.48	9.88	11.48	1.09
BS3	19.86	2.25	18.48	1.07
BFS3-12	42.33	10.92	37.61	1.13
BFS3-14	44.88	11.44	38.70	1.16
MEAN S.D				1.1125 0.038



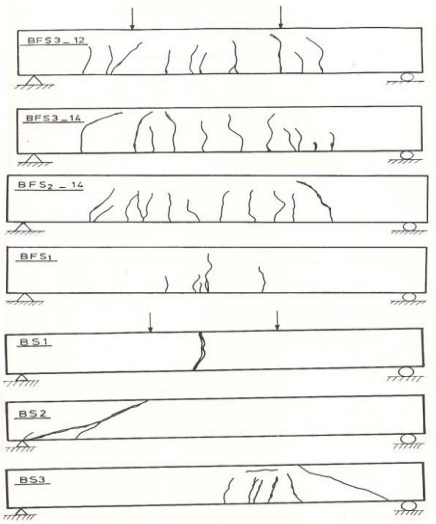
الشكل (5) منحنيات الحمل– الانحراف للكمرات المركبة

1–في الكمرات المركبة ازداد عدد الشقوق وقلت المسافات بينها بالمقارنة مع الكمرات المناظرة لها من الكمرات الغير مركبة فيما عدا الكمرة(BFS1) التي أظهرت سلوكا مخالفا للتشقق حيث ظهرت التشققات في مرحلة التشقق الابتدائية توسع مفاجئ لأحد الشقوق وحدوث الانهيار.

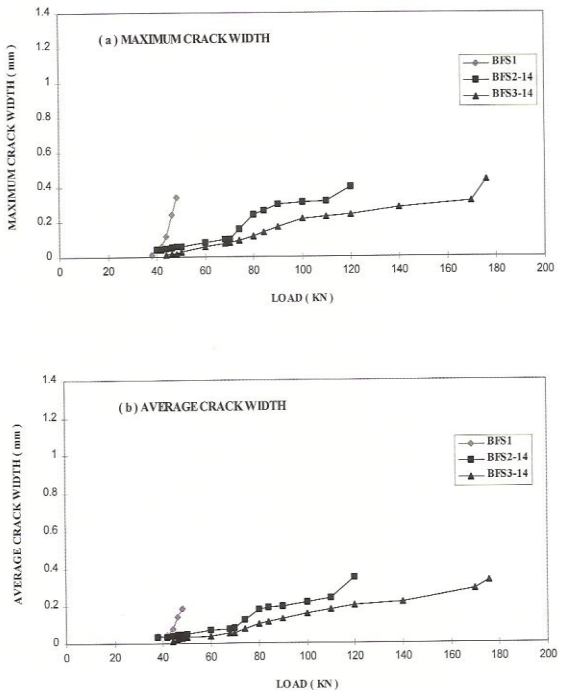
2–إن زيادة عدد طبقات التسليح من 2 إلى 4 أنتج نقصان طفيف في عرض الشق الأقصى ومعدل المسافات بين الشقوق.

3– التغليف بالفيروسمنت أدى إلى تحسن كبير في عرض الشق الأقصى والمعدل في الكمرات المركبة بالمقارنة مع الكمرات الناظرة لها من الكمرات الغير مركبة،.

4– إضافة التسليح الطولي والعرضي ربما يؤدي إلى تحسن كبير في سلوك التشقق في الكمرات المركبة.



الشكل (6) مخططات التشقق للكمرات المركبة والكمرات



الشكل (7) منحنيات عرض الشق – الحمل للكمرات المركبة

التوصيات :

تم تنفيذ برنامج عملي واقتراح نموذجا نظريا لمعرفة مدى أمكانية الاستفادة من الخواص الفريدة للفيروسمنت في المقاومة والتشقق في تحسين السلوك الإنشائي لعناصر إنشائية من مواد اقل كلفة وداءا إنشائيا كأعمال الطوب حيث تم اختيار كمرات مسلحة وغير مسلحة من الطوب لعدم كفاءة الطوب في الانثناء والقص وقد تم التوصل إلى إن تقوية الكمرات المسلحة وغير المسلحة من الطوب بتغليفها بالفيروسمنت يؤدي إلى تحسن كبيرقي مقاومتها وجساءتها وسلوك التشقق فيها وان ذلك ممكن الحصول عليه باستخدام فيروسمنت بسمك 2سم ومسلح بطبقتين من المشبك السلكي السداسي الفتحات المستخدم في صناعة أقفاص الدجاج حيث لوحظ تحسنا طفيفا في السلوك الإنشائي عند زيادة عدد الطبقات من 2 إلى 4 ، كما إن تسليح الطوب طوليا وعرضيا يمكن إن يؤدي إلى تحسن كبير في السلوك التشقق للمرات المركبة منه مع الفيروسمنت.لقد أظهرت المقارنة بين نتائج التحليل النظري توافقا جيدا مما يمكن إن يوصى باستخدام نموذج التحليل النظري المقترح عمليا في حساب مقاومة الانثناء القصوى لكمرات مركبة من الفيروسمنت والطوب كما يوصى بإجراء فحوصات أخرى بمتغيرات أخرى لتدعيم ذلك.

المراجـع :

[1] Guerra,A.J.,Naaman,A,E., and Shah,S.P.,"Ferrocement Cylindrical tanks:Cracking and Leakage behavior", ACI Journal, Vol.75, No.1, January 1978, PP.22-30.

[2] Lub, K.B., and Van Wanroij, M.C.G.,"Strengthening of reinforced concrete beams with Shotcrete-

Ferrocement",Vol.19, No.4, October 1989, PP.363-374.

[3] Mansur, M.A., and Paramasivam,P.," Cracking Behavior and Ultimate strength of ferrocement in

flexure", Journal of Ferrocement, Vol.16, No. 4,October 1986, PP.405-414.

[4]Paul Joseph, G.," Design of Small Capacity Ferrocement water tanks", the Indian Concrete Journal,

Vol.63, No.12, December 1989, PP. 579-584.

[5]Rosenthal and Bljuger, F., " Bending Behavior of Ferrocement-Reinforced concrete composites",

Journal of Ferrocement, Vol.15,No.1, January 1985,PP.15-23.

تأثير الحرارة والرطوبة على بعض أنواع الخرسانة

د فرحات غريبي فرحات
محاضر بالمعهد العالي للهندسة– هون
Farhat84@hotmail.com

م أبوبكر غريبي فرحات
طالب دراسات عليا–الجامعة الوطنية الماليزية
Farhat84@hotmail.com

الملخص :

يعتبر الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو مراقبة تغيرات الرطوبة داخل أنواع مختلفة من الخرسانة (Screeds) تحت تأثير بعض الظروف المناخية المحيطة بالخرسانة وكذلك عند تغيير وإضافة بعض العناصر الداخلية مثل نسبة المياه إلى الأسمنت وكذلك إضافة مواد كيميائية من شأنها حدوث تغيرات على بعض الخواص الفيزيائية من ضمنها مواد مخفضة للمياه (Water reducing admixtures [R1]) – مواد بوليميرية (Styrene butadiene polymer latex SBR [R3]) – أسمنت سريع التصلد (Rapid hardening cement [R2]) وتم تسجيل التغيرات في الرطوبة باستعمال طريقة الأوزان. وقد تم رصد جميع النتائج وتم أثبات أن الرطوبة الداخلية للخرسانة تتغير بتغير العناصر المؤثرة مما يؤدي بالتالي الى التغير في الخواص الفيزيائية

المقدمة :

يقسم المناخ العالمي حسب درجات الحرارة والرطوبة وكميات الأمطار ففي المناخ الاستوائي يصل معدل سقوط الأمطار إلى أكثر من 1500mm في السنة وفي المناخ الحار الرطب يصل المعدل مابين 600-1500 mm وفي المناخ الحار شبه الجاف مابين 300-600 mm أما في المناخ الصحراوي الجاف فيكون المعدل مابين 0-300 mm في السنة وتقع ضمن المناخ الصحراوي الجاف وشبه الجاف [1] ويوصف المناخ الصحراوي في ليبيا بدرجة حرارته العالية والتي تصل إلى 50 درجة مئوية في فصل الصيف ورطوبة منخفضة تصل أدناها إلى 10 % وفي بعض الأحيان تصل حرارة السطح إلى 65 درجة مئوية عندما تكون درجة الحرارة الخارجية حوالي 30 درجة مئوية وفي بعض الأحيان تصل حرارة السطح إلي 90 درجة مئوية . درجات الحرارة العالية وقلة سقوط الأمطار ليستا السبب الرئيسي في حدوث عمليات الضرر بالخرسانة وإنما الضرر يمكن أن يأتي مباشرة من كميات البخر العالية والرطوبة والرياح. فزيادة درجة الحرارة وقلة الرطوبة

تقود حتميا إلى مستويات عاليه من البخر وهذا بالتالي تؤدي إلي حدوث مشاكل كبيرة في الخرسانة ومن ضمنها مشاكل الانكماش والتي تنتج عنها تشققات وحيث أن 3/1مساحة اليابسة هي مناطق يكتسيها المناخ الحار الجاف الأ انه وحسب تقرير منظمة اليونسكو 1979 [2] فقد حددت المناطق الأكثر جفافا وهي شمال إفريقيا والجزيرة العربية وجزء من شرق آسيا.

وللتحقيق في تأثير الظروف المناخية على الخرسانة الطازجة والمتصلده فقد رأينا في هذه الورقة أن نلتفت الى معرفة حركة المياه من داخل إلى خارج الخرسانة وذلك بتصنيع أنواع من الخرسانة ووضعها داخل ظروف مناخية مختلفة من الحرارة والرطوبة وكذلك تم إضافة بعض الإضافات التي ربما تؤثر سواء سلبيا أم ايجابيا على سلوكية المياه المتبخرة Evaporable water وقد تم تعريف هذه المياه بأنه المياه التي لاتدخل في التفاعل الكيميائي (P ores 1947) [3] . وقد قدرها Neville ,(1981) [4] أنها تساوي (gel plus capillary water) وعرفها Hilsdorf (1967) [5] بأنها المياه التي تفقد عند تعريض العينة إلى درجة حرارة 105 درجة مئوية

البرنامج العملي :

المواد المستعملة :

الأسمنت: وهو عبارة عن اسمنت بورتلاندي عادي حسب BS: 12

الرمل: رمل أودية طبيعي BS: 882

الماء: تم استعمال ماء الصنبور وهو ماء صالح للشرب

الإضافات: كل الإضافات تخضع للمواصفات البريطانية BS: 5075 وهي كالتالي:

المادة المضافة R1 هي عبارة عن مادة تجارية تحتوي على بلاستيسايزر plasticizers وتستعمل للحصول على صلابة عالية معدل زحف قليل، جفاف سريع وتضاف المادة إلى المخلوط على هيئة سائل.

المادة المضافة R2 هي عبارة عن مادة معتمدة على الألومينات والبلاستيسايزر plasticizers and Aluminates تخلط هذه المادة مع الرمل والأسمنت وذلك للحصول على مخلوط سريع التصلد والاستعمال وعادة ماتكون هذه المادة على هيئة بودرة ناعمة. المادة المضافة R3 SBR Styrene butadiene polymer latex وتستعمل هذه المادة كمادة

رابطه للمواد الأسمنتية وقد استعملت بكثرة خلال العشرون عاما الماضية ولها استعمالات عديدة مثل عمل أرضيات كثيرة الاستعمال

جدول (1) نسب الخلط

	الأسمنت gr	الرمل gr	المادة المضافة gr	الماء/الأسمنت
مخلوط R1	220	279	11	0.40
مخلوط R2	216	758	26	0.40
مخلوط R3	744	744	43	0.40

الأجهزة المستعملة :

استعمل في هذا البحث عدة من الأجهزة والمعدات ومن ضمنها:

1- جهاز الخلط الآلي Mixing Apparatus (Hobart)

2- منضدة الاهتزاز Table Vibrating

3- الموازيين الحساسة Weighing apparatus (Sartorius)

4- خزانة الرطوبة Patra humidity cabinet

5- خزانة التجفيف Townson Mercer Dessicator cabinet

6- الفرن الهوائي Ventilated oven cabinet (Jawers)

وقد تم تقسيم العينات حسب الجدول رقم 2 وذلك بناء على نوع الماد المضافة وهي كالتالي:

تحتوي الخرسانة غير المعالجة على نسبة الرمل إلى الأسمنت (3.5 : 1) وتتدرج نسبة الماء إلى الأسمنت من (0.4 – 0.5). وتخضع العينات من 1.1 إلى 12.1 إلى اختبار النقص في الوزن (weight loss) لمدة 28 يوما.

جدول (2) تقسيم العينات حسب نسبة الماء الى الأسمنت وكذلك الإضافات

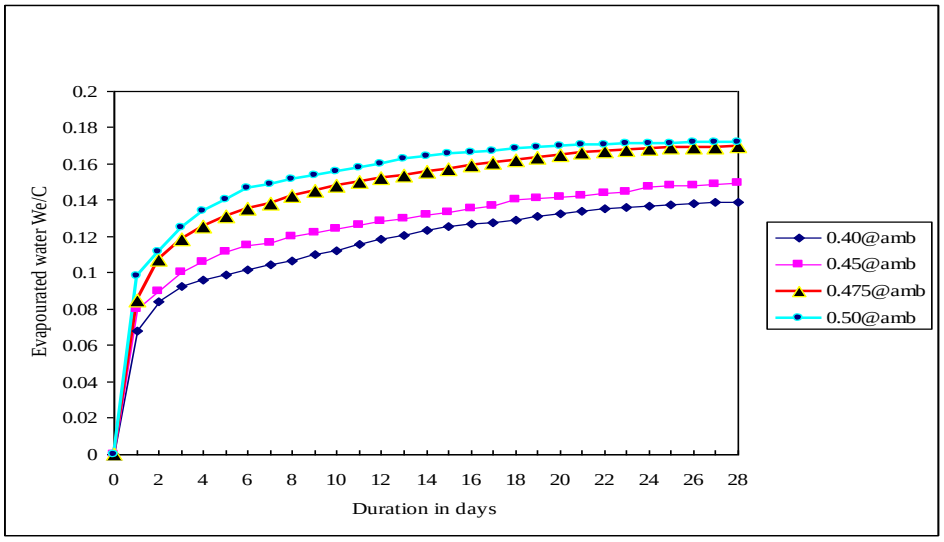
رقم العينة	نسبة الماء إلى الأسمنت w/c	الإضافات	الحرارة/الرطوبة
1.1	0.40	–	عادية/عادية
2.1	0.45	–	عادية/عادية
3.1	0.475	–	عادية/عادية
4.1	0.50	–	عادية/عادية
5.1	0.45	–	40/عادية
6.1	0.45	–	60/عادية
7.1	0.45	–	80/عادية
8.1	0.45	–	30/25
9.1	0.45	–	90/25
10.1	0.40	R1	عادية/عادية
11.1	0.40	R2	عادية/عادية
12.1	0.40	R3	عادية/عادية

النتائـج :

تأثير نسبة الماء الى الأسمنت w/c :

الشكل رقم 1 يبين نتائج اختبارات النقص اليومي في الوزن لعينات قياسية تختلف فقط في نسبة الماء إلى الأسمنت w/c (0.40، 0.45، 0.475، 0.5) وان الاختلاف اليومي في الوزن يدل على كمية المياه المتبخرة وبالتالي يوضح كمية المياه المتراكمة المعرضة للتبخر (w_e) عند أي زمن كنسبة معينة من الأسمنت (We/c) وهذه الكمية موضحة في الشكل المشار إليه. وكما نلاحظ في الشكل أن هناك اختلاف واضح في كمية المياه المعرضة للتبخر باختلاف نسبة الماء إلى الأسمنت بالعينة حيث أن أقل نسبة الماء إلى الأسمنت تحتوى على اقل مياه متبخرة والعكس صحيح. ومع الرغم من أن جميع المنحنيات تتشابه في السلوكية إلا أن معدل التبخر لكل عينة مختلف اختلافا بسيطا فنجد أن الفاقد التراكمي في المياه المتبخرة للعينات التي لها نسبة مياه إلى الأسمنت (0.40، 0.45، 0.475، 0.5) هو 0.067، 0.075، 0.085،

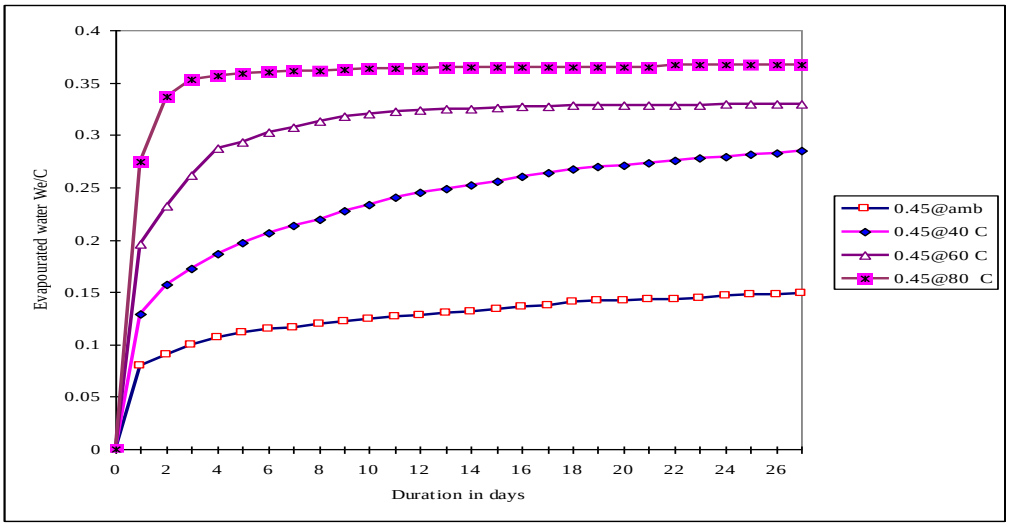
0.1 بعد يوم واحد و 0.1، 0.11، 0.13، 0.15 بعد سبعة أيام و 0.135، 0.15، 0.17، 0.175 بعد ثمانية وعشرون يوما. ونلاحظ هنا أن نسبة التبخر عالية في اليوم ألأول تم تليها في السبعة أيام ألأولى ثم بعد ثماني وعشرون يوما. كما يمكننا استنتاج أنه عندما يزداد عمر العينة يكون معدل الجفاف للعينات الأقل w/c أكثر من العينات ذات الأعلى .w/c



شكل 1 تأثير نسبة الماء إلى الأسمنت على كمية المياه المتبخرة

ويمكن تفسير ذلك إلى العوامل التالية:

يوجد فقد كبير للمياه في الأعمار الأولى بالنسبة للعينات أعلى w/c وذلك لأن سطح العينات يكون في حالة لدنة plastic وبذلك تكون المياه الحرة معرضه مباشرة للهواء الجوي أما في حالة العينات ألأقل w/c فان تماسك العينة يختلف بين شبه الدن والصلب semi-plastic and stiff وبناء على ذلك فأنه هناك مياه حرة قليلة منتشرة على السطح والتي قد تفقد بواسطة الهواء الجوي كما برر بعض الباحثين بأن السبب وراء ازدياد معدل التبخر عند أعمار كبيرة بالنسبة للعينات الأقل w/c فهذا يرجع إلى الزيادة في المسامية لهذه العينات حيث أن ضعف ألدمك لهذه العينات ينتج عنه عدد كبير من المسام الداخلية وبهذا فان الهواء الجوي يمكن يدخل بسهوله إلى هذه المسام ويكون الفقد في المياه ليس ناتج من سطح الخرسانة فقط وإنما من داخل الخرسانة أيضا



شكل 2 تأثير درجة الحرارة على كمية المياه المتبخرة للعينات القياسية

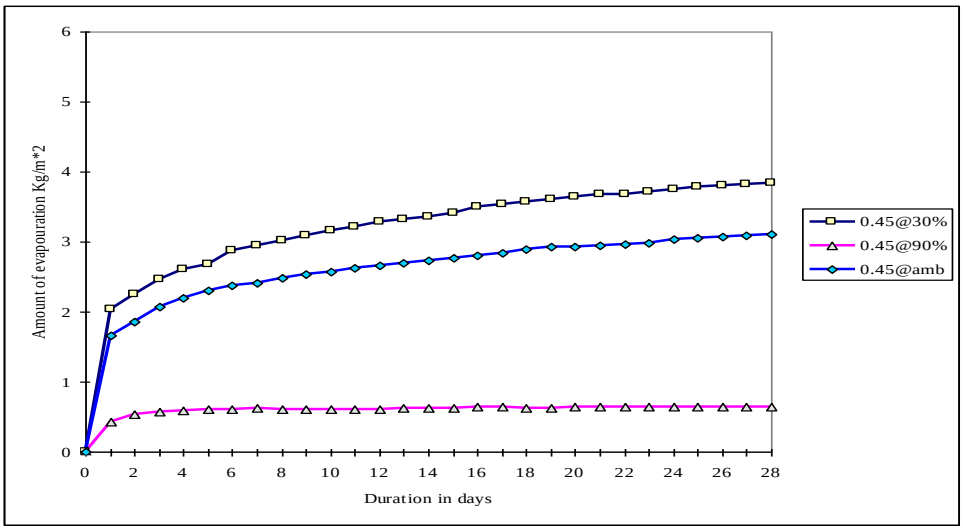
تأثير الحرارة

تم تعريض هذه المجموعة من العينات إلى درجات حرارة مختلفة وذلك بوضعها في أفران خاصة وكانت درجات الحرارة كالتالي 0، 40، 60، 80 درجة مئوية. والنتائج المدونة في الشكل رقم 2 أخذت من حسابات النقص في الوزن وتعبر عن كمية المياه المتبخرة يوميا لمدة 28 يوما. وكما تشير النتائج بأن التغير في درجة الحرارة من حرارة الجو العادي إلى 40 °C تزيد من كمية التبخر بعد يوم واحد حوالي 1.9 مرة والى 2.9 و 3.9 عندما يتم تعريض العينة إلى 60 و 80 °C على التوالي ونلاحظ أنه بعد أسبوع واحد ينقص هذا التغير ومن الملاحظ أيضا أن هذا الاختلاف يقل بمرور الزمن وهذا يمكن تبريره بأن العينات المعرضة لدرجات حرارة عالية تصل إلى حالة مستقرة steady state والتي تحدث عنها إيقاف لعملية التبخر أما العينات المعرضة لدرجات حرارة أقل فأن عملية التبخر تعتبر مستمرة.الفقدان الهائل في المياه للعينات المعرضة لدرجات حرارة عالية تؤثر بشكل سلبي على كمية المياه المطلوبة لغرض إكمال عملة الأماهة hydration أو كما تسمى (non-evaporable water content Wn/C) وكما نلاحظ من خلال الشكل المشار إليه بأن كمية المياه المتبخرة للعينة المعرضة إلى 80 درجة مئوية وعليه فأن كمية المياه الباقية لاتكفي لاستكمال عملية الأماهة. وبالرغم من أن درجات الحرارة العالية تسرع من عملية الأماهة الأ أن عملية الأماهة من الطبيعي أن تتوقف وذلك نظرا للنقص الحاد في Wn/c نتيجة للفقد الحاد في المياه

تأثير الرطوبة النسبية على العينات القياسية

لمعرفة تأثير الرطوبة النسبية على العينات القياسية تم تجهيز ثلاثة عينات بنسبة خلط واحدة وتم تعريضهن لدرجات مختلفة من الرطوبة النسبية: عالية % 90 ومنخفضة % 30 ودرجة رطوبة المعمل. وحسبت الأوزان يوميا لمدة 28 يوما لكل عينة على حده وذلك لمعرفة النقص في الوزن وكذلك كمية المياه المتبخرة. الشكل رقم يوضح التغيرات في كمية البخر وذلك بناء على نوع التعرض للعوامل الجوية الثلاثة السالفة الذكر ويوضح الشكل ان العينات المعرضة إلى رطوبة نسبية قليلة تبدي أعلى فقد في الرطوبة الداخلية والعكس صحيح. أن النتائج الموضحة في الشكل تفيد بأنه يوجد اختلاف كبير في النقص في الماء بين كلا من العينات المعرضة الى رطوبة قليلة والعينات المعرضة إلى رطوبة عالية. يتضح بعد يوم واحد بأن العينة المعرضة الى رطوبة نسبية عالية تفقد مياه قليله وهذا الفقد ينقص تدريجيا حتى يصل إلى نقطة يقف عندها هذا الفقد. ويمكن تبرير ذلك بتطبيق نظرية الانتشار diffusion theory والتي تنص على أن حركة المياه تنتقل من الأعلى تركيز لبخار الماء إلى ألأقل تركيز. ويمكننا عند ادن تفسير النتائج كالتالي:

في البداية يتم فقد جزء بسيط من المياه في اليوم الأول حيث أن نسبة تركيز بخار الماء داخل العينة أعلى من 90 % إلى الأقل تركيز (الجو الخارجي) أي حوالي 90 % وبعد ذلك وبسبب الفقد في المياه الداخلية للعينة من خلال التفاعل الكيميائي للأسمنت وكذلك كمية المياه القليلة المتبخرة يقل تركيز بخار الماء داخل العينة ويزداد التركيز في الجو المحيط ويقل الفقد في الماء حتى يصل إلى نقطة الصفر أي عندما يتساوى التركيز داخل وخارج العينة.

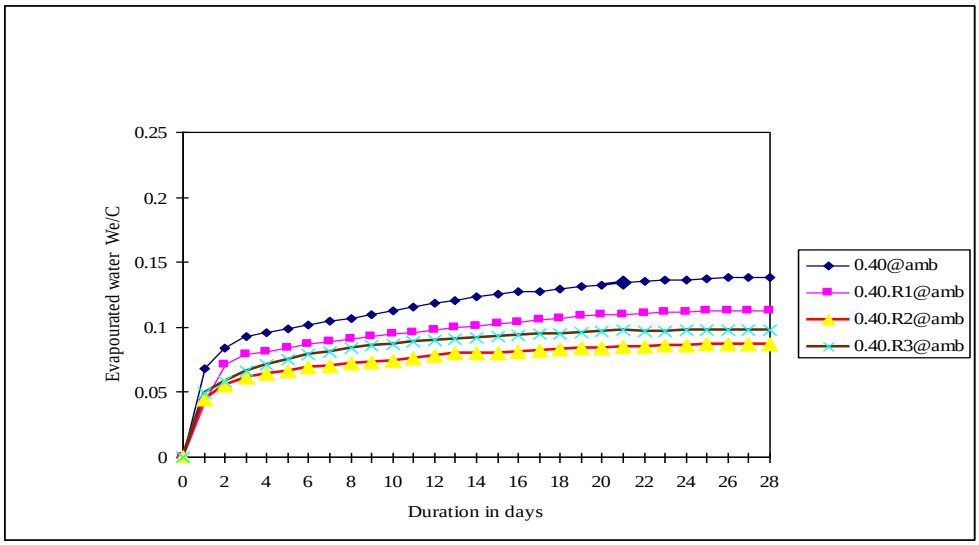


شكل 3 تأثير درجة الرطوبة على كمية المياه المتبخرة للعينات القياسية

أما بالنسبة للعينة المعرضة لرطوبة نسبية قليلة % 30 فأن الفقد في المياه يستمر وهذا ما تؤكده النظرية السابقة بأن الفقد في المياه يستمر مادام هناك مياه حرة متواجدة داخل العينة وتركيز بخار الماء الداخلي أكثر من الخارجي. إلا أن معدل الفقد يتناقص مع الزمن. ويمكننا القول بأن زمن التجفيف يعجل في الأجواء الجافة ويؤخر في الأجواء الرطبة وكما من الأهمية بمكان أن نؤكد أنه عند مختلف الأجواء فأن ذلك لن يؤثر على المياه المتفاعلة كيميائيا مع الأسمنت.

تأثير الإضافات

شكل رقم 4 يوضح العلاقة بين نسبة الماء المتبخرة إلى الأسمنت والزمن بالأيام



شكل 4 تأثير الإضافات على كمية المياه المتبخرة للعينات المعالجة

تم إجراء الاختبارات لمعرفة كمية الماء المتبخرة من العينات المعالجة بأنواع الإضافات الثلاثة R1-R2-R3 ومقارنتها بكمية التبخر الناتجة من العينة القياسية مع تثبيت نسبة الماء إلى الأسمنت w/c= 0.40 وقبل إجراء الاختبارات لوحظ أن جميع العينات المعالجة قد أبدت قوام جيد وهذا بسبب الإضافات التي تؤثر مباشرة على القوام إلا أن العينة المعالجة بمادة R2 أعطت أفضل نعومة سطح finishability . وبعد إجراء عمليات الوزن اليومي لمدة 28 يوما اتضح أن العينة المعالجة بمادة R2 أبدت اقل تبخر والعينة غير المعالجة أبدت أعلى فقد في المياه. في ألأعمار المبكرة هناك تبخر عالي من العينة المعالجة بمادة R3 وهذا يرجع إلى النسبة العالية للمادة السائلة إلى الصلبة وذلك بالمقارنة مع العينات المعالجة الأخرى حيث أن مادة R3 تأتي على هيئة مستحلب. وبالرغم من ذلك البخر المبكر فأن هناك مياه حرة موجودة بوفرة داخل العينة.

أما فيما يتعلق بالعينة القياسية غير المعالجة فنلاحظ بأن كمية التبخر عالية نسبيا وهدا يرجع إلى وجود الفراغات الكبيرة الناتجة من القوام غير الجيد للعينة. ونستطيع هنا أن نجزم بأن كل الإضافات تقلل من كمية المياه المتبخرة.

الخلاصـة :

اعتمادا على النتائج المستنتجة من التجارب المعملية نتوصل إلى الآتـــي

1- تؤثر نسبة الماء/الأسمنت على كمية المياه المتبخرة حيث يحدث الفقد في المياه بدرجة كبيرة في الساعات الأولى بعد مرحلة زمن الشك الابتدائي للعينات العالية نسبة الماء إلى الأسمنت بينما يكون معدل الفقد أكثر للعينات الأقل نسبة الماء إلى الأسمنت وذلك نظرا للزيادة في المسامية لهذه العينات

2- التعرض المباشر للخرسانة لدرجات الحرارة العالية يؤثر بشكل كبير على كمية المياه المتبخرة وهذا بالتالي يؤثر على كمية المياه المطلوبة لاستكمال عملية الأماهة.

3- تؤثر الرطبة النسبية بشكل كبير على كمية المياه المتبخرة الا انه وعند درجات الحرارة العادية لاتؤثر على كمية المياه المطلوبة للتفاعل.

4- جميع العينات المعالجة قد أبدت قواما جيدا وهذا بسبب الإضافات التي تؤثر مباشرة على قوام الخرسانة كما ان كل الإضافات تقلل من كمية المياه المتبخرة.

المراجع

[1] Sims, I, Selection of Materials for Concrete in a Hot and Aggressive Climate, 8th International conference of concrete in hot and aggressive environment, Bahrain (2006)

[2] UNESCO, Map of the World distribution of arid regions – explanatory note-Man and the Biosphere (MAB) Technical notes 7, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organizations, Paris, France, (1979)

[3] Powers, T, (Discussion on Cement hydration on Relation to the curing of Concrete). (1947)

[4] Neville, Properties of Concrete. 3 red ed. London: Pitman. (1981)

[5] Hilsdorf, H., (The Water Content in Hardened Concrete), Nuclear Radiation Shielding studies. Washington DC. . (1967)

تأثير الكبريتات المذابة في مياه آبار منطقة الجنوب الغربي من ليبيا على الخلطة الخرسانية

د. عبد الخالق محمود حسين
أستاذ مساعد
كلية الهندسة–جامعة الفاتح

د. صلاح الدين السراج
أستاذ مشارك قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة، جامعة الفاتح
hasanelmazoghi@garyounis.edu

المهندسة حنان الخويجي
طالبة ماجستير، قسم موارد المياه
اكاديمية الدراسات العليا، طرابلس

الملخص :

تتكون منطقة الجنوب الغربي من شعبيات سبها و غات و براك الشاطئ و وادي الحياة و مرزق. يعتمد سكانها اعتمادا كاملا على الطبقات المائية لحوض مرزق، وذلك لقلة المعدل السنوي لمياه الأمطار الساقطة عليها. يوجد فيها أكثر من 3000 بئر محفورة بأعماق مختلفة تعطي مياه جوفية مختلفة بالنوعية. بشكل عام يجب معالجة مياه الآبار قبل استعمالها لإزالة غاز ثاني أوكسيد الكاربون و غاز كبريتيد الهيدروجين منها. يعتبر الماء من أهم مكونات الخلطة الخرسانية و يجب أن تكون له نفس الخواص القياسية لمياه الشرب. لذا لا يجوز استعمال مياه ملوثة بالكبريتات أثناء خلط مكونات الخلطة الخرسانية، حيث أنها تسبب للمنشآت الخرسانية أضرارا كثيرة لكونها تقلل من متانة الخرسانة و من تحملها للأوزان و من مقاومة المنشأ الخرساني للظروف المناخية المحيطة به و تقصر من عمرها الافتراضي. تم في هذه الورقة البحثية دراسة و تحليل الخواص الكيميائية لعيينات من المياه الجوفية التي تم جمعها من آبار محفورة في المنطقة. من نتائج هذه الدراسة تم تحديد المواقع الجغرافية للآبار التي تحتوي المياه الجوفية المسحوبة منها على تركيز عالي من الكبريتات و التي لا تصلح لا للاستعمال البشري ولا للأعمال الخرسانية. تم في هذه الدراسة اقتراح طرق لمعالجة المشكلة للتمكن من تجنب حصول الخسارات الاقتصادية في المنطقة.

المقدمــة :

الشعبيات الخمسة الواقعة في منطقة الجنوب الغربي من ليبيا لا تمتلك أي مورد طبيعي للمياه السطحية و ذلك بسبب قلة مياه الأمطار الساقطة عليها طيلة السنة حيث عمقها السنوي أقل من 20 ملم و يصل للصفر خلال الفترة من بداية شهر أكتوبر و لغاية نهاية شهر أبريل. يعتمد سكانها بشكل كامل في حياتهم اليومية على مصادر المياه الجوفية الموجودة فيها لاستعمالها لأغراض الشرب و للاستعمالات المنزلية الأخرى و حتى للأعمال الإنشائية. تعتبر المياه من أهم مكونات الخلطة الخرسانية و لها دور كبير في متانة المنشأ الخرساني سواء كان منفذ من الخرسانة المسلحة أو غير المسلحة. الشروط الفنية للمواد الإنشائية تنص على أن المياه المطلوب استعمالها لتجهيز الخلطة الخرسانية يجب أن

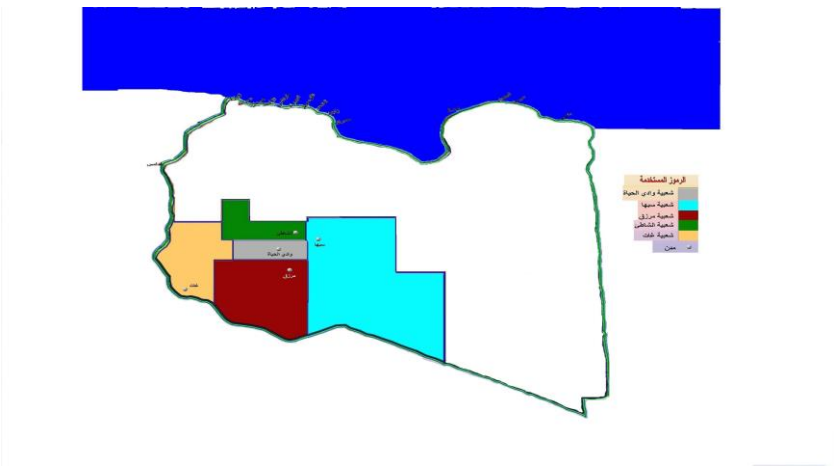
تكون مواصفاتها هي نفس مواصفات مياه الشرب. و عليه مياه الآبار المحفورة في المنطقة تكون بحاجة ضرورية وماسة للدراسة وللتقييم الموضوعي.

وصف عام لمنطقة الدراسة

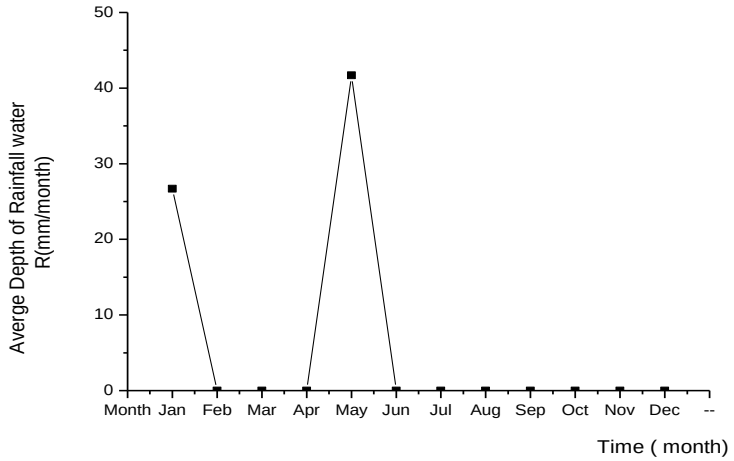
تقع منطقة الدراسة في الجنوب الغربي من ليبيا بين خطى طول 10^0 و^0 17 وخطي عرض 23^0 و^0 28. تشمل المنطقة على خمسة شعبيات و هى سبها و مرزق و أو بارى (وادي الحياة) و وادي الشاطئ و غات كما مبين في الخارطة المرقمة (1). التجمعات السكانية في هذه الشعبيات قليلة ومتباعدة الأطراف وتعتمد اعتماداً كاملاً على المصادر الجوفية للحصول على المياه لأغراض الشرب وللاستعمالات المنزلية الأخرى و للأعمال الإنشائية. تتراوح أعماق آبار المنطقة من 92 م إلى 400 م، بعضها آبار سطحية وبعضها الآخر آبار عميقة (Finnmapoy, 1981).

هيدرولوجية منطقة الدراسة

بشكل عام تتصف المنطقة بالمناخ الحار الصحراوي الجاف. المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة على المنطقة قليل جدا (محطة الإرصاد الجوية في سبها، 2003) و (الحسناوي، 2006) و (الأزهري، 2007) و كما تم تمثيلها من قبل الباحثين في الأشكال المرقمة من (1) إلى (5). توجد في المنطقة طبقات مائية محصورة وغير محصورة بأعماق متفاوتة. أعماق الطبقات المائية غير المحصورة تتراوح من 70 م إلى 120 م تحت مستوى سطح الأرض.أعماق الطبقات المائية المحصورة كبيرة حيث يوجد بئر مراقبة بعمق 1500 م محفور في سبها يخترق طبقة مائية محصورة (Finnmapoy, 1981) و (الشاوي، 2002) و (الهيئة العامة للمياه، 2004).

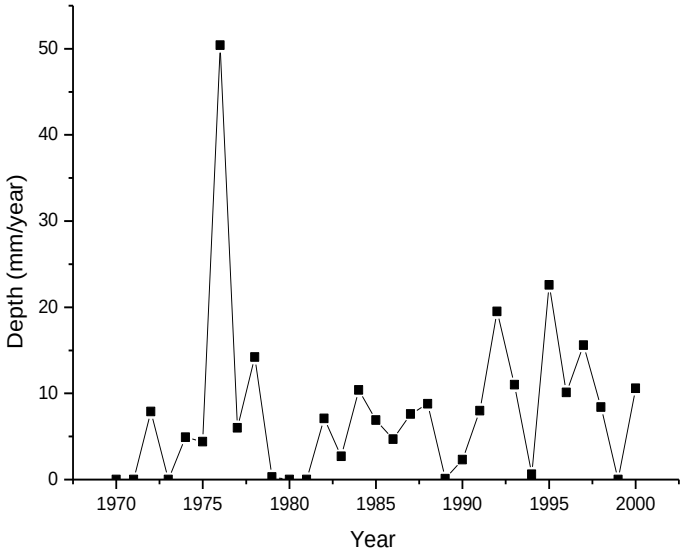


الخارطة رقم 1 الموقع الجغرافي للشعبيات الخمسة في منطقة الدراسة.



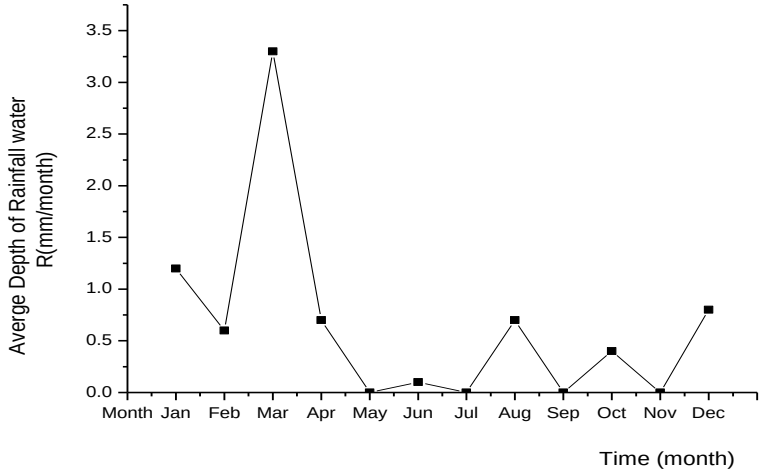
الشكل 1 المعدل الشهري لعمق مياه الأمطار الساقطة على شعبية مرزق

خلال الفترة من 1995 لغاية 2004.

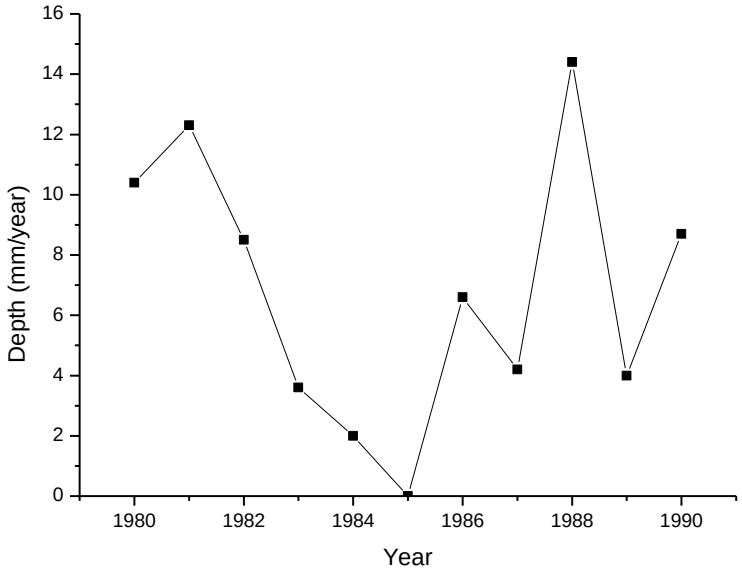


الشكل 2 المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة على شعبية سبها

خلال فترة 30 سنة (من 1970 لغاية 2000).

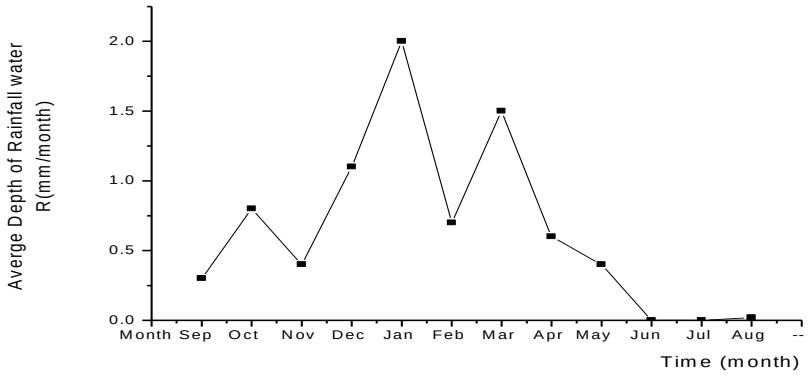


الشكل 3 المعدل الشهري لعمق مياه الأمطار الساقطة على شعبية سبها خلال فترة 10 سنوات (من 1994 لغاية 2003).



الشكل 4 المعدل السنوي لعمق مياه الأمطار الساقطة على شعبية غات خلال

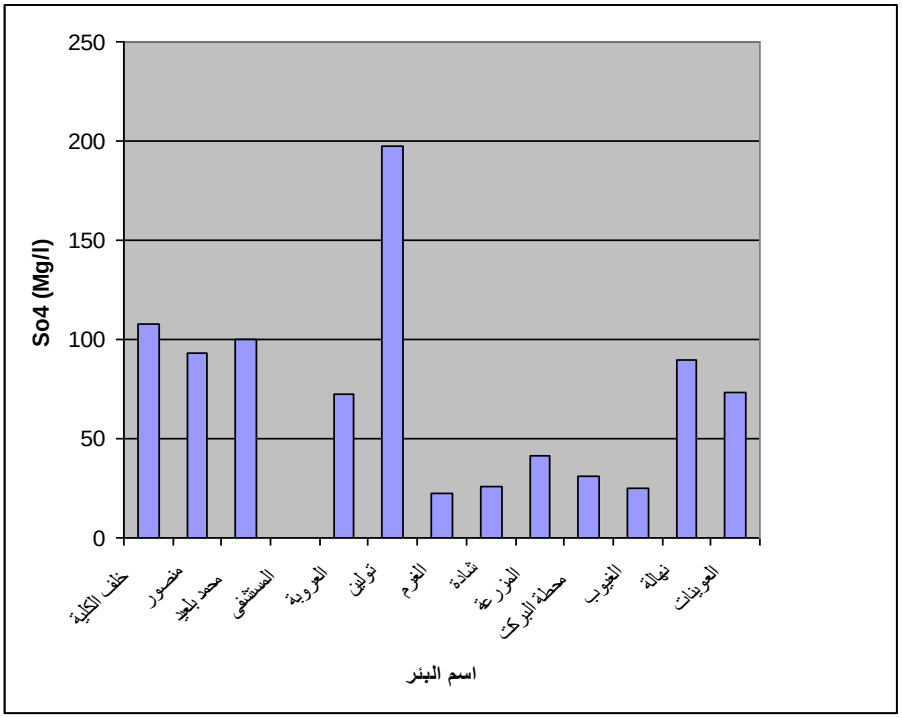
فترة 10 سنوات (من 1980 لغاية 1990).



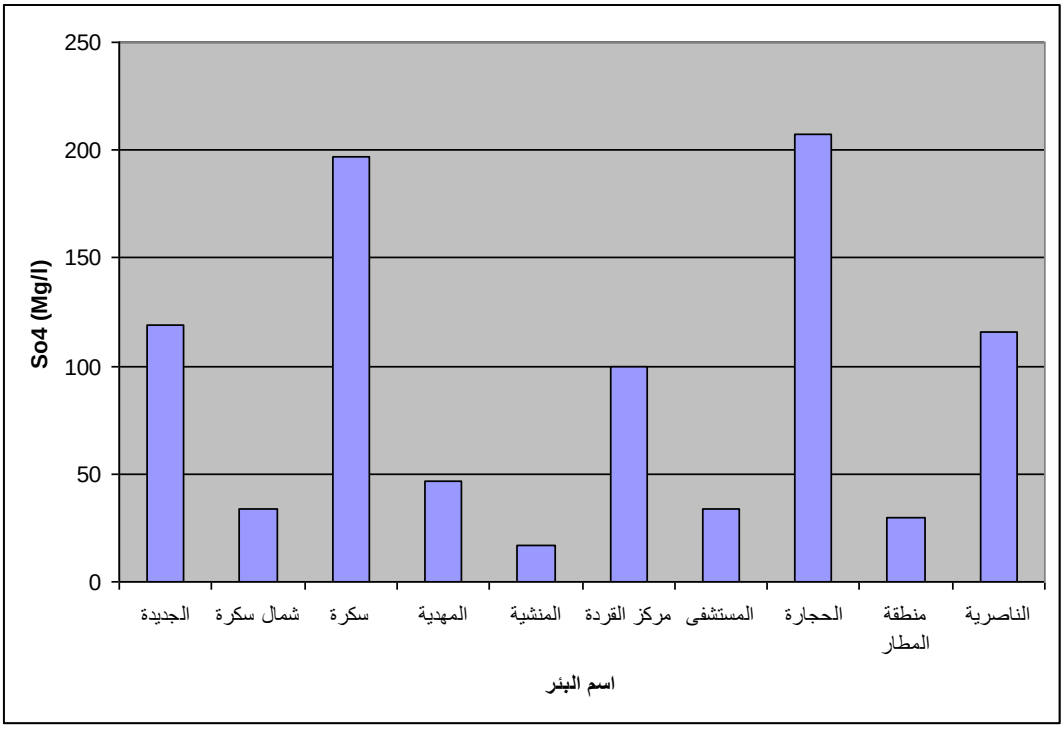
الشكل 5 المعدل الشهري لعمق مياه الأمطار الساقطة على شعبية وادي الشاطئ خلال فترة 32 سنة (من 1970 لغاية 2002).

تحليل نتائج الفحوصات الكيميائية المتوفرة لمياه آبار منطقة الدراسة

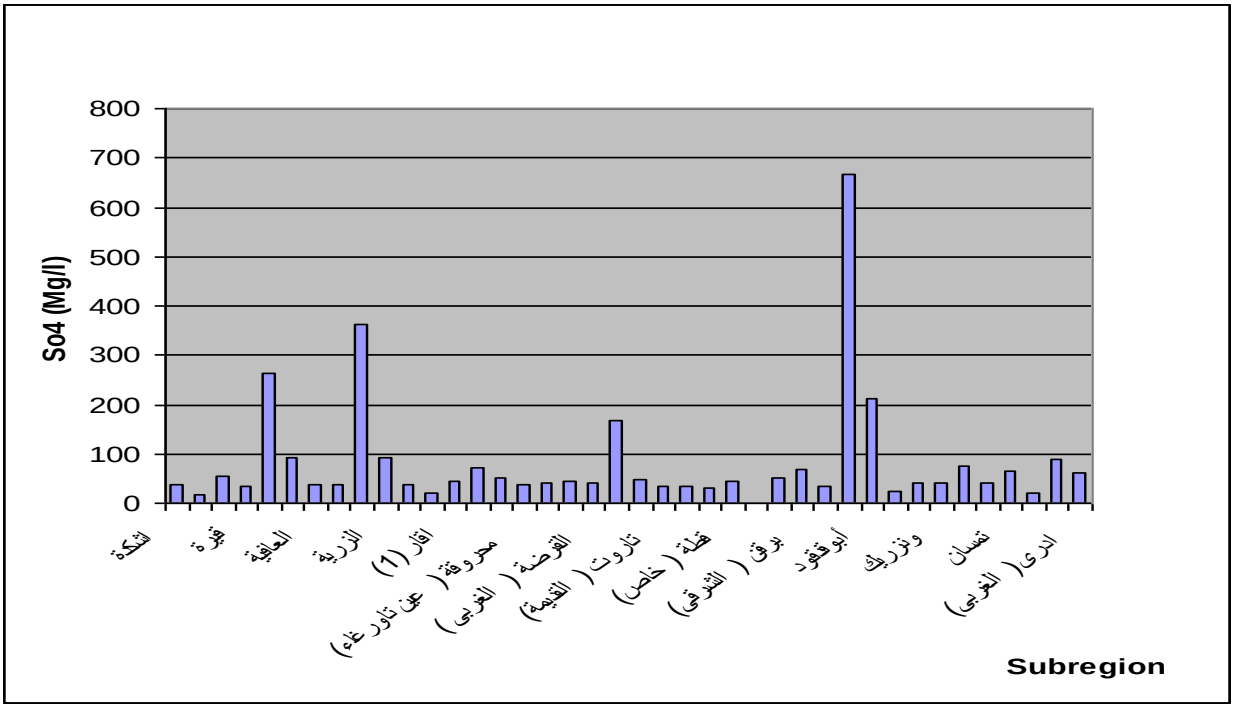
نتائج التحليلات الكيميائية لمياه الآبار المحفورة في مؤتمرات الشعبيات الخمسة تم الحصول عليها من مختبر المياه في سبها (1979 & 2005). نتائج التحليلات بينت أن تركيز الكبريتات المذابة في المياه الجوفية المسحوبة من تلك الآبار متفاوت من منطقة إلى أخرى و بالأخص في شعبية وادي الشاطئ كما مبين في الجدول رقم (1). في هذه الورقة البحثية تم تحليل تلك النتائج و تمثيل تركيز الكبريتات المذابة في مياه آبار مؤتمرات الشعبيات الخمسة لمنطقة الدراسة في الأشكال المرقمة (6) و (7) و (8).



الشكل 6 تركيز الكبريتات المذابة في مياه آبار شعبية غات.



الشكل 7 تركيز الكبريتات المذابة في مياه آبار شعبية سبها 1979.



الشكل 8 تركيز الكبريتات المذابة في مياه آبار شعبية وادي الشاطئ في عام 2005.

جدول 1 تركيز الكبريتات المذابة في مياه آبار شعبية وادي الشاطئ في عام 2005.

المؤتمر	تركيز الكبريتات المذابة So4 C (جزء بالمليون)
اشكدة	37.2
اشكدة خاص	16.87
أبو غردقة	55.14
قيرة	32.51
براك	264.59
براك (الزاوية)	93
العافية	37.7
زلواز	37.85
الزوية (خاص)	361.24
الزرية	91.2
المؤتمر	تركيز الكبريتات المذابة So4 C (جزء بالمليون)
تامزاوة	37.5
تامزاوة (خاص)	21.39
اقار (1)	43.21
اقار (2)	70.2
ققم	52.04
محروقة (عين تاورغاء)	38.27
محروقة	40
القرضة	44.44
القرضة (الغربى)	40.3
الديسه	166.6
تاروت	47.32
تاروت (القديمه)	33
تاروت (خاص)	34.56
قطة	29.62
قطة (خاص)	43.62

برقن (الغربى)	52.26
برقن (الشرقى)	67.89
برقن (خاص)	33.33
القلة (خاص)	667.58
أبوقدقود	210.58
الزهرة	25.10
قصر العرايسة	41.97
ونزريك	40.33
الخضراء	76.13
الخضراء (خاص)	39.5
تمسان	65.02
تمسان (زاقوبة)	19.3
ادرى (الشرقى)	88.44
ادرى (الغربى)	61.72

الاستنتاجات :

الشكل رقم (6) يبين أن مياه الآبار المحفورة في كل مؤتمرات شعبية غات ذات نوعية مقبولة من ناحية تركيز الكبريتات المذابة فيها حيث التركيز لا يتجاوز 200 (جزء بالمليون). الشكل رقم (7) يبين أن تركيز الكبريتات في مياه الآبار المحفورة في كل مؤتمرات شعبية سبها بمستوى مقبول عدى الآبار المحفورة في مؤتمر الحجارة حيث أن التركيز مقداره 210 (جزء بالمليون). أما بالنسبة لشعبية وادي الشاطئ يتبين من الشكل رقم (8) أن مياه آبار أغلب المؤتمرات فيها التركيز مقبول عدى أربعة مؤتمرات و هي براك و الزرية و القلة و أبو قدقود مستوى التركيز فيها يزيد عن الحد المسموح و بمقادير متفاوتة. تركيز الكبريتات في مياه الآبار المحفورة في مؤتمر براك مقداره 265 (جزء بالمليون) و في آبار مؤتمر الزرية مقداره 361 (جزء بالمليون) و في آبار مؤتمر القلة مقداره 668 (جزء بالمليون) و في آبار أبو قدقود مقداره 211 (جزء بالمليون). هذا يعني وجود زيادة في مقدار تركيز الكبريتات المذابة في مياه عدد من الآبار المحفورة في بعض المؤتمرات لشعبيات منطقة الدراسة و خاصة تلك المحفورة في مؤتمرات شعبية وادي الشاطئ و التي تزيد عن الحد المسموح للتركيز حسب المقاييس العالمية و الليبية لمياه الشرب (المركز الوطني للمواصفات و المعايير القياسية،

1992). التركيز العالي للكبريتات المذابة في المياه الجوفية لتلك الآبار جعل الاستفادة منها مستحيلا. مياه مثل هذه الآبار لا تصلح للاستعمال أثناء تنفيذ الأعمال الخرسانية، لكون استعمالها يسبب أضرارا كثيرة حيث تقلل من متانة الخرسانة و من تحملها للأوزان و من مقاومة المنشأ الخرساني للظروف المناخية المحيطة به و تقصر من عمره الافتراضي مما ينتج عن ذلك حصول أضرار اقتصادية.

التوصـيات :

من نتائج هذه الدراسة تم التوصية بما يلي:-

1- معالجة المياه الخام المسحوبة من الآبار العميقة باستعمال عملية التهوية للتخلص من غاز ثاني أوكسيد الكربون و غاز كبريتيد الهيدروجين المذابة في مياه الآبار و التي وجودها يسبب أضرار لحديد التسليح المستعمل في أجزاء المنشأ الخرساني.

2- استعمال اسمنت مقاوم للكبريتات أثناء تنفيذ كل أجزاء المنشأ الخرساني (سواء كانت منفذة تحت أو فوق مستوى سطح الأرض) في المؤتمرات التي فيها مياه الآبار تحتوي على كبريتات مذابة بتركيز لا يزيد عن 200 (جزء بالمليون).

3- هجر الآبار المحفورة في مؤتمرات تحتوي المياه الجوفية فيها على تركيز عالي من الكبريتات يزيد عن 200 (جزء بالمليون) و خاصة في شعبية وادي الشاطئ كما مبين في الشكل رقم (8).

4- حفر آبار جديدة في تلك المؤتمرات الواقعة في شعبية الشاطئ على أن تكون بأعماق أكبر تصل لطبقات أعمق للحصول على مياه محتوى الكبريتات المذابة فيها مقبول.

5- نقل مياه ذات نوعية مقبولة للمؤتمرات التي تحتوي المياه الجوفية فيها على تركيز عالي من الكبريتات و الواقعة في شعبية سبها و شعبية الشاطئ. يتم نقل المياه من مؤتمرات أخرى واقعة في نفس الشعبية و التي فيها المياه الجوفية تحتوي على تركيز أقل من 200 (جزء بالمليون).

المراجـع

1- مختبر مياه سبها، 1979.

2- تقرير المكتب الاستشاري ,Finnmapoy ، 1981 عن منطقة سبها.

3- المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لمياه الشرب، المركز الوطني للمواصفات و المعايير القياسية، 1992.

4- الطاهر علي الشاوي، 2002، استغلال المياه الجوفية غير المتجددة بمنطقة حوض مرزق و آثاره البيئية، رسالة ماجستير مقدمة لاستكمال متطلبات الماجستير في الجغرافيا، جامعة السابع من أبرل، كلية الآداب. 2002.

5- محطة الإرصاد الجوية في سبها، 2003

6- الهيئة العامة للمياه في طرابلس، تقرير 2004.

7- حافظ ارحيم المبروك الحسناوي، 2006، دراسة في حغرافية المدن- مدينة سبها، رسالة ماجستير مقدمة لاستكمال متطلبات الماجستير في الجغرافيا، أكاديمية الدراسات العليا، مدرسة العلوم الإنسانية، قسم الجغرافيا، 2006.

8- محمد حامد الأزهري، 2007، التقييم النوعي و الكمي للوضع المائي بمنطقة وادي الشاطئ، رسالة ماجستير مقدمة لاستكمال متطلبات الماجستير في الجغرافيا، أكاديمية الدراسات العليا، مدرسة العلوم الإنسانية، قسم الجغرافيا، 2007.

الاستفادة من غبار المسارات الجانبية لأفران مصانع الأسمنت بشركة الأسمنت الليبية في إنتاج مواد بناء ذات تكلفة اقتصادية منخفضة

فرج أبوبكر المبروك
استاذ هندسة البيئة والصحة العامة – قسم الهندسة المدنية – جامعة قاريونس
f_elmabrouk@yahoo.co.uk

ملخص :

ينتج تراب المسارات الجانبية لأفران الأسمنت والمعروف بتراب الأسمنت *Bypass Dust* كمخلف صناعي أثناء تصنيع الأسمنت بالطريقة الجافة، وهي الطريقة المتبعة في تصنيع مادة الأسمنت بالجماهيرية . وتقدر كمية هذه الأتربة بحوالي 11% من إنتاج الأسمنت. ويؤدي تراكم هذه الكميات الهائلة من تراب الأسمنت فائق النعومة (ما بين 20 – 100 ميكرون) والذي يحتوي علي نسب مرتفعة من السيليكا والكلوريدات والكبريتات والقلويات بالإضافة إلي الجير الحي إلي صعوبات كثيرة في مواقع الإنتاج فضلا عما يسببه من تلوث للبيئة المحيطة بمصانع الأسمنت وبالتالي خطورة بالغة علي صحة المواطنين. كما أن تكاليف نقله إلى المساحات الكبيرة من الأراضي المجاورة للمصانع حيث يرمي فيها هي تكاليف إضافية أخري كبيرة. وتهدف هذه الدراسة التجريبية المعملية ذات الجانب التطبيقي إلي الوصول إلي أفضل السبل للاستفادة من تراب الأسمنت في إنتاج مواد بناء علي نحو يسهم بشكل مباشر في التخلص الآمن من تراب الأسمنت وحماية البيئة بالإضافة إلي المردود الاقتصادي المتمثل في خفض تكلفة مواد البناء بشكل كبير مثل مون البياض والمباني وطوب البناء الاسمنتي وقد اشتملت الدراسة على مرحلتين المرحلة الأولى عبارة عن دراسة معملية للتعرف على خواص مونه البناء الأسمنتي والتي يمكن استخدامها في اعمال المباني وبياض الحوائط وتبليط الأرضيات ، وقد جهزت جميع العينات باستبدال جزء من الأسمنت المستخدم بتراب الأسمنت الناتج من مصانع شركة الأسمنت الليبية بمدينة بنغازي وذلك بنسب تراوحت بين (10، 20 ، 30 ، 40 ، 50 %) بالوزن وقد أوضحت نتائج اختبارات إمكانية الحصول على مونه البناء تطابق المواصفات القياسية ذات تكلفة اقتصادية منخفضة باستخدام نسب مختلفة من تراب الأسمنت، واشتملت المرحلة الثانية من الدراسة على انتاج طوب البناء الأسمنتي على نطاق التصنيع التجريبي بأحد مصانع الطوب الأسمنتي وذلك للتأكد من تحقيق إن الطوب المنتج مطابق للخواص المطلوبة طبقاً للمواصفات القياسية لها وقد أوضحت نتائج الأختبارات التي أجريت على العينات ذات أعمار مختلفة مأخوذة من الطوب المنتج مطابقتها للمواصفات القياسية وقد حقق انتاج الطوب الاسمنتي المخلوط بتراب الاسمنت وفراً يعادل 40% من تكلفة أنتاج الطوب الأسمنتي الخالي من تراب الأسمنت.

الكلمات الدالة : تراب الأسمنت – الممر الجانبي – طوب البناء – مقاومة الضغط – البيئة – غبار الأسمنت.

مقدمــة :

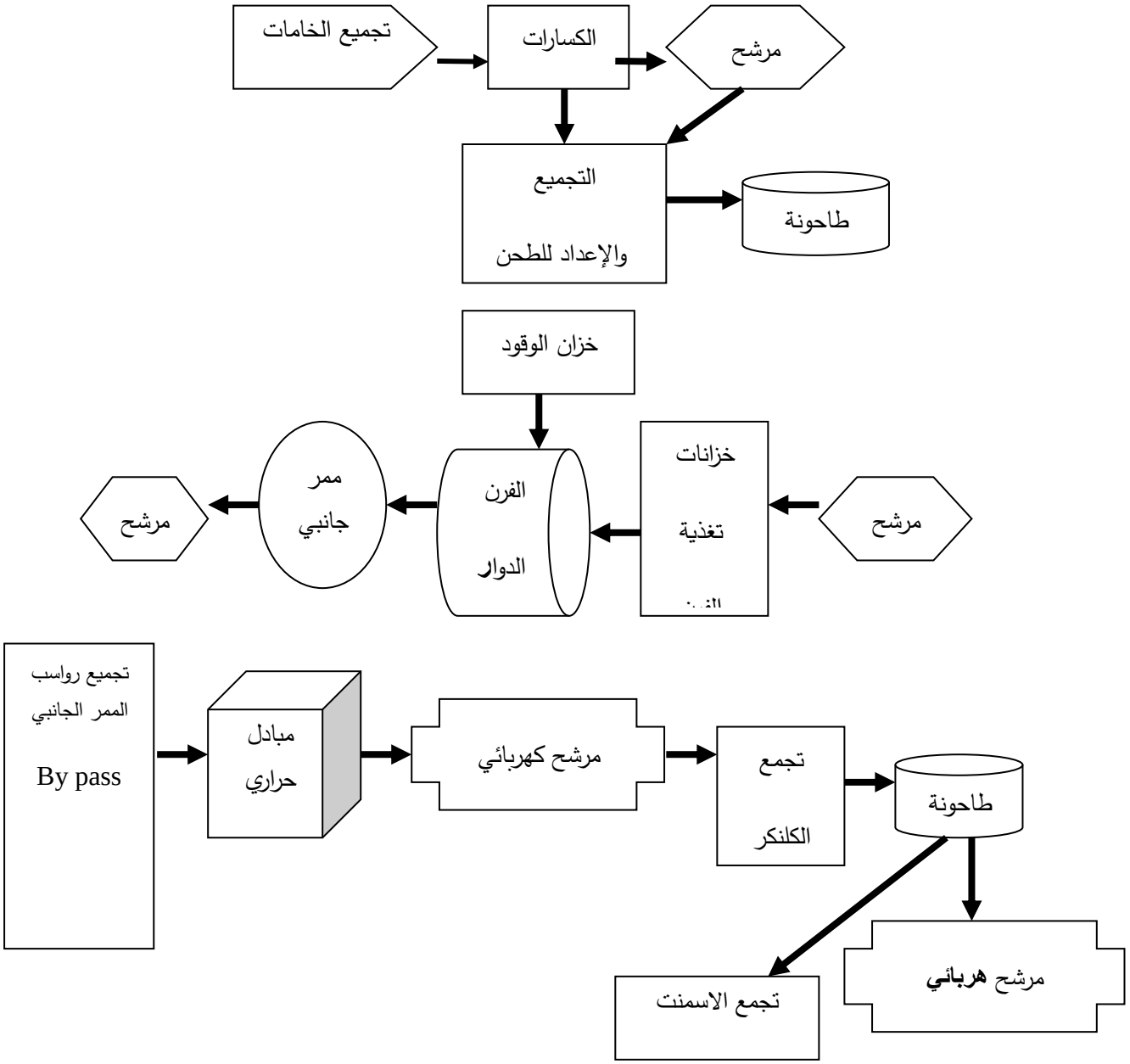
يعتبر التخلص من تراب المسارات الجانبية لأفران الأسمنت الذي ينتج كمخلف صناعي أثناء تصنيع الأسمنت بالطريقة الجافة أحد الأهداف الرئيسية لضمان الحفاظ على البيئة خالية من الملوثات ذات التأثير بالغ الخطورة، و يبين الشكل رقم (1) مراحل تصنيع الأسمنت وأماكن تولد تراب المسارات الجانبية بالمصنع .

الأسمنت. كذلك درست إمكانية استخدام تراب الأسمنت في طبقات رصف الطرق و ذلك بإحلال تراب الأسمنت محل الجزء الناعم في الركام [4 ، 5] و قد أظهرت نفس الدراسة حدوث تحسن في الخواص الطبيعية و الميكانيكية للتربة أسفل طبقة الرصف عند استخدام إحلال 20% من الركام الناعم بتراب الأسمنت . كما أظهرت بعض الدراسات المخبرية والتجارب الميدانية [4] نجاح استخدام تراب الأسمنت المحبب في أعمال رصف الطرق وحاجة هذه الأعمال إلى كميات كبيرة منه. وتُعد الدراسة الحالية محاولة جادة لبحث إمكانية الاستفادة من تراب الأسمنت في تصنيع مونه أسمنتية يمكن استخدامها في أعمال المباني والأرضيات وكذلك تصنيع طوب البناء وقد تناولت بعض الأبحاث

[1 ، 2]محاولة إعادة تدوير تراب الأسمنت في صناعة الأسمنت البورتلاندي العادي والحديدي والأسمنت المخلوط كإحلال جزئي للكلنكر أو خبث أفران الحديد أو الجبس ، غير أن نسبة الكلوريدات في الأسمنت المنتج أدى إلى قصر استخدامه في مجالات البناء خلاف الخرسانة المسلحة.

وقد تناولت بعض الأبحاث الأخرى [3] دراسة استخدام تراب الأسمنت في صناعة السيراميك ليحل جزئيا أو كليا محل مادة الفلسبار ($CaAl_2 Si_3 O_8$) وهو أكثر المعادن انتشاراً في الصخور النارية و تعتبر خاماته مكلفة نسبيا. و قد بينت النتائج أن إحلال نصف كمية الفلسبار بتراب الأسمنت يحتفظ للمنتج بخصائص تعادل خصائص الناتج الخالي من تراب الأسمنتي وقد روعي عند وضع البرنامج العملي للدراسة الاسترشاد بمتطلبات المواصفات القياسية الأمريكية [5 ،6] والبريطانية [7 ، 8] الخاصة بمثل هذه المواد.

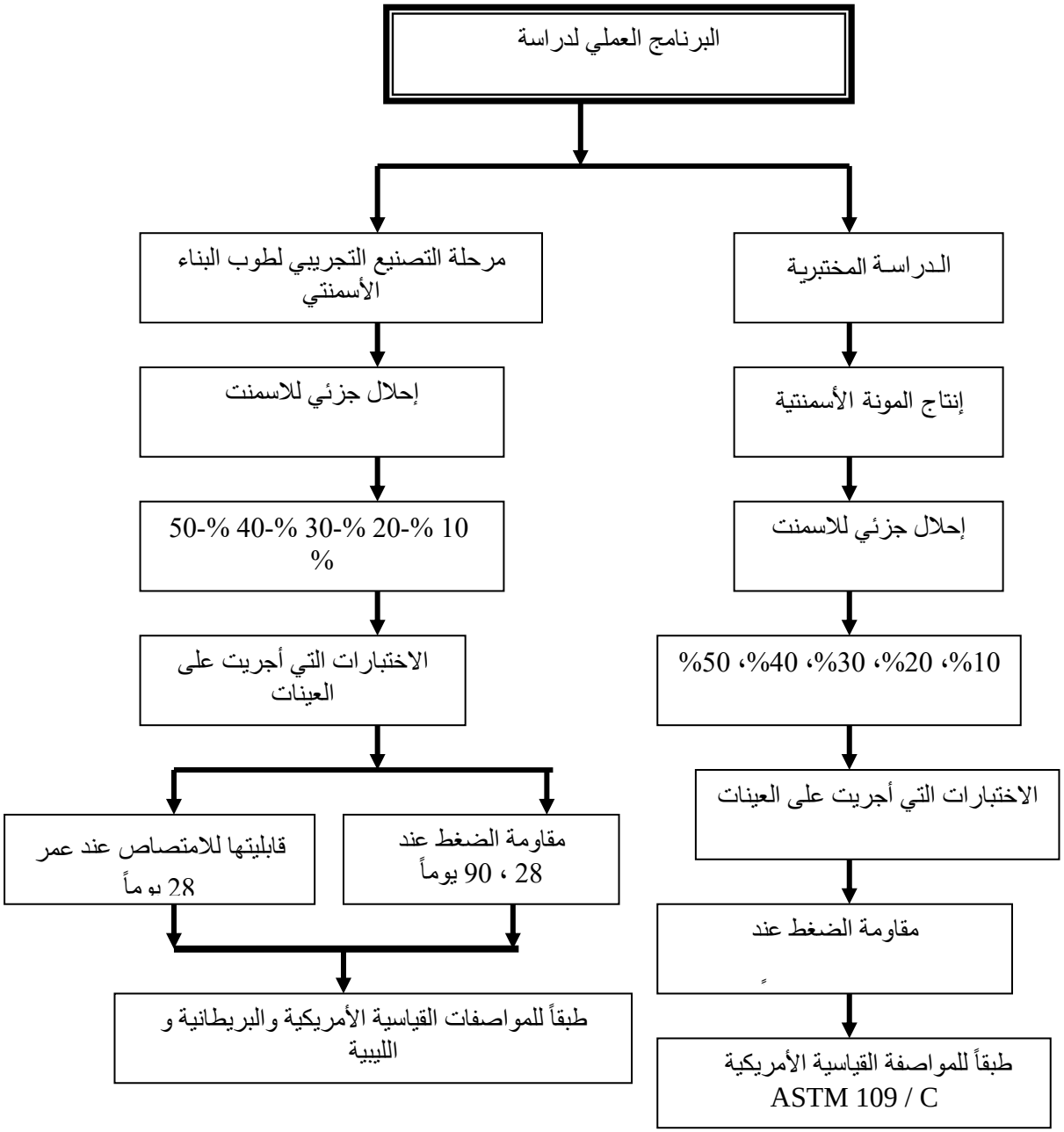
وتنقسم الدراسة الحالية إلى مرحلتين أحداهما دراسة مخبرية للمونة وتشتمل الأخرى على التصنيع التجريبي لطوب البناء الأسمنتي بالخلطة الجديدة بأحد مصانع صناعة الطوب الأسمنتي بمدينة بنغازي.



شكل (1) مراحل تصنيع الأسمنت وأماكن تولد تراب المسارات الجانبية بالمصنع

البرنامج العملي للدراسة

تم تقسيم برنامج الدراسة إلى مرحلتين وهما مرحلة إعداد المونه الأسمنتية للمختبر والمرحلة الثانية تصنيع طوب البناء الأسمنتي ويبين الشكل (2) المخطط العام للبرنامج العملي للدراسة



شكل(2) البرنامج العملي للدراسة**أولاً : المونه الأسمنتية**

أشتملت هذه المرحلة من البحث على دراسة تأثير استخدام تراب_الأسمنت على مقاومة الضغط للمونه الأسمنتية كإحلال جزئي_للأسمنت بنسب (10 – 20– 30 – 40 – 50 %) بهدف التعرف على إمكانية استخدام تراب الأسمنت في اعمال مون البياض والمباني والأرضيات وتحديد أفضل نسبة يمكن استخدامها من تراب الأسمنت كاحلال جزئي للأسمنت في أعمال المونه.وقد تم صب مكعبات قياسية من المونه الأسمنتية بمقاس 50 × 50× 50 مم بغرض اختبار مقاومتها عند عمر 7 ، 28 ، 90 يوما ، وذلك حسب المواصفة الأمريكية (ASTM 109/C) الخاصة بأختبارات قياس مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية وكانت نسب مكونات خلطة التحكم كالآتي :

أسمنت : رمل : ماء

1 3 0.4

حيث تم تحديد نسبة المياه في المونه طبقاً لمتطلبات القوام المناسب لتشغيل المونه بالموقع. كما تم إجراء التحليل الكيميائي لتراب الأسمنت (*Bypass Dust*) المستخدم في الدراسة في المختبر و يبين الجدول (1) التحليل الكيميائي له .

جدول (1) التحليل الكيميائي لتراب الأسمنت المستخدم للدراسة كنسبة مئوية من الوزن %

المـادة	النسبة من الوزن
LO.I	14
$Si\ O_2$	11
$Fe_2\ O$	2.25
$Ca\ O$	46.5
$Mg\ O$	1.4
SO^{3-}	4.7
$Na_2\ O$	2.85
$K_2\ O$	2.1
$Al_2\ O_3$	3.6
Cl	4.2

ثانياً: تصنيع طوب البناء الأسمنتي بالخلطة الجديدة:

تمت الاستعانة بأحد مصانع تصنيع طوب البناء الأسمنتي للإشراف على عملية التصنيع التجريبي للطوب باستخدام الخلطات المقترحة والمحتوية على تراب الأسمنت كإحلال جزئي للأسمنت وذلك لتحديد انسب محتوى من تراب

نوع الخلطة	خلطة التحكم المرجعية	خلطة 10 % إحلال تراب الأسمنت	خلطة20% إحلال تراب الأسمنت	خلطة 30% إحلال تراب الأسمنت	خلطة 40 % إحلال تراب الأسمنت	خلطة 50 % إحلال تراب الأسمنت

الأسمنت يمكن استخدامه في إنتاج الطوب الأسمنتي . وتجدر الإشارة إلى أنه قد روعي في الخلطات التي استخدمت خلال مرحلة التصنيع التجريبي الاسترشاد بنتائج الدراسة المختبرة بالإضافة إلى التوافق مع ظروف التشغيل بالمصنع. ولقد تم في هذا الجزء من الدراسة استخدام تراب الأسمنت كإحلال جزء من الأسمنت بنسب مختلفة (10%،20%، 30%، 40%، 50%) ، وتجدر الإشارة إلى تم استخدام مكونات الخلطة بنسب هي كالتالي 132 كجم رمل : 372 كجم ركام : 28 لتر ماء . ويوضح الجدول رقم (2) أوزان المواد بالخلطات المختلفة التي استخدمت في التصنيع التجريبي لطوب الأسمنت وقد تم معالجة الطوب الأسمنتي المصنع بوضعه في خزانات الماء لمدة إجراء الاختبارات عليه كما تم قياس الخواص الطبيعة والميكانيكية لطوب الأسمنت المنتج من حيث مقاومتها للبرى طبقاً للمواصفة القياسية الأمريكية [6,5] والوزن ألحجمي وقابليتها للامتصاص عند عمر 28 يوماً و90 يوم وذلك لرصد التغيير في مقاومة الضغط للطوب الأسمنتي المنتج عند الأعمار المختلفة (المبكرة والمتقدمة) وتأثير استخدام تراب الأسمنت كإحلال جزئي للأسمنت.

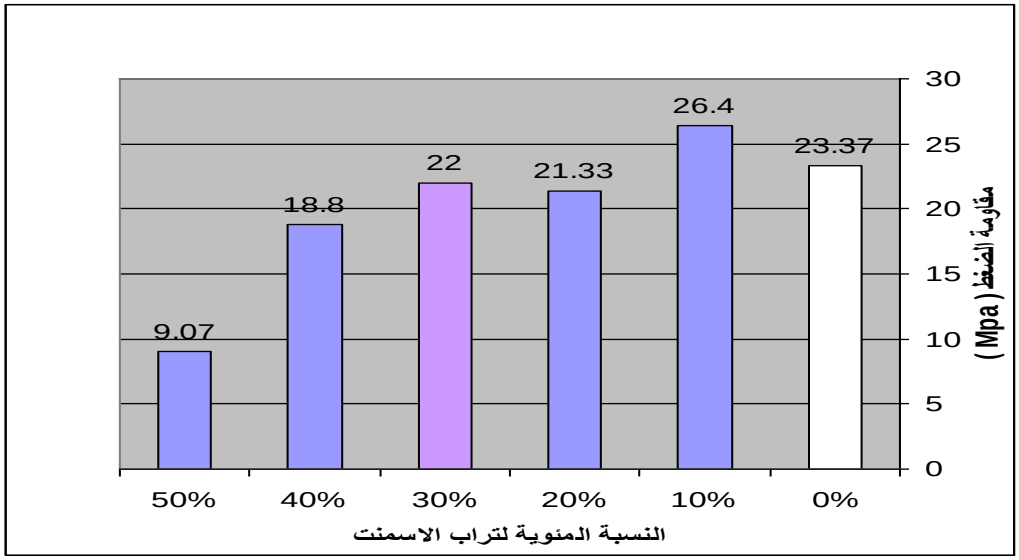
جدول(2) أوزان المواد المستخدمة في تصنيع الطوب

رمل كجم	132	132	132	132	132	
ركام كجم	372	372	372	372	372	
ماء لتر	28	28	28	28	28	
أسمنت كجم	23.52	27.44	31.36	35.28	39.20	
تراب أسمنت كجم	15.68	11.76	7.84	3.92	0.00	19.60

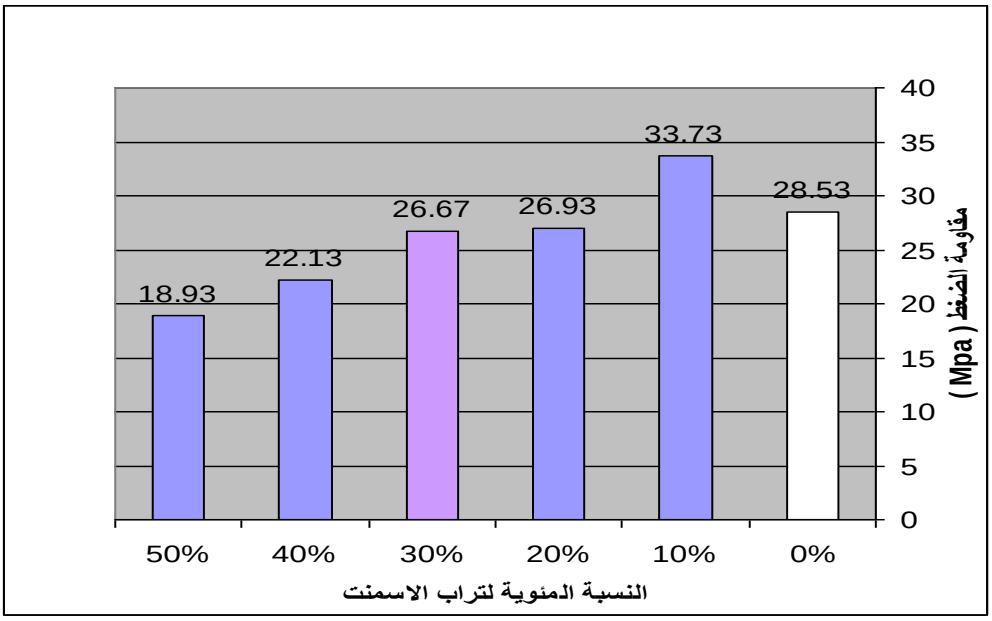
نتائج و مؤشرات الاختبارات

1- مقاومة الضغط للمونه الأسمنتية

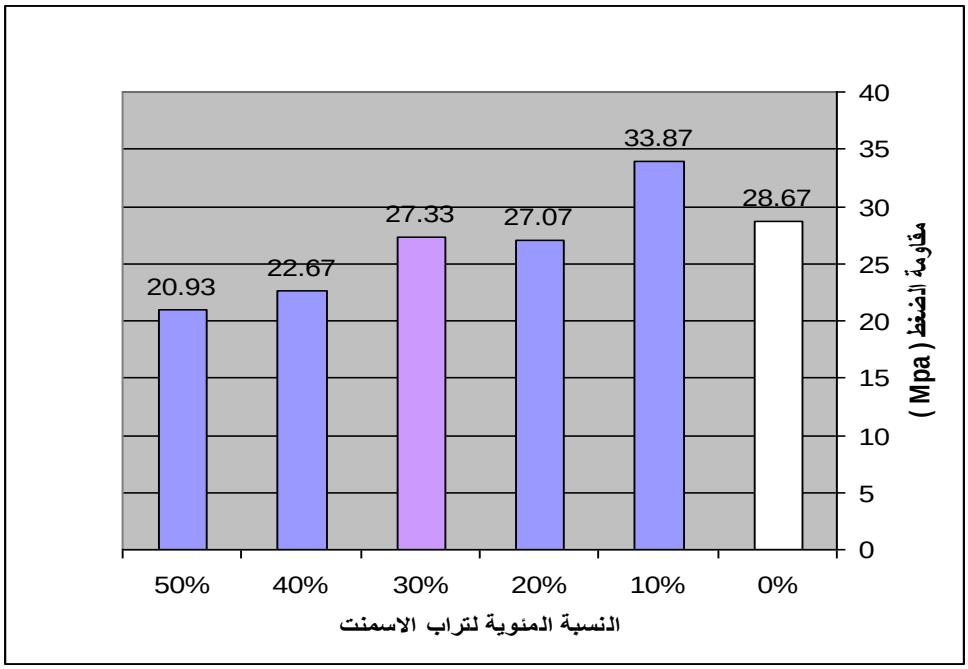
تم إخضاع جميع العينات الخاصة بخلطة المونة الأسمنتية لاختبارات مقاومة الضغط طبقاً للمواصفة القياسية الأمريكية**ASTM 109 C** ، و تبين الأشكال (5,4,3) الموضحة أدناه ملخص نتائج اختبارات مقاومة الضغط



شكل (3) يبين مقاومة الضغط لعينات المونة عند عمر 7 أيام



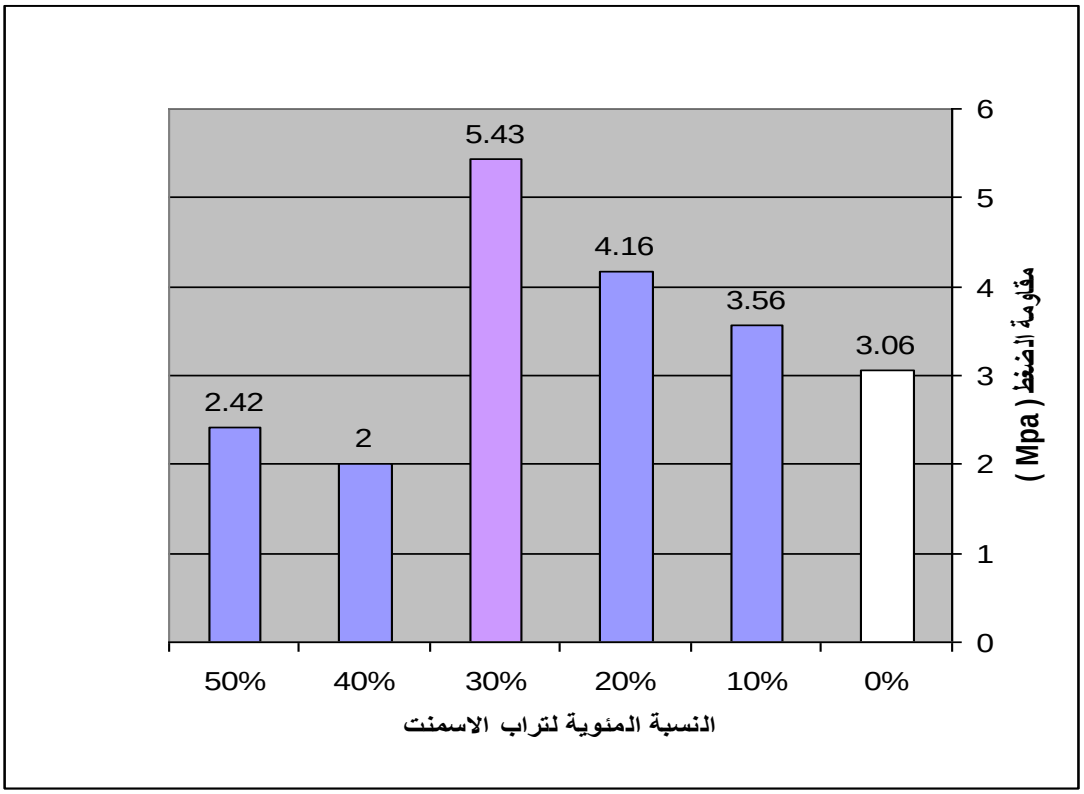
شكل (4) يبين مقاومة الضغط لعينات المونة عند عمر 28 يوم



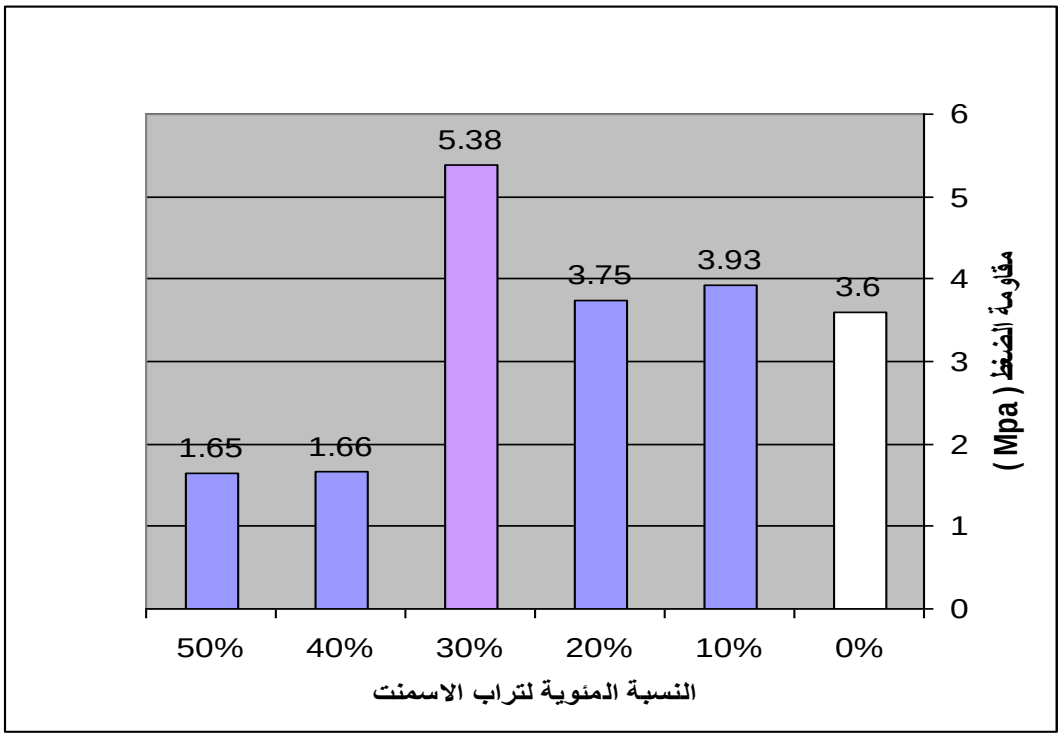
شكل (5) مقاومة الضغط لعينات المونة عند عمر 90 يوما

تم إجراء الأختبارات القياسية لمقاومة الضغط للطوب بأستخدام الخلطات المقترحة والمحتوية على تراب الأسمنت باحلال جزئي للأسمنت وذلك لمعرفة أنسب محتوى من تراب الأسمنت يمكن استخدامه في أنتاج الطوب الأسمنتي وذلك حسب المواصفة الليبية رقم (1974–47)، وتبين الأشكال **(7,6)** الموضحة أدناه ملخص نتائج اختبارات مقاومة

الضغط لعينات الطوب الأسمنتي بنسب الإحلال المختلفة لمادة تراب الاسمنت و ذلك عند عمر 7 أيام و 28 يوما و90 يوما على التوالي.



شكل(6) يبين مقاومة الضغط للطوب مقاس (20×40×15) سم

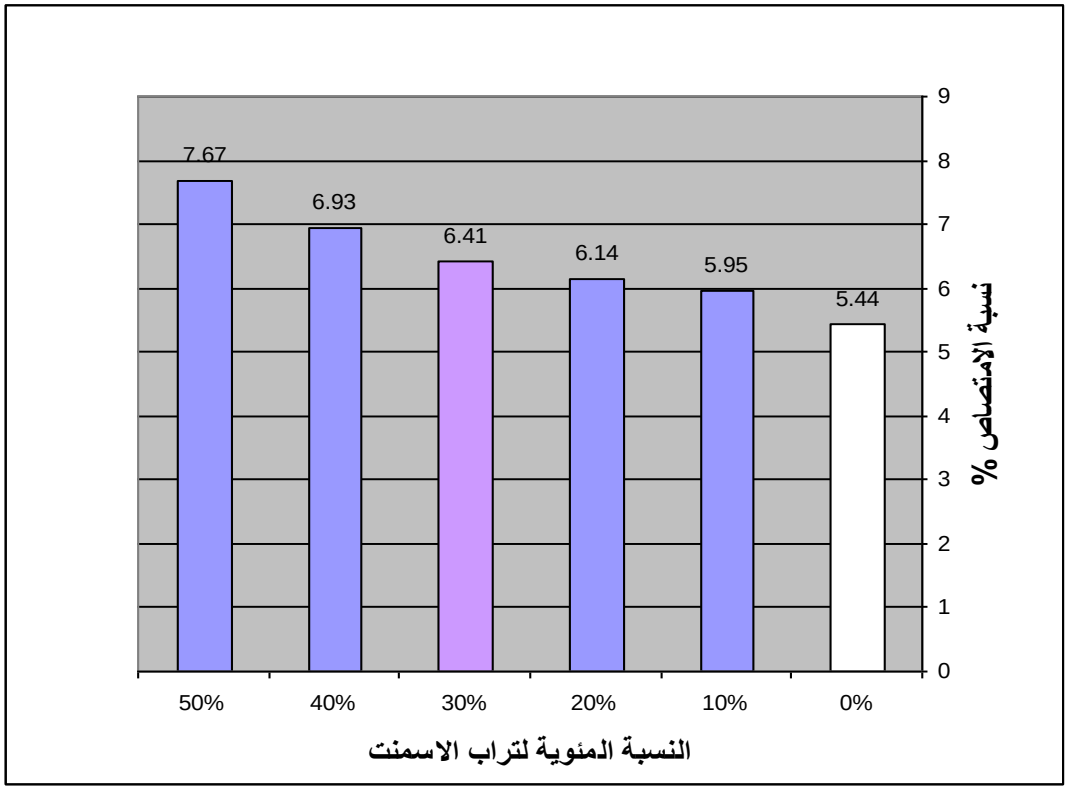


شكل (7) يبين مقاومة الضغط للطوب مقاس (20× 40×20) سم

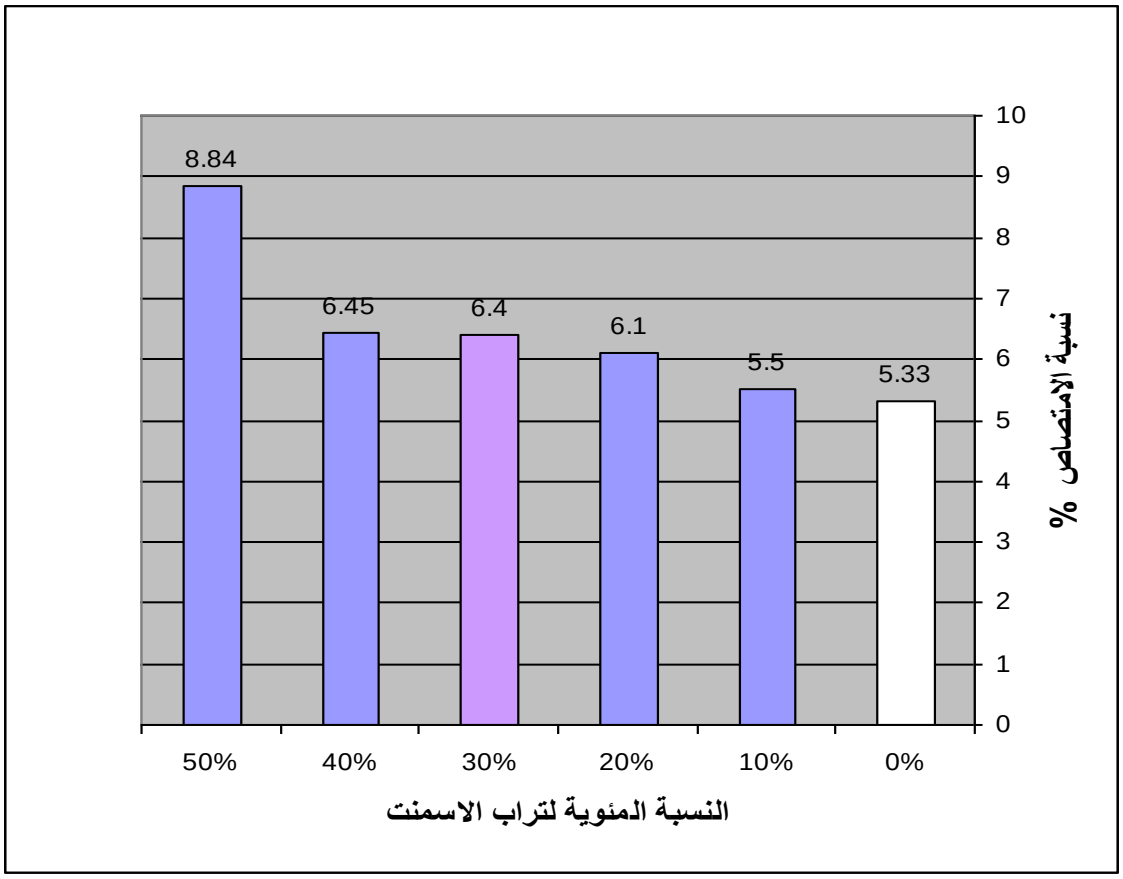
2-1- اختبار الامتصاص للطوب

هناك مجموعة من الطرق لقياس هذه الخاصية إلا أن نتائج الطرق المختلفة لم تتفق ، ومن إحدى هذه الطرق غمر عينة الخرسانة في الماء لمدة 24 ساعة ويجفف سطحها وتوزن ثم تجفف في فرن حتى يثبت وزنه ، ويمثل الفرق في الوزن قبل وبعد التجفيف معبراً عنه كنسبة مئوية بمقدار الامتصاص . ويجدر بالذكر أن الموصفات البريطانية لم تضع هذا الاختبار ضمن الاختبارات التي يجب أن تجرى على الطوب واكتفت بإخباري مقاومة الإنضغاط والانكماش الناتج عن الجفاف بالنسبة للطوب ذو سمك أكبر من 75 ملم واختبار المقاومة العرضية للطوب ذي السمكات الأقل من ذلك .

وقد تم إخضاع جميع العينات الخاصة بالطوب الأسمنتي المصنع لاختبار الامتصاص للطوب المجوف طبقاً للمواصفة [طبقا للمواصفات الليبية رقم [1974- 47]، وتبين الأشكال (9,8) نتائج الاختبارات للعينات الخاصة بنسبة الأمتصاص و التي بسنت أن نسب الأمتصاص هي ضمن الحدود المنصوص عليها بالمواصفة المذكورة.



شكل (8) يبين نسبة الامتصاص للطوب المجوف مقاس (20×20×40) سم



شكل (9) نسبة الأمتصاص للطوب المجوف مقاس(20×20×40)

المناقشة و التوصيات :

أولاً : المناقشة :

من خلال الاختبارات التي أجريت علي الخلطات الخرسانة تم التوصل إلي الأتي :

- أثبتت هذه الدراسة إمكانية استخدام تراب الاسمنت كإحلال جزئي للاسمنت بنسبة تصل إلي (30 %)من وزن الاسمنت لإنتاج المونه الإسمنتية التي تستخدم في أعمال المباني والأرضيات دون خروج عن حدود المواصفات القياسية التي أعدت علي أساسها الخلطات المقترحة لهذه المونه.
- أوضحت النتائج إمكانية الاستفادة – بصفة عامة – من تراب الاسمنت كإحلال جزئي للاسمنت في إنتاج الطوب الإسمنتي المجوف الذي يستخدم في بناء الحوائط الغير حاملة، وقد حققت نسبة(30%) تراب اسمنت أفضل النتائج من حيث مقاومة الضغط.
- أوضحت النتائج أيضا أن نسبة الامتصاص للخلطات الخرسانية بنسب الإحلال المختلفة تكون داخل الحدود التي تنص عليها المواصفات القياسية

- إن استغلال هذه المادة يحقق عائد بيئي واقتصادي كبير.
- من خلال نتائج التحليل الكيميائي للعينات المختبرة في المعمل المكونة من اسمنت وتراب اسمنت بنسب الإحلال المختلفة (10 % – 20 % – 30 % – 40 % – 50 %) مقارنتا بمركبات الاسمنت الأساسية يتضح أن:

أ– زيادة نسبة ثالث سيليكات الكالسيوم (C_3S) في العينات المكونة من اسمنت وتراب اسمنت كلما زادت نسبة الإحلال وهذا ما يفسر زيادة المقاومة في الأعمار الأولي.

ب– يصاحب الزيادة في ثالث سيليكات الكالسيوم نقص في ثنائي سيليكات الكالسيوم وهو المسئول عن زيادة قوة المتانة في الاسمنت وخصوصا في الأعمار المتقدمة.

ثانيا: التوصيات:

بناء علي ما تم دراسته في هذا البحث من تجارب واختبارات معملية والنتائج التي تم التوصل إليها كان لابد من التوصيات التالية :

1– توصي الدراسة بضرورة الاستمرار في هذا البرنامج وذلك باستخدام تطبيقات أخري كاستخدام الإضافة بدلا من الإحلال بتراب الاسمنت وكذلك ضمان أعمار أطول للعينات المعدة لاختبارها ودراسة سلوكها.

2– توصي الدراسة أيضا بتطبيق برنامج الإحلال علي الاسمنت البورتلاندي الكبريتي ومقارنته بالاسمنت البورتلاندي العادي.

3– يوصي بتغطية المجال في هذا المشروع وضرورة متابعته بفرض قيم أخري لنسب الإحلال ولكن بمعدل زيادة كل 5 % .

4– معرفة كمية المياه التي يمتصها الركام أي تحديد درجة الامتصاص قبل استخدامه في الخلطات الخرسانية المستخدمة في صناعة الطوب.

5– يلزم أن يتم إنتاج طوب الحوائط غير الحاملة تحت مظلة من ضبط الجودة تغطي جميع مراحل التصنيع علي نحو يكفل إنتاج الطوب طبقا للمواصفات القياسية.

6– إمكانية إجراء هذه الدراسة باختيار الأسمنت المقاوم للكبريتات للتعرف على النتائج التي يمكن الحصول عليها و مقارنتها بنتائج هذه الدراسة.

المراجـع :

[1]أسامة قدري (استخدام أتربة الباى باص في أعمال الطرق) ندوة خطط وبرامج إعادة استخدام وتدوير تراب الأسمنت الجانبي، القاهرة – مصر (2002).

[2] محمود رياح (مشروع إعادة استخدام أتربة الباى باص في صناعة الأسمنت) ندوة خطط وبرامج إعادة استخدام وتدوير تراب الأسمنت الجانبي، القاهرة – مصر (2002) .

[3]مركز بحوث الإسكان والبناء(الدراسة القومية لإعادة و تدوير مخلفات أعمال المباني و صناعات مواد البناء الملوثة للبيئة في مصر و الأساليب الممكنة للاستفادة منها) القاهرة – مصر (نوفمبر،2003).

[4]Al-Rawas Amer ;etal. (Use of Cement Bypass Dust in Asphalt Concrete Mixtures) American Society of Civil Engineers Journal Volume 14, issue 4, pp 338 – 343, (July /August 2002)

[5]El-Didamony ,H ; et al. (Recycling of Cement Dust in Slag Cement) Proceedings of the Seventh International Conference on Environmental Protection , Alexandria , Egypt (May, 1997).

[6]Ghorab .H.Y; etal. (Resuse of Cement Kiln Bypass Dust in the Manufacture of Ordinary Portland Cement) Polymer – Plastic and Engineering Journal , Volume 43, Number 6, (6/2004), pp 1723-1734)

[7] Transportation Research Board (Evaluation of Cement Klin Dust –Stabilized Reclaimed Asphalt Pavement Aggregate Systems in Road Bases) Eight International Conference on Low –Volume Roads, Nevada –USA (22- 25/6/ 2003)

إستخدام طريقة الثلاثة معادلات لتصميم الخلطات الخرسانية

أستاذ بقسم الهندسة المدنية جامعة الفاتح
hakimsa@poczta.onet.pl

محاضر بقسم الهندسة المدنية جامعة الفاتح
elbaden_al2003@yahoo.co

الملخـــص :

يعتبر التصميم الجيد للخلطات الخرسانية من الركائز الأساسية لتنفيذ أي عضو أو منشاء خرساني كفؤ قادر على تحقيق المتطلبات الإقتصادية والخدمية ومتطلبات المتانة والآمان والكفاءة طول مدة العمر الوظيفي للعضو أو المبنى. والمقصود بتصميم الخلطة الخرسانية هو تحديد كميات المواد الأساسية الداخلة في تكوين الخرسانة (الإسمنت، الركام الخشن ، الركام الناعم و الماء). ويوجد في الوقت الحاضر العديد من الطرق العالمية والمعتمدة محلياً في تصميم الخلطات مثل: طريقة المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) ، و الطريقة البريطانية (BS)، وتلك الطرق تستخدم على نطاق واسع بالجماهيرية في تصميم الخلطات الخرسانية لدى كل من المراكز البحثية والجامعات والخلاطات المركزية للخرسانة وكذلك مصانع إنتاج الأعضاء الخرسانية سابقة الصب(مثل مصانع الكمرات الخرسانية سابقة الإجهاد ومصانع الأعمدة الخرسانية وأنابيب الخرسانة..الخ..). وتعتمد تلك الطرق على بعض المعادلات و العلاقات البيانية الناتجة من التحليل الرياضي للنتائج المتحصل عليها من خبرات سابقة في هذا المجال. وعلى الغالب فإن طرق تصميم الخلطات تعطي مؤشرات وخطوط عريضة للمصمم يتم التحقق منها وتعديلها بإجراء خلطات تجريبية في المعامل المحلية لكي تحقق المتغيرات المتعلقة بخواص المواد المحلية المستعملة والظروف البيئية المحيطة.

الورقة تستعرض مايلي:

- الخطوات المتبعة لتصميم الخلطات الخرسانية بطريقة الثلاثة معادلات والمعروفة بطريقة Bolomeya وهي طريقة متبعة لدى بعض المراكز البحثية بدولة بولندا والتي تم تطبيقها حديثاً بمعامل قسم الهندسة المدنية بجامعة الفاتح بالجماهيرية.
- النتائج المتحصل عليها بهذه الطريقة بإستخدام المواد والظروف البيئية المحلية.
- بعض الإستنتاجات والتوصيات الهامة في هذا المجال.

المقدمـــــة :

لقد صاحب إتساع رقعة إستخدام الخرسانة في التطبيقات الهندسية المختلفة خلال الأربع عقود الماضية تراكم كماً هائلاً من البحوث والدراسات حول الخرسانة ، وأنتج ذلك فهماً اكثر وضوحاً لتركيب وسلوك الخرسانة وأدى ذلك بدوره الى حدوث تطور هائل في تكنولوجيا إنتاج الخرسانة وضبط جودتها. ونظراً لأن سلوك الخرسانة سواءً أكانت في حالتها الطازجة او الصلبة يعتمد إعتماداً اساسياً ومباشراً على سلوك المواد الداخلة في تركيبها ونسبتها والعلاقة بينهما ، لذلك فإن الحصول على خرسانة ذات خصائص مناسبة يعتمد على تصميم الخلطة الخرسانية. إن تصميم الخلطة الخرسانية بصفة عامة يحتوى على خطوتين أساسيتين وهما:

1. إختيار المكونات الأساسية المناسبة للخرسانة(الإسمنت ، الركام ، الماء ، الإضافات).
2. تحديد الكميات النسبية لمكونات الخلطة بطريقة أكثر إقتصادية تحقق متطلبات قابلية التشغيل والمقاومة والكفاءة.

يوجد في الوقت الحاضر العديد من الطرق العالمية المعتمدة محلياً في تصميم الخلطات الخرسانية وعلى الرغم من أنها غير مرتبطة ببعضها البعض بصورة مباشرة إلا أنها تعطي تقريباً قيم متقاربة نسبياً لمكونات الخلطة و لها القدرة جميعاً على انتاج خرسانات مناسبة [1]. ويجب الأخذ في الإعتبار أن هذه الطرق تعطي قيم تقريبية وخطوط عريضة يجب التحقق منها بإجراء خلطات تجريبية للحصول على نتائج تتناسب مع متطلبات البيئة والمواد المحلية المستعملة بطريقة اكثر اقتصادية وكفاءة. تعتبر طريقة المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) ، و الطريقة البريطانية (BS) من اكثر الطرق الشائعة لتصميم الخلطات الخرسانية ، وتعتمد هاتان الطريقتان على علاقات بيانية وجداول قياسية ناتجة من ترجمة للخبرات المتراكمة والبحوث العلمية السابقة في مجال تصميم وتنفيذ الخلطات الخرسانية ودراسة سلوك المواد الداخلة في تكوينها [2] . والى جانب الطريقتين السابقتين توجد العديد من الطرق المستخدمة لتصمييم الخلطات الخرسانية ومنها ما يعرف بطريقة الثلاث معادلات (Bolomeya) والتي سيتم تناولها فيما يلي مع عرض مفصل لكيفية إستخدامها بالإضافة الى تقييم لنتائج الخلطات الخرسانية المنفذة بهذه الطريقة [3] .

خطوات تصميم الخلطات الخرسانية بطريقة الثلاث معادلات

يمكن وصف الخطوات اللازمة لتصميم الخلطات الخرسانية بهذه الطريقة كمايلي:

1. تحديد قيمة مقاومة الضغط للخلطة الخرسانية المراد تصميمها **(المقاومة الحقلية)** [ ] fc' (.req).

2. حساب مقاومة الضغط للخرسانة في **المعمل** على إعتبار أنها تزيد بقيمة متوسطة تبلغ حوالي 30% عن المقاومة الحقلية. [ ] fc' (.lab) .

$$1.3 * fc'(req.) = fc'(lab) \qquad (1)$$

<u>ملاحظة:</u> تعتمد النسبة بين مقاومة الضغط في الحقل على تلك في المعمل على عوامل عديدة منها دقة التجهيزات والخبرة وحجم العينات...الخ.

3. إختيار **قابلية التشغيل** المطلوبة للخلطة(Degree of Workability) ، وهذا العامل يتم تحديده في الحقل او المعمل بطرق عديدة أشهرها طريقة القمع المخروطي(Slump Cone). كما ان قابلية التشغيل تعتمد على عدة عوامل منها كثافة التسليح والمقاس الإعتباري الأكبر وطريقة الصب والدمك .....الخ.

4. تحديد نسبة الإسمنت الى الماء C/W وذلك بإستخدام **<u>المعادلة الأولى للتصميم</u>** وهي تعرف بإسم معادلة بلومي (First Bolomeya Equation) كما يلي:

$$\frac{C}{W} = \left[\frac{fc'}{A_1} + 0.5 \right] \qquad \text{(في حالة C/W اقل من 2.5)} \qquad (ا-2)$$

$$\frac{C}{W} = \left[\frac{fc'}{A_2} - 0.5 \right] \qquad \text{(في حالة C/W أكبر من 2.5)} \qquad (ب-2)$$

حيث أن C/W تمثل نسبة الإسمنت الى الماء و تمثل fc' مقاومة الضغط للخرسانة في المعمل و A_1 و A_2 هما متغيران يعتمدان على نوع وشكل الركام الخشن المستعمل ومقاومة الضغط للإسمنت.

<u>ملاحظات:</u>

- يتم إيجاد قيم A_1 و A_2 بواسطة علاقات بيانية تربط بين شكل الركام ومقاومة الضغط للإسمنت المستعملين في الخلطات الخرسانية كما هو موضح في **جدول 1** .

- يتم التعويض في المعادلة رقم (2 – ا) بقيمة A_1 فإذا كان الناتج أقل من 2.5 يتم إعتماد قيمة W/C الناتجة. أما إذا كانت القيمة أكبر من 2.5 يتم حساب W/C بالتعويض بقيمة A_2 في المعادلة رقم (2 – ب).

5. حساب كمية الماء المطلوبة للخرسانة (W_{total}) وذلك بإستخدام **المعادلة الثانية للتصميم** وهي كما يلي:

$$C*(Wc)+A*(Wa)=W_{Total} \qquad (3)$$

حيث أن:

W_{Total}= كمية الماء اللازمة للخلطة الخرسانية (لتر / متر مكعب).

A= وزن الركام الناعم والخشن اللازم للخلطة الخرسانية (كجم/م^3).

C= وزن الإسمنت اللازم للخلطة الخرسانية (كجم/م^3).

Wc =كمية الماء الممتصة في الكيلوجرام الواحد من الإسمنت وهذا يتم تحديد بواسطة معرفة القوام القياسي للإسمنت (Standard Consistency).

Wa=كمية الماء الممتصة في الكيلوجرام الواحد من الركام (الناعم والخشن). وتعتمد كمية الماء المطلوبة على قابلية التشغيل ونوع وشكل الركام الخشن والتدرج الحبيبي لكل من الركام الناعم والخشن منفصلين ومخلوطين. ويتم حسابها بإعداد جداول خاصة تربط بين التدرج الحبيبي للركام و معدلات الإمتصاص و تعرف بجداول ستيرنا [3] كما هو موضح في جدول 2.

6. حساب حجوم المواد الداخلة في تكوين الخلطة بواسطة المعادلة الحجمية وهي تمثل **المعادلة الثالثة للتصميم :**

$$1=\frac{C}{1000\,\rho_C}+\frac{A}{1000\,\rho_a}+\frac{W}{1000} \qquad (4)$$

حيث ان:**C** =وزن الإسمنت (كجم/م^3) ،**W** =وزن الماء (كجم/م^3) ، **A**=وزن الركام (كجم/م^3) ، ρ_C =الوزن النوعي للإسمنت، ρ_a =الوزن النوعي للركام.

7. نقوم بحل المعادلات الثلاثة للتصميم (2 و 3 و4) في كل من المجاهيل W و C و A .وبالتالي نحصل على مكونات الخلطة المطلوبة وفقاً للمعطيات المحددة.

جدول –1– كيفية حساب قيمة المتغير A1 و A2 [3]

شكل الركام	قيمة المتغير (A)	مقاومة الضغط (نيوتن/ملم^2)		
		32.5	42.5	52.5
دائري	A1	18.5	20.0	21.0
	A2	12.0	13.0	14.5
زاوي	A1	20.0	22.0	24.0
	A2	13.5	14.5	16.0

جدول –2– كمية الماء المراد إمتصاصها في الكيلو جرام الواحد الركام و الإسمنت وفقاً لدرجة قابلية التشغيل (جدول Sterna) [3]

مقاس فتحة المنخل (ملم)	درجة قابلية التشغيل		
	منخفضة جداً	متوسطة	عالية جداً
37/19	** 0.011	0.013	0.016
19/14	0.014	0.016	0.022
14/10	0.017	0.02	0.027
10/5	0.022	0.026	0.034
5/2.36	0.028	0.032	0.044
2.36/1.18	0.037	0.043	0.058
1.18/0.6	0.05	0.058	0.077
0.6/0.3	0.072	0.084	0.112
0.3/0.15	0.104	0.122	0.131
0.15/0	0.205	0.239	0.296
W(cement)	*0.271	0.273	0.275

*–كمية الماء الممتصة في الكيلوجرام الواحد من الإسمنت (W_C)

..**– كمية الماء الممتصة في الكيلوجرام الواحد من الركام(WA)

الجانب العملي

يمثل هذا الجانب تصميم وتنفيذ عدد من الخلطات الخرسانية بإتباع طريقة الثلاث معادلات وبإستخدام المواد الخام المحلية. هذه الورقة تستعرض النتائج المتحصل عليها من إعداد وتنفيذ أربع خلطات خرسانية بمقاومة تصميمية 15 ، 20

، 25 و 30 MPa بحيث كانت نسبة الماء الى الإسمنت(W/C) 0.69 ، 0.56 ، 0.48 و 0.42 على الترتيب وتم إختبار كل خلطة لدرجات التشغيل المنخفضة والمتوسطة والعالية. تم إعداد وتنفيذ هذه الخلطات في معمل الخرسانة بكلية الهندسة جامعة الفاتح بواسطة مجموعة من البحوث أجريت من قبل بعض طلاب السنة النهائية كجزء من المتطلبات الأكاديمية للحصول على الدرجة التخصصية (البكالوريوس) في مجال الهندسة المدنية [4,5]

الخلطات الخرسانية تم تنفيذها بإتباع اربع مراحل أساسية يمكن إيجازها في العناوين الجانبية التالية:

المواد المستعملة في الخلطات الخرسانية و ضبط جودتها

أولاً: الإسمنت:

الإسمنت المستعمل هو الإسمنت البورتلاندي العادي المورد من مصنع زليتن للإسمنت. ويوضح **الجدول 3** نتائج الإختبارات المعملية التي أجريت للتأكد من مطابقته للمواصفات القياسية BS12-1992 [6].

جدول 1– بعض الخواص الفيزيائية للإسمنت

إسم الإختبار	النتيجة	حدود المواصفات القياسية البريطانية (BS 12- 1992)
القوام القياسي	% 28.75	% 32 – 27
زمن الشك الإبتدائي	3 ساعات و25 دقيقة	لا يقل عن 45 دقيقة
زمن الشك النهائي	4 ساعات و10 دقائق	لا يزيد على 10 ساعات
ثبات الحجم	1.4 ملم	لا يزيد على 10 ملم
مقاومة الضغط بعد 28 يوم	45 نيوتن/ ملم^2	لا تقل عن 39 نيوتن/ ملم^2

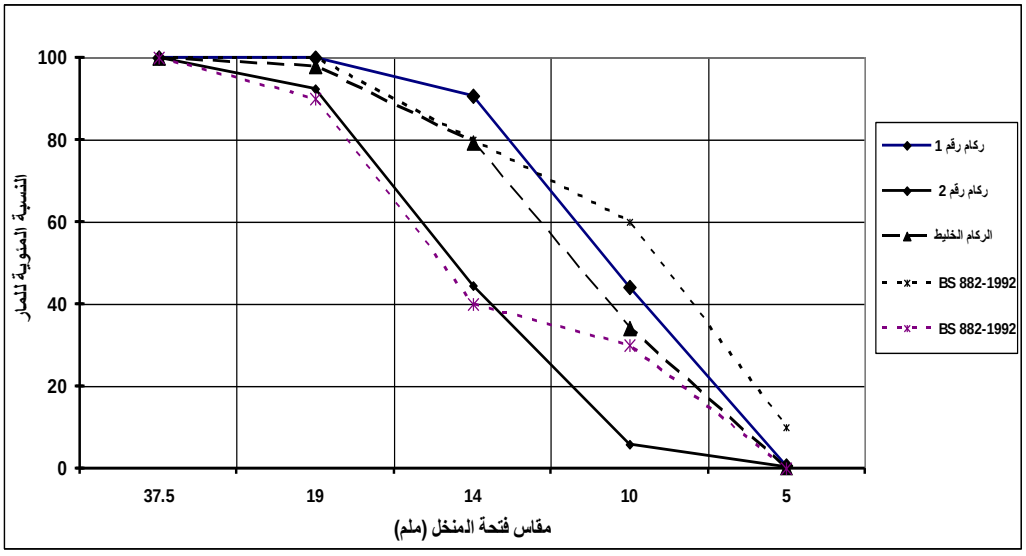
ثانياً: الركام الخشن (الشرشور):

الركام المستخدم طبيعي وخالي من الشوائب ذو شكل زاوي مقاسه الإعتباري الأكبر 19 ملم ومورد من أحد محاجر منطقة ترهونة (محجر فم ملغة)، و تم إجراء بعض من التجارب للتأكد من مطابقته لحدود المواصفات القياسية البريطانية BS

812-1992 [7] كما هو موضح في **الجدول 2**. **الشكل 1** يوضح منحنيات التدرج الحبيبي لعينتين من الركام كل على حدة (ركام 1 وركام 2) بالإضافة الى الركام الخليط (بنسبة خلط 1:3) و حدود المواصفات القياسية البريطانية .

جدول 2 بعض الخواص الفيزيائية للركام الخشن

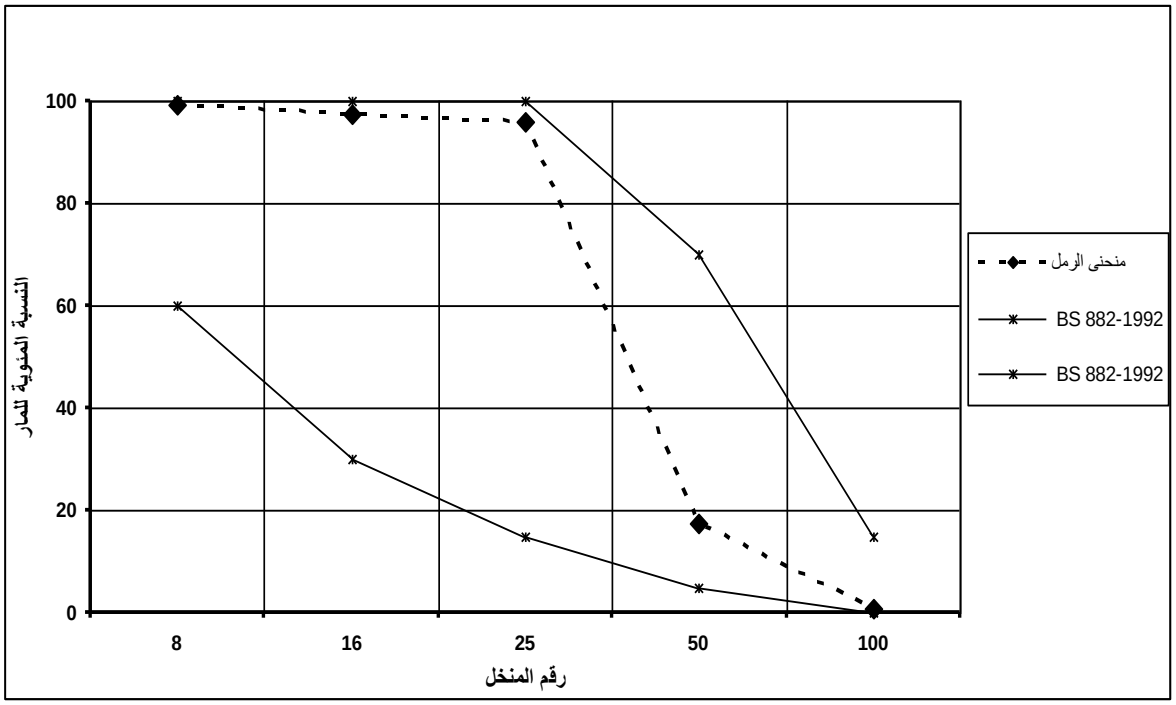
إسم الإختبار	النتيجة	حدود المواصفات القياسية البريطانية (BS 12- 1992)
الوزن النوعي	2.66	2.8-2.4
نسبة الإمتصاص	%2.67	% 3
وزن وحدة الحجوم	1203 كجم/ م^3	1400-1800 كجم/ م^3
معامل الصدمة	%24.7	لا يزيد على 45%
معامل التهشيم	% 15.5	لآ يزيد على 45%



شكل 1 منحنيات التدرج الحبيبي للركام الخشن

ثالثاً: الركام الناعم:

الركام الناعم المستخدم عبارة عن رمل طبيعي جاف وناعم جداً وخال من الشوائب وحجم حبيباته لا تتعدى 2 ملم ومورد من منطقة زليـتن. الشكل 2 يوضح منحنى التدرج الحبيبي و حدود المواصفات القياسية البريطانيةBS 812-1992 .



شكل 2 منحنيات التدرج الحبيبي للركام الناعم

رابعاً: ماء الخلط:

الماء المستخدم في الخلط صالح للشرب وخالي من المواد العضوية والشوائب ولا تزيد نسبة الأملاح الذائبة فيه على 2000 جزء في المليون وفقاً لحدود المواصفات القياسية الليبية (م.ق.ل. 294).

العينات المستخدمة

العينات التي تم إستخدامها لقياس مقاومتي الضغط والشد للخرسانات عبارة عن أسطوانات قياسية يبلغ قطرها 150 ملم وإرتفاعها 300 ملم. وتم صب 72 عينة بمعدل 6 عينات لكل خلطة(15 ، 20 ، 25 و 30 **نيوتن/ملم^2**) و بإجمالي 24 عينة لكل درجة من درجات التشغيل (منخفضة جداً ، متوسطة وعالية).

طريقة تصميم الخلطات وحساب مكونات الخلطة

الهدف من تصميم الخلطة الخرسانية هو إيجاد أوزان المكونات الأساسية للخرسانة وفقاً لمتطلبات محددة منها على سبيل المثال متطلبات المقاومة وقابلية التشغيل....الخ. وفي هذه الورقة تم إستخدام طريقة الثلاث معادلات والمعروفة بطريقة بلومي [3] لتصميم الخلطات الخرسانية والتي سبق توضيح الخطوات الأساسية المتبعة بها في مقدمة هذه الورقة.

وسنتناول فيما يلي تطبيق عددي لتصميم خلطة خرسانية مقاومتها **20 نيوتن/ملم^2** وبقابلية **تشغيل منخفضة** الهبوط=صفر وهي كالتالي:

$$1.3 * fc'(req.) = fc'(lab)_{-1}$$

$$\text{MPa}\ 26 = 1.3 * 20 = fc'(lab)$$

2- نحسب نسبة الإسمنت الى الماء C/W وذلك بإستخدام قابلية **تشغيل منخفضة** وبمعلومية مقاومة الضغط للإسمنت **(32.5 نيوتن/ملم^2)** وأن شكل الركام **زاوي** تكون قيمة الثوابت **A1 و A2** بإستخدام الجدول () **هما 20 و 13.5** على التوالي. نعوض في المعادلة (2-ا) وبالتالي تكون النتيجة كما يلي:

$$1.8 = \left[\frac{26}{20} + 0.5\right] = \frac{C}{W}$$

المعادلة الأولى للتصميم (C=1.8 W)

وحيث أن النتيجة اقل من 2.5 فلا داعي للتعويض في المعادلة (2-ب).

3- نحسب كمية الماء اللازمة للخلطة وذلك بمعرفة درجة التشغيل وشكل الركام والتدرج الحبيبي للركام الناعم والخشن وبإستخدام جداول ستيرنا (انظر جداول 1 و 2) وذلك كما يلي:

- نحدد قيمة الماء المراد إمتصاصه في الكيلوجرام الواحد من الإسمنت (Wc) بمعرفة القوام القياسي للإسمنت ودرجة التشغيل وفي هذا المثال كانت القيمة تساوي 0.271.
- وبمعرفة التدرج الحبيبي للرمل والشرشور ونسبة الخلط بينهما يتم إعداد جدول ستيرنا لمعرفة قيمة الماء الممتص في الكيلو جرام الواحد من الركام الخشن(Wa) وذلك كما هوموضوح في **الجدول 3** ، وتكون القيمة **0.04879**:

المعادلة الثانية للتصميم : (W=0.271 * C + 0.04879 * A)

4- المعادلة الثالثة للتصميم نحصل عليه بالتعويض في المعادلة الحجمية كما يلي:

[C/3.15] +[A/2.65]+ W =1000

بحل **معادلات التصميم الثلاثة** نتحصل على أوزان مكونات الخلطة الخرسانية في هذه الحالة تكون النتائج كالتالي:

وزن الإسمنت = 311.35 كجم/م3

وزن الماء = 177.91 كجم/م

وزن الركام = 1916.67 كجم/م3

ويوضح **الجدول 4** أوزان مكونات الخلطات الخرسانية في هذه الورقة.

جدول –3– كيفية حساب كمية الماء الممتص لعينة الركام المستخدمة (W_A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	التحليل المنخلي للركام منفصلاً				التحليل المنخلي للركام الخليط				كمية الماء	
مقاس فتحة					40%	60%	المحجوز	المار	الممتص	WA
المنخل	الركام الناعم		الركام الخشن		الركام الناعم	الركام الخشن			تشغيلية	%
)ملم(	المحجوز (%)	المار (%)	المحجوز (%)	المار (%)	المحجوز(%)	المحجوز(%)	(%)	(%)	منخفضة جداً	
37/19			2.2	100		1.32	1.32	100	0.011	0.0145
19/14			18.3	97.8		10.98	10.98	98.68	0.014	0.1537
14/10			45.5	79.5		27.3	27.3	87.70	0.017	0.4641
10/5			33.77	34		20.262	20.262	60.40	0.022	0.4458
5/2.36			0.23	0.23		0.138	0.138	40.14	0.028	0.0039
2.36/1.18	0.28	100			0.112		0.112	40.00	0.037	0.0041
1.18/0.6	0.76	99.72			0.304		0.304	39.89	0.05	0.0152
0.6/0.3	35.92	98.96			14.368		14.368	39.58	0.072	1.0345
0.3/0.15	60.04	63.04			24.016		24.016	25.22	0.104	2.4977
0.15/0	3	3			1.2		1.2	1.20	0.205	0.246
المجموع	100		100		40	60	100			4.8795
									WA	0.0488

إعداد الخلطات والصب

- يتم غمر الركام بحوض به ماء لمدة 24 ساعة ثم يتم إخراجه ويجفف سطحه الخارجي بواسطة قطع من الخيش ليصبح مشبعاً جاف السطح (Saturated Surface Dry).
- توزن المواد اللازمة لإعداد الخلطة بواسطة موازين بدقة تصل الى 0.5 جرام.
- تخلط مكونات الخلطات على الجاف ثم يتم إضافة الماء المحدد للخلطة تدريجياً حتى تتجانس الخلطة ويستغرق زمن الخلط مدة ثلاثة دقائق.

- تنقل الخرسانة الى القوالب ويتم صبها على ثلاث طبقات وتدمك كل طبقة بواسطة منضدة كهربائية مهتزة و يتم بعد ذلك تسوية سطحها بواسطة ملعقة خاصة وتستغرق هذه العملية حوالي دقيقتين لكل عينة.

جدول 4 مكونات الخلطات الخرسانية

مقاومة الضغط (نيوتن / ملم^2)	نسبة الماء الى الإسمنت W/C	مكونات الخلطة (كيلو جرام/ م^3)	درجة التشغيل		
			منخفضة	متوسطة	عالية
15	0.69	الإسمنت (C)	197.92	231.77	305.1
		الماء (W)	136.497	159.842	210.41
		الركام الخشن (Ac)	1249.05	1195.87	1080.67
		الركام الناعم (Af)	832.698	797.244	720.45
20	0.65	الإسمنت (C)	264.51	311.79	415.42
		الماء (W)	149.44	176.155	234.7
		الركام الخشن (Ac)	1195.88	1130.78	988.2
		الركام الناعم (Af)	797.25	753.86	658.79
25	0.48	الإسمنت (C)	351.74	410.01	554.5
		الماء (W)	168.3	196.137	265.303
		الركام الخشن (Ac)	1153.5	1050.912	871.5
		الركام الناعم (Af)	769	700.608	581
30	0.42	الإسمنت (C)	440.98	526.1	728.83
		الماء (W)	183.74	220.45	303.68
		الركام الخشن (Ac)	1054.97	954.1	725.32
		الركام الناعم (Af)	703.32	636.1	483.5

معالجة العينات (Curing)

بعد إتمام عملية الصب تغطى العينات بغطاء بلاستيكي لمنع التبخر والإنكماش اللدن و تترك في جو المعمل لمدة **24 ساعة** وبعدها ترقم العينات الخرسانية لتميزها عن بعضها البعض ثم يتم غمرها في الماء في درجة حرارة المعمل لمدة **28 يوم** ثم يجرى إختبارها للحصول على مقاومتي الضغط والشد للعينات الخرسانية.

الإختبارات المعملية

١-إختبار الهبوط (Slump Test):

يستخدم هذا الإختبار لقياس الدرجة التشغيلية للخرسانة ويستفاد منه في مراقبة تجانس الخرسانة والتحقق من مدى تطابق التشغيلية التصميمية مع الواقعية. ويستخدم لهذا الإختبار قمع معدني على شكل مخروط ناقص يصل إرتفاعه الى حوالي 30 سنتيمتر. .يتم ملء القمع بالخرسانة الطازجة على ثلاثة طبقات وتدمك كل طبقة 25 مرة بواسطة قضيب قياسي يبلغ قطره 16 ملم ثم يسوى سطح الخرسانة ويرفع المخروط راسياً ببطء ويتم قياس مقدار هبوط الخرسانة ويعبر ذلك على درجة التشغيلية للخرسانة وفقاً لمتطلبات المواصفات القياسية البريطانية **BS-1881-Part 102** [8]. **الجدول 5** يبين نتائج الهبوط للخلطات المستخدمة لدرجات التشغيل المختلفة.

ب-إختبار مقاومة الضغط (Compressive Strength Test):

ويهدف هذا الإختبار الى تحديد التحملية القصوى للخرسانة المتصلدة نتيجة تعرضها لإجهادات الضغط ، وهذا يتم بتعريض العينات لأحمال ضغط توازي محور العينات الأسطوانية المستخدمة. الحمل يسلط بصورة تدريجية حتى يحدث الإنهيار. لضمان التوزيع المتجانس للأحمال على سطح العينة تم معالجة سطح العينات بإستخدام الكبريت وفقاً لمتطلبات المواصفات القياسية الأمريكية **ASTM C617-87** [9] تحسب مقاومة الضغط من متوسط النتائج المتحصل عليها من ثلاث عينات لكل خلطة وذلك بإستخدام العلاقة التالية

$$f_c = P/A$$

حيث : P يمثل حمل الكسر بالنيوتن و A تمثل مسحة المقطع بالمليمتر المربع.

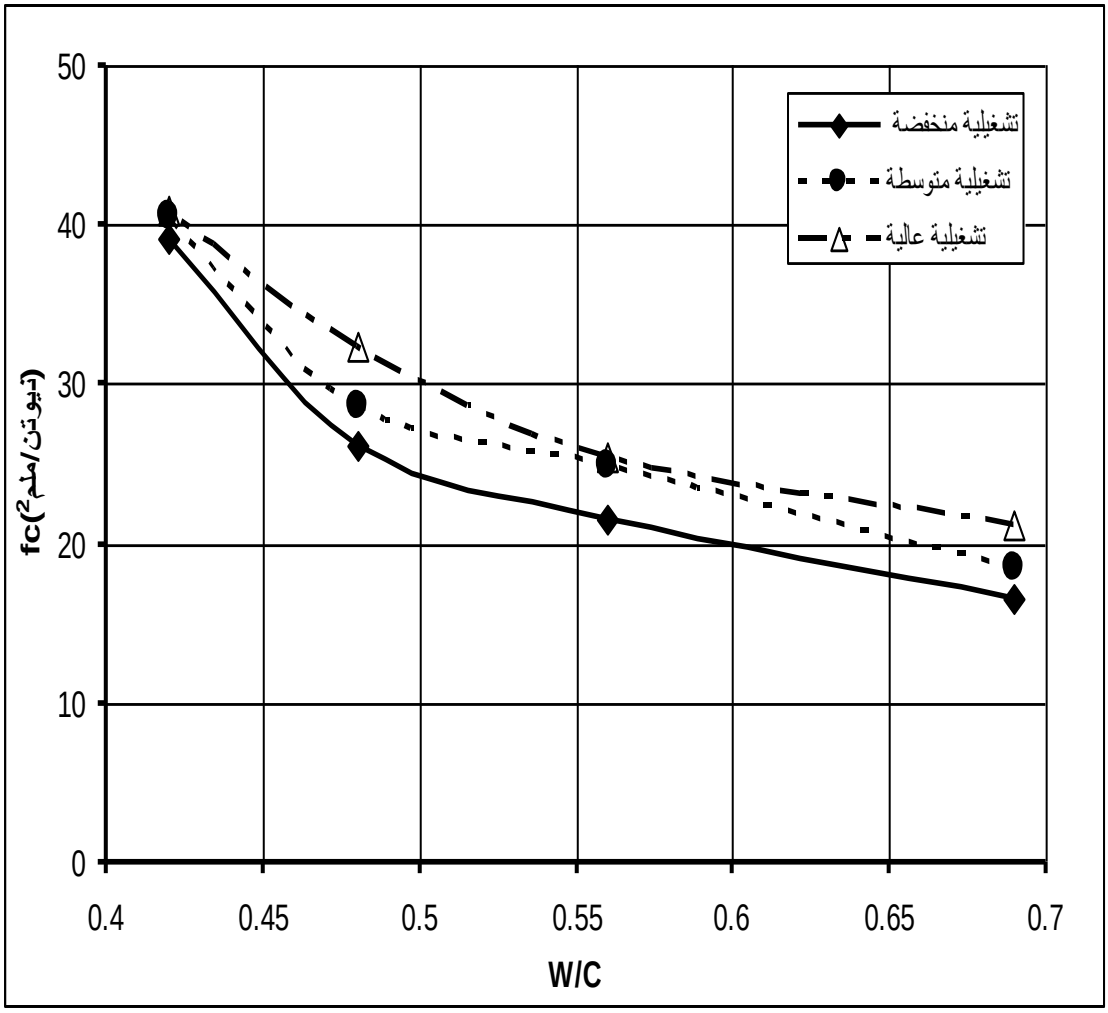
الشكل 3 يوضح نتائج مقاومة الضغط للخلطات المستخدمة لدرجات التشغيل المختلفة.

ج- إختبار مقاومة الشد (Tensile Strength Test):

ويهدف هذا الإختبار الى تحديد إجهادات الشد للخرسانة بطريقة غير مباشرة وذلك بتعريض العينات الى حمل ضغط عمودي على محور العينة. ويتم تسليط الحمل على مساحة ضيقة من محيط الأسطوانة وذلك بواسطة قضيبين معدنيين وشريحة ضيقة من خشب الأبلاكاش. , يتم حساب مقاومةالشد بحساب متوسط نتائج ثلاث عينات:

$$f_t = 2P/\pi DL$$

حيث : **P** يمثل حمل الكسر بالنيوتن و **D** تمثل قطر الأسطوانة بالمليمتر ، **L** تمثل طول لعينة بالمليمتر.



شكل 3 نتائج إختبار مقاومة الضغط للعينات الخرسانية

جدول 5 نتائج إختبار الهبوط ومقاومة الضغط والشد للخلطات الخرسانية المستخدمة

مقاومة الضغط التصميمية نيوتن/ملم^2	نسبة الماء الى الإسمنت W/C	الدرجة التشغيلية	مقدار الهبوط)ملم(	مقاومة الضغط نيوتن/ملم^2	مقاومة الشد نيوتن/ملم^2
15	0.69	منخفضة	60	16.5	1.9
		متوسطة	100	18.5	1.82
		عالية	150	21.2	2.03
20	0.56	منخفضة	80	21.5	1.96
		متوسطة	130	24.9	2.03

		عالية	160	25.5	2.26
25	0.48	منخفضة	100	26.2	2.88
		متوسطة	150	28.6	3.07
		عالية	210	32.4	2.12
30	0.42	منخفضة	100	39.2	3.53
		متوسطة	180	40.5	2.68
		عالية	280	41	3.95

مناقشة النتائج :

من خلال إستعراض النتائج المتحصل عليها من حساب مكونات الخلطات الخرسانية و بعض إختبارات ضبط الجودة يمكن إستنتاج مايلي:

- مكونات الخلطات الخرسانية المتحصل عليها بهذه الطريقة تتوافق الى حد كبير مع تلك التي يمكن الحصول عليها بإستخدام طرق التصميم الآخرى الشائعة الإستعمال (ACI & BS).
- يلاحظ أن نتائج إختبارات الهبوط تقل نسبياً بمعدل من 5 الى 10 ملم عند كل درجة تشغيلية مع الحدود الشائعة لدرجات التشغيل.
- هذه الطريقة تحقق بكل كفاءة متطلبات مقاومتي الضغط والشد.

التوصـيات:

1-تعتبر هذه الطريقة أحد الإضافات الهامة لطرق تصميم الخلطات الخرسانية وذلك للميزات التالية:

- إدخال تأثير إمتصاص الإسمنت للماء في عملية التصميم.
- إدخال تأثير إمتصاص الركام الناعم والخشن والتدرج الحبيبي في مراحل التصميم.

2- لكي تكون هذه الطريقة أكثر فاعلية يوصى بإجراء بحوث إضافية للحصول على جداول تعطي كميات إمتصاص الماء من قبل الإسمنت والركام للخامات المحلية تناظر تلك المستخدمة في هذه الطريقة (جداول ستيرنا).

3- ضرورة إجراء إختبارات أخرى لتحديد الخصائص طويلة المدى لإثبات كفاءة الخرسانة مثل الإنكماش الجفافي والزحف .....الخ.

المراجـع :

[1] Neville, A.M., " **Properties of concrete** ", Pitman Books Limited, London, Third Edition, 1981, 779 pp.

[2] Neville, A.M. and Brooks, J.J., " **Concrete Technology** " , Longman Scientific and Technical , London, First Edition, 1987, 438 pp.

[3] Jamrozy , " **Technologia Betonu** " , Krakow, 1999, pp. 60-102.

[4] Ebtisam A. Abouda and Tagreed H. Boshaheen , " **How to Design Normal Concrete Mixes by Using Three Equations Method**" , B.Sc. Project, Civil Engineering Department , Al-fateh University , Tripoli- Libya, 2007.

[5] Salim N. Ashour and Mohamed Z. Yosefee , " **How to Design Normal Concrete Mixes by Using Three Equations Method**" , B.Sc. Project, Civil Engineering Department , Al-fateh University , Tripoli- Libya, 2004.

[6] British Standard Institution, BS 12, " **Ordinary and rapid-hardening Portland cements** " , London, 1991.

تأثير الحجم الواحد للركام على مقاومة الضغط للخرسانة

د. مختار معمر ابوراوى م. وسيم محمد انديشه م. اسماعيل ابوعجيله الفارسي
كلية الهندسة - جامعة المرقب - ليبيا
Aburawi2010@yahoo.com

الملخص :

نظرا للنقص الواضح في الدراسات المعملية على المواد المحلية المستعملة في اعمال البناء والتشييد والتي من المفترض ان تواكب متطلبات سوق البناء، لوحظ ان اغلب عقود المقاولات في ليبيا تتبني المواصفات العالمية التي ربما في بعض الاحيان لن تكون مجدية بسبب اختلاف مصادر هذه المواد وتأثير البيئة المحيطة على خواصها وخاصة بعد استعمالها، ومن هنا نرى من وجهة نظرنا ان دراسة المواد المحلية بشكل عملي سيكون له تأثير ايجابي على ديمومة المنشآت الخرسانية، وباعتبار ان الركام يمثل الجزء الاكبر في صناعة الخرسانة بات من الضروري دراسة مصادره الطبيعية التي تختلف خواصه بشكل متفاوت من مكان لآخر بسبب تأثير البيئة المحيطة على تكوينه، ولهذا السبب وغيره تتعرض هذه الراسة لبحث مدى تأثير الحجم الواحد للركام الخشن المتواجد في منطقة المرقب على خواص الخرسانة الطرية والتصلبة ومقاومتها للضغط بعد معالجة جزء من العينات في الماء وآخرى في الهواء، حيث تم اختبار مقاومة الضغط لعدد من المكعبات تم اعدادها من ثلاثة خلطات خرسانية تحتوي على ركام خشن ذو حجم واحد، وللمقارنة تم اعداد خلطة مرجعية تحتوي على ركام متدرج. النتائج التي تم الحصول عليها تبين ان استخدام الركام ذو الحجم الواحد وخاصة الحجم الاقل من 10مم له تأثير واضح في زيادة التشغيلية ومقاومة الضغط.

المقدمـة :

يعتبر الركام بالنسة للخرسانة هو المادة المالئة وينتشر داخل الخلطة الخرسانية بشكل من المفترض ان يكون متجانس، ويعتمد عليه في أغلب الأحيان لأسباب اقتصادية مقارنة بالمونة الإسمنتية، ولكن فوائد الركام ليست اقتصادية فقط، إذ أنه يوفر للخرسانة فوائد أخرى لها الكثير من الأهمية منها ثبات حجم للخرسانة بدرجة عالية كما يحسن من تحملية الخرسانة أكثر من استعمال المونة الإسمنتية بمفردها، وبما ان الركام يشغل ثلاثة أرباع حجم الخرسانة يكون له دور كبير في تحديد الكثير من خواصها سواء كانت في حالتها الطرية مثل قابلية الشتغيل أو حالتها الصلبة مثل الديمومة ومقاومة الخرسانة للانضغاط ، كما أن استخدام نوعيات من الركام ذو جودة منخفضة يمكن أن تسبب في تدني مقاومة الخرسانة بصورة كبيرة، وتعتمد الخواص المذكورة أعلاه على نوعية الركام المستعمل، ومن أهم مصادره هي الحجر الجيري والحجر الناري ويلي ذلك في الأهمية الوديان، ومن الأمور الواضحة أن مقاومة الخرسانة للضغط لا يمكن بأي حال من الأحوال أن تزيد عن مقاومة الضغط للركام، ولاختبار مقاومة الخرسانة للضغط، هناك العديد من العوامل التي يجب دراستها ومن أهمها المكونات الاساسية للخلطة الخرسانية كنسبة الركام للاسمنت ونسبة الماء للاسمنت [2,1].

الانكماش والتشققات التي تحدث في الكتلة الخرسانية دائما ما يكون سببها الرئيسي خواص العجينة الأسمنتية وليس الركام وهنا نود الإشارة إلى ان نوعية وحجم الركام المستعمل في الخلطة الخرسانية يؤثر بشكل أساسي على جودة الخلطة الخرسانية في حالتها الصلبة على وجه الخصوص، وإذا ما قارنا خرسانة مصبوبة بركام مختلف نلاحظ أن تأثير الركام على مقاومة الخرسانة متساوي كمياً مهما كانت نسبة الخلط، حيث ان هذا تأثير ليس نتيجة المقاومة الميكانيكية للركام فقط وإنما بسبب تركيبه وتكونيه وبنيته ومعامل مرونته. معامل المرونة للخرسانة يزداد كلما زادت مرونة الركام، فاننا نلاحظ ان الركام ذو المقاومة والمرونة المنخفضة يكون له فائدة للحفاظ على تحملية الخرسانة، باعتبار ان التغيرات الحجمية المتسببة عن الرطوبة أو الحرارة تؤدي إلي إجهاد أقل في العجينة الإسمنتية عندما يكون الركام قابلاً للانضغاط .[4,3,1]

البرنامج العملي

الخلطات الخرسانية في هذه الدراسة تتكون من الأسمنت البورتلاندي العادي وفق المواصفة الليبية رقم 340 لسنة ----- ، تم توريد الاسمنت من مصنع المرقب للاسمنت بالخمس. الركام الخشن والركام الناعم تم توريده من احدى الكسارات المتواجدة في منطقة الخمس، واجريت على الركام الخشن والناعم التجارب المتعلقة بالتدرج الحبيبي وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها وفق المواصفات البريطانية كما هو موضحة في الجدولين رقم (3) و(4)، والوزن النوعي للركام المستعمل يتراوح ما بين (2.6–2.7) وتتفق هذه النتائج مع المواصفات القياسية البريطانية. تم استعمال الماء المورد من منظومة الكلية وهو صالح للشرب، خلي من المواد العضوية والشوائب ونسبة الأملاح طبقاً للمواصفة الليبية (2000/12). لاعداد العينات للخلطات الخرسانية التي تحتوي على الركام ذو الحجم الواحد وباستخدام المناخل ذات الارقام 5مم و10مم و14مم تم فصل الكمية المطلوبة لكل خلطة مكونة من 480 كج/م^3 اسمنت و1305 كج/م^3 ركام خشن و373 كج/م^3 و192 كج/م^3 ماء و2.40 كج/م^3 ملدنات فائقة للحصول على تشغلية هبوط للخرسانة تتراوح بين 128–145مم.

جدول 1: التركيب الكيميائي لإسمنت مصنع المرقب

ت	التركيب الكيميائي	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية %
1	ثاني أكسيد السيليكون	SiO_2	22.19
2	أكسد الألومنيوم	AL_2O_3	4.76
3	أكسد الحديديك	Fe_2O_3	4.88
4	أكسد الكالسيوم	CaO	63.93
5	أكسيد الماغنيسيوم	MgO	1.98
6	ثالث أكسيد الكبريت	SO_3	2.25

جدول 2: الخواص الطبيعية لإسمنت مصنع المرقب

الاختبار	النتائج	حدود المواصفات القياسية الليبية رقم(2000/12)
زمن الشك الابتدائي (ساعة)	3:25	لا يقل عن 45 دقيقة
زمن الشك النهائي (ساعة)	5:30	لا يزيد عن 10 ساعات
ثبات الحجم (ملم)	1	لا يزيد عن 10 ملم
مقاومة الضغط بعد ثلاثة أيام (نيوتن / متر^2)	26	لا تقل عن 24
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (نيوتن / متر^2)	44.55	–
الوزن النوعي	3.15	مطابق
المساحة السطحية (سم2 /جم)	2977	–
النعومة (%)	5.66	–

جدول 3: التحليل المنخلي لعينة الركام الخشن

مقياس المنخل mm	الوزن المحجوز (gm)	الوزن التراكمي (gm)	النسبة المحجوزة %	النسبة المارة %	حدود المواصفات
37.5	0	0	0	100	100
20	300	300	6.0	94	90-100
14	2066	2366	47	53	40–80
10	1005	3371	67	33	30–60
5	1587	4958	99	0.01	0–10
3.35	40.1	4998	100	0	–
الوعاء	10	5008	100	0	–

جدول 4: التحليل المنخلي لعينة الركام الناعم

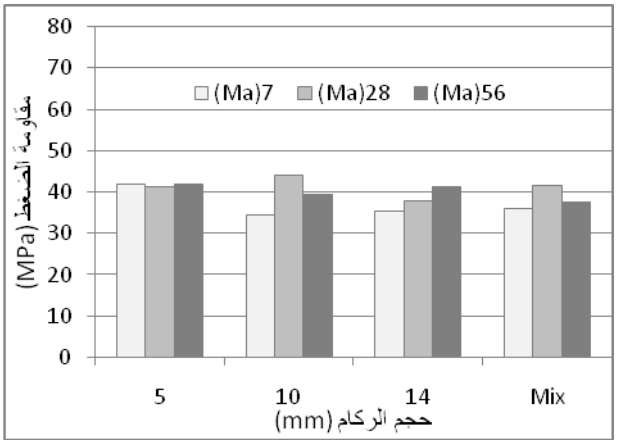
مقياس المنخل mm	الوزن المحجوز (gm)	الوزن التراكمي (gm)	النسبة المحجوزة %	النسبة المارة %	حدود المواصفات
2.36	0	0	0	100	80–100
1.18	3	3	0	100	70–100
0.6	6.5	9.5	0	100	55–100
0.3	2400	2409	80	20	5–70
0.150	573	2982	100	0	–
الوعاء	15	2998	100	0	–

مناقشة النتائج

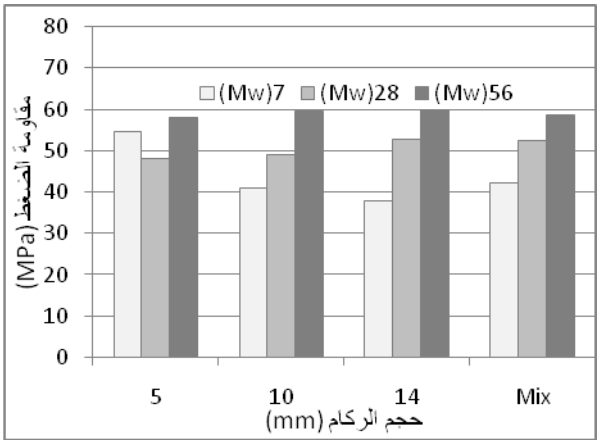
تأثير حجم الركام علي مقاومة الضغط

الأشكال رقم (1)،(2) توضح تأثير الركام ذو الحجم الواحد على مقاومة الخرسانة للضغط. النتائج تبين ان قيم المقاومة بالنسبة للعينات المعالجة في الهواء لم تظهر أي فروق جوهرية في المقاومة مع الزمن، وبشكل عام نلاحظ ان قيم المقاومة للعينات المعالجة في الماء هي الأفضل. الشكل رقم (1) يبين تأثير حجم الركام على مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الهواء حيث أن قيمة المقاومة المبكرة تصل إلي 90% من قيمة المقاومة عند 56 يوم، وهذا يوضح عدم تأثير المعالجة في

الهواء على المقاومة بالنسبة للعينات التي تحتوي علي الحجم الواحد من الركام، وبالمقارنة مع الخلطة المرجعية لم نلاحظ أي تغير في المقاومة مع الزمن.



الشكل 1: تأثير حجم الركام علي مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الهواء

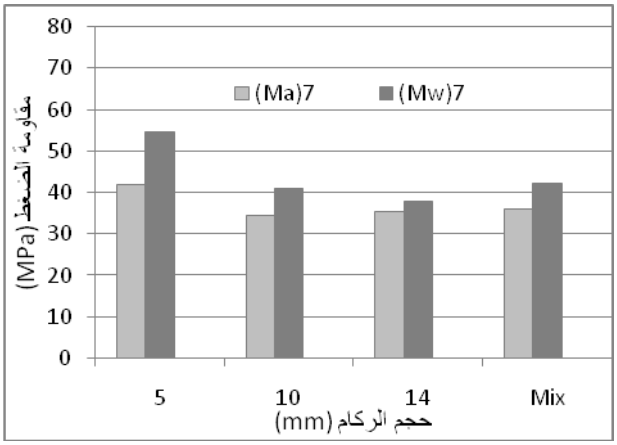


الشكل 2: تأثير حجم الركام علي مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الماء

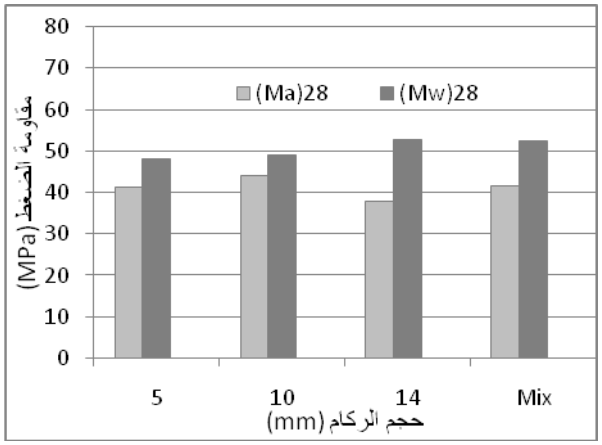
النتائج التي تم استعراضها في الشكل رقم (1) تبين أيضا مدى تأثر الخلطة الخرسانية التي تحتوي علي حجم الركام 10 ملم بالمعالجة بالهواء حيث انخفضت المقاومة بعد 28 يوم من تاريخ الصب بنسبة 10% عند 56يوم. ونفس الملاحظة تمت مشاهدتها في الخلطة التي تحتوي على الركام المختلط أما بالنسبة للخلطة التي تحتوي على الركام رقم 14 فإن نمو المقاومة مع الزمن متوقع أي أن كلما زادت مدة المعالجة زاد ت قيمة النمو إلي الأفضل. وبشكل عام فإن مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الهواء لم تظهر أي فروق جوهرية تذكر حتي تاريخ 56 يوم. الشكل رقم (2) يوضح تأثير حجم الركام علي مقاومة الضغط للعينات التي تم معالجتها في الماء، والنتائج تظهر تأثير المعالجة بالماء علي نمو المقاومة مع الزمن وذلك لجميع الخلطات. وجميع العينات التي تم معالجتها في الماء أظهرت نتائج أفضل بسبب احتفاظها بالمحتوى الرطوبة مما ساعد على تنامي المقاومة سواء في الفترة الزمنية المبكرة أو حتى عند 56 يوم من تاريخ الصب. وهذا التأثير كان واضح في جميع الخلطات التي تحتوى علي الحجم الواحد للركام وأيضاً لوحظ ذلك في الخلطة التي تحتوي علي الركام المختلط، لم نلاحظ الفروق الكبيرة بين المقاومات عند نفس الزمن بالنسبة للخلطات التي تم معالجتها في الهواء كما هو مبين في النتائج الموضحة في الشكل رقم (1) ، إلا أن في الشكل رقم (2) لوحظ أن هناك زيادة في المقاومة خلال الأسبوع الأول وتكون هى القيمة الأكبر مقارنة مع بقية الخلطات الأخرى.

تأثير المعالجة علي مقاومة الضغط

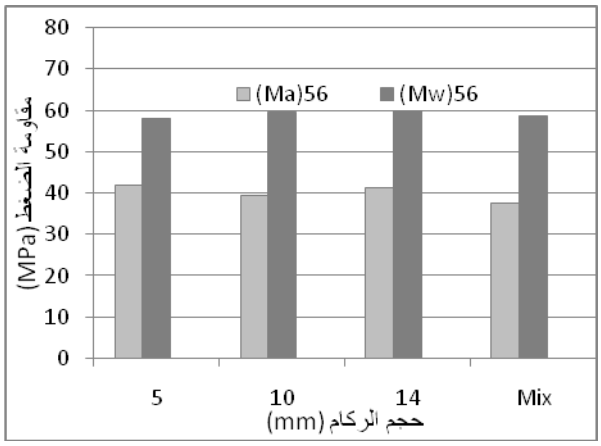
الأشكال (3)،(4)،(5) توضح تأثير المعالجة على مقاومة الضغط لجميع الخلطات الخرسانية المعتمدة في هذه الدراسة. النتائج بشكل عام توضح أن قيمة مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الماء هي أفضل من مقاومة العينات المعالجة في الهواء، وعند 56 يوم من فترة المعالجة كل العينات حققت نتائج افضل. الشكل رقم (3) يبين أن قيم مقاومة الضغط المبكرة للعينات المعالجة في الهواء حققت فقط نسبة 80% من قيمة المقاومة المبكرة للعينات المعالجة في الماء خلال الأسبوع الأول. الشكل رقم (4) يستعرض نتائج مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الماء والتي كانت الأفضل بشكل واضح، وخاصة بالنسبة للخلطة التي تحتوي على الركام حجم 14 ملم، حيث كان مقدار الزيادة في مقاومة الضغط بنسبة 28% بالمقارنة مع العينات المعالجة في الهواء. تأثير فترة المعالجة علي نتائج المقاومة للخلطات الخرسانية عند 56 يوم كما هو مبين في الشكل رقم (5)، تظهر النتائج ان الزيادة واضحة بين العينات المعالجة في الهواء والماء بالنسبة للخلطة المرجعية والتي كانت فيها نسبة الزيادة تقريبا 36%. هذه الزيادة تبين تأثير معالجة العينات في الهواء والماء وخاصة حتي زمن 56 يوم بالمقارنة مع الفترة المبكرة. ومن خلال النتائج السابقة يتضح لنا مدى تأثير فترة المعالجة علي مقاومة الضغط. ولذلك نلاحظ ان مع امتداد فترة معالجة العينات الخرسانية في الماء نتحصل على نتائج افضل، كما ان تأثير المعالجة على العينات الخرسانية التي تحتوي على الحجم الواحد للركام ايضا كان ملحوظ.



الشكل 3: تأثير المعالجة عند 7 أيام علي مقاومة الضغط لجميع الخلطات



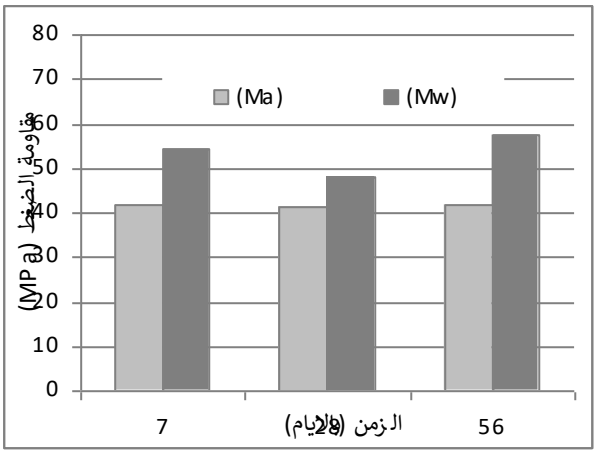
الشكل 4: تأثير المعالجة عند 28 يوم علي مقاومة الضغط للعينات لجميع الخلطات



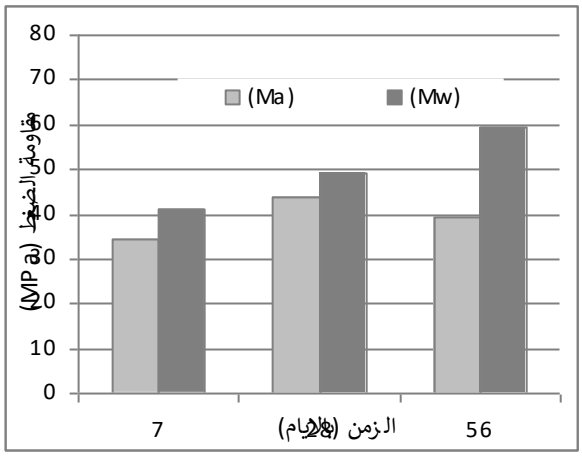
الشكل 5: تأثير المعالجة عند 56 يوم علي مقاومة الضغط للعينات لجميع الخلطات

تأثير الحجم الواحد للركام على مقاومة الضغط

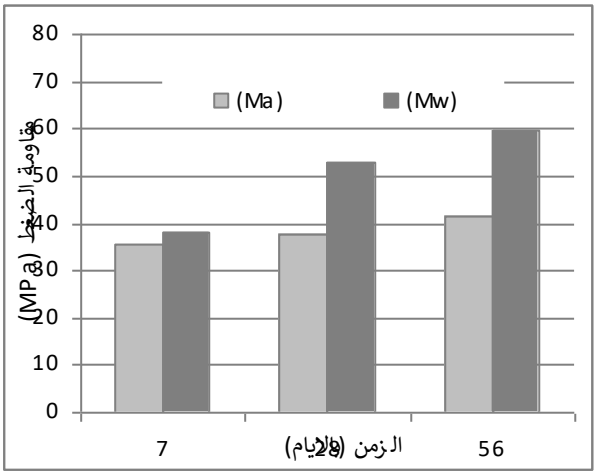
الأشكال(6)، توضح مقاومة الضغط للعينات التي تحتوى على الركام ذو الحجم الواحد ولجميع العينات، وبشكل عام نلاحظ أن النمو الأفضل لمقاومة الضغط كان للعينات التي تحتوى علي كسر أحجار مختلط الحجم. والنتائج تبين أن قيمة المقاومة للعينات المعالجة في الماء هي الأفضل مقارنة بالعينات المعالجة في الهواء حيت تصل مقاومتها للضغط إلي نسبة 78% من العينات المعالجة في الماء وبصورة خاصة نلاحظ ان الزيادة القصوى كانت عند 56 يوم، كما توضح النتائج ان فروق ليست جوهرية تذكر بين قيم المقاومة المبكرة وحتى 56 يوم بالنسبة للعينات التي تحتوى على الركام ذو الحجم الواحد 5 ملم والمعالجة في الهواء. ولوحظ ذلك السلوك ايضا في نتائج المقاومة للعينات المعالجة في الماء. في الشكل رقم (7) لوحظ أن قيمة مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الهواء حققت نسبة 79% من مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الماء، وهذه النسبة تزايدت عند 56 يوم وهذا يبين مدى تأثير الفترة الزمنية علي المقاومة. النتائج المبينة في الشكل توضح أن قيمة المقاومة المبكرة في الهواء حققت نسبة 87% من المقاومة عند 56 يوم بينما المقاومة المبكرة للعينات المعالجة في الماء أقل وحققت نسبة 68% من المقاومة عند نفس المدة وهذا أيضا يوضح أن هناك نمو أفضل في المقاومة عند المعالجة في الماء وخاصة بين الفترة المبكرة وحتى 56يوم من تاريخ الصب.



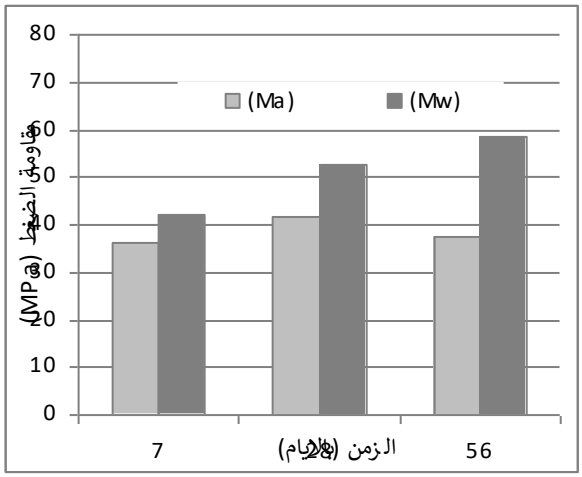
الشكل 6: مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام حجم 5 مم



الشكل 7: مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام حجم 10 مم



الشكل 8: مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام حجم 14 مم



الشكل 9: مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام الحجم المختلط

الشكل رقم (8) يوضح مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام حجم 14ملم والنتائج تبين أن مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الهواء حققت نسبة 78% من قيمة المقاومة للعينات المعالجة في الماء وبمعدلات أعلي عند فترة 56 يوم. كما تبين النتائج أن العينات المعالجة في الهواء حققت نسبة زيادة 15% من المقاومة المبكرة أي خلال الأسبوع الأول بالمقارنة مع العينات المعالجة في الماء عند 28يوم، وفي حالة المعالجة في الماء تحسنت هذه الزيادة ووصلت إلى 38% لذلك تستنتج أن نمو المقاومة عند المعالجة في الماء أفضل من المعالجة الهواء.

الشكل رقم (9) يوضح مقاومة الضغط للعينات التي تحتوي علي الركام المختلط الحجم. أن الفارق في المقاومة بين العينات المعالجة في الهواء والمعالجة في الماء بالنسبة للعينات التي تحتوى على الركام المختلط كان أكبر من العينات السابقة والتي تحتوي علي الركام ذو الحجم الواحد، والنتائج تبين أن نسبة الزيادة تصل إلي حوالي 76%. كما نلاحظ ايضا في نفس الشكل أنه ليست هناك فروق جوهرية في المقاومة المبكرة وحتى 56 يوم في حالة المعالجة في الهواء، بينما هناك زيادة في المقاومة في حالة العينات المعالجة في الماء تصل إلى 39% عند المقارنة بين العينات التي تم اختبارها خلال الأسبوع ونهاية الفترة الزمنية المقررة في هده الدراسة وهي 65 يوم.

الخلاصة والاستنتاجات :

من خلال ما تمت دراسته في هذا البحث والتجارب المعملية التي أجريت نستخلص من ذلك الآتي:

1- نتائج مقاومة الضغط للعينات المعالجة في الماء هي الأفضل مقارنة بالعينات المعالجة في الهواء إحتفاظها بالمحتوى الرطوبي خلال فترات المعالجة.

2- تزداد المقاومة مع زيادة الفترة الزمنية للمعالجة وبشكل عام نلاحظ أن العينات التي تحتوي على الركام المختلط أظهرت نتائج أفضل في جميع الحالات وخاصة بالنسبة للعينات المعالجة في الماء.

3- مقاومة العينات المعالجة في الهواء لم تظهر أي فروق جوهرية في جميع الخلطات طيلة فترة المعالجة المعتمدة في هذه الدراسة.

التوصيات :

1. يوصي الباحثون بضرورة اعادة الدراسة باستعمال انواع اخري من الركام لمعرفة تأثير النوع والمصدر وكذلك دراسة الخواص الآخرى للخرسانة.
2. دراسة تأثير المحتوي الرطوبي على الركام وامكانية عمل خلطات تحتوي على مواد اضافية تعمل على تحسين بعض الخواص التي ربما تتدهور نتيجة استخدام الركام ذو الحجم الواحد.

المراجـع :

1. A.M.Neville "Properties of concrete" ,Forth edition Pitman books limited, London, (1983).
2. American Society for Testing and Materials, ASTM C 33, “Standard Specification for Concrete Aggregates,” West Conshohocken, PA, www.ASTM.org.
3. Mehta, P.K., (Concrete: structure, properties, and materials) Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, (1986).
4. Swamy, R.N., *Design for durability-an integrated material/structural strategy*, Paper presented in the ordinary general meeting of the Institution of Structural Engineers, Yorkshire Branch, held in University of Bradford 12th Feb. (1997).

تأثير مسحوق الآجر المحروق على بعض خواص الخرسانة

د. مختار معمر ابوراوي توفيق احمد يوسف عبدالله سالم عبيد
كلية الهندسة – جامعة المرقب - ليبيا
Aburawi2010@yahoo.com

الملخص :

يشهد العالم اليوم تطور تقنيا في مجال الخرسانة من حيث التحسن في خواصها وزيادة ديمومتها وقدرة تحملها للظروف البيئية المحيطة، وذلك بسبب التدهور الإنشائي في المنشآت الخرسانية نتيجة للظروف البيئية القاسية، ولذلك تم اللجوء إلى

استخدام الاضافات والمواد البوزلانية لتحسين الخواص الكيميائية والميكانيكية للخرسانة وللحصول على فعالية عالية. تم إستعمال الرماد المتطاير والسيليكا كمواد أسمنتية ، والتطور اليوم يصل إلى كيفية الاستفادة من مخلفات أوراق الأرز في صناعة الخرسانة لزيادة قوة تحملها، وعلى هذا الأساس يمكن الاستفادة من مخلفات مسحوق الاجر المطحون والسيليكافيوم للاستفادة منها كبديل جزئي للإسمنت وللحصول على فعالية ومقاومة جيدة، وكذلك دراسة تاثير هذه الاضافات على النفاذية. النتائج تبين مدي تأتير مخلفات الاجر المطحون علي الخرسانة الطازجة والمتصلدة، وتشير هذه الدراسة الى ان مسحوق الاجر لها تأثير ايجابي في تحسن قيم مقاومة الضغط فى الفترات الزمنية المتأخرة، كما تؤكد الدراسة على امكانية أستخدام هذه المسحوق كبديل جزئى للأسمنت، نتائج المقاومة خلال الاسبوع الاول كانت ضعيفة وغير متوقعة وخاصة مع اضافة نسبة من السيليكافيوم والملدنات، ولكن بدأت تتحسن بشكل ملحوظ في الاسبوع الرابع، اما بالنسبة لنتائج النفاذية كان مقدار تغلغل الماء عاليا جدا خلال العينات المختبرة.

الكلمات الدالة: الآجر المحروق، الخرسانة ، الديمومة، مقاومة الضغط، مقاومة الانحناء، النفاذية

المقدمة :

تعتبر الخرسانة مادة القرن العشرين وهي خلافاً لكل مواد الإنشاء الأخرى فهي مادة رخيصة الثمن بسبب النسبة العالية لكسر الأحجار والتي تصل إلى 70% من الحجم الكلي للمتر المكعب من الخرسانة وهذا له الأثر الايجابي في التقليل من التكلفة الإجمالية للمنشآت الخرسانية، إضافة إلى كفاءتها العالية لتحمل العوامل الجوية القاسية المحيط بها وخاصة في المناطق الحارة، ويمكن تشكيلها في قوالب وباشكال هندسية وحسب الطلب، وتستعمل الخرسانة في مختلف المنشآت الهندسية وخاصة في البنية التحتية لقطاع الإسكان والمواصلات، ويظهر بجلاء في كثير من المجتمعات المتطورة والتي ترى في ذلك تطوراً اقتصادي له انعكاساته على حياة تلك المجتمعات، ومن خلال الخبرة الطويلة في فهم السلوك الإنشائي للمواد والتجارب والاختبارات المعملية يمكن اعتماد الخرسانة كمادة ذات كفاءة عالية وديمومة عند تعرضها للظروف البيئية المتوسطة والمعتدلة [1-3]. شهد النصف الأخير من القرن تطورات غاية في الأهمية باستخدام مواد وإضافات جديدة للخرسانة، ومن أهم هذه الإضافات الرماد المتطائر والسيليكا وخبث الأفران والمواد البوزلانية، حيث ان استخدام هذه المواد كان له الاثر الايجابي في سهولة الضخ والتقليل من مشكلة الانفصال الحبيبي والنزوح والانكماش، وفي حالة الخرسانة المتصلدة فان إضافة هذه المواد نتج عنه تحسن في مقاومة الخرسانة للضغط ، أما من الناحية الاقتصادية فان استخدام

المواد ساهم في توفير مادة الاسمنت وفي حماية البيئة. وكذلك توافق هذه المواد مع نوعية الاسمنت المستخدم وما تاثير استخدام هذه الاضافات على سعر التكلفة في المتر المكعب مقابل المزايا التي يمكن تحقيقها في صناعة الخرسانة [3،2].

المواد البوزلانية هي المواد التي تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم الحر الناتج من تفاعل الاسمنت مع الماء مكونة مركبات غير قابلة للذوبان مثل سليكات وألومينات الكالسيوم، والتي تعمل على سد الفجوات الداخلية والمسام الشعرية، وكذلك تعمل المواد البوزلانية على زيادة مقاومة الخرسانة لنفاذية الماء والمواد الضارة من الخارج إلى داخل الخرسانة وخاصة لمستوى حديد التسليح، وللوصول إلى درجة عالية من مقاومة النفادية ينبغى العناية بتصميم الخلطة الخرسانية والعناية بعمليتى الدمك والمعالجة، وتم استعمال مادة (سليكافيوم بنسب تتراوح 2 – 10% من وزن الاسمنت وفى هذه الدراسة تم استعمال نسبة 10– 15% لغرض ضمان الحصول على مقاومة مبكرة عالية [3-5].

المواد الداخلة فى صناعة طوب الآجر هى الغرين والطين والطفلة، وكذلك يستخدم الرمل الناعم والرماد الطائر فى إنتاجه، ويعتبر الطين الداخل فى صناعة الطوب الأحمر الحرارى ذات تركيبة معقدة وإن كان يطلق عليه عمليا سليكات الأمونيا المحتوية على ماء مختلط ببعض الشوائب مثل أكاسيد الحديد والكالسيوم والمنجنيز والصوديوم والكبريت، وتم استعمال هذا النوع من الطوب فى جميع الخلطات الخرسانية وذلك بعد طحنه للحصول على درجة نعومة عالية واستعمال الآجر المطحون والمحجوز فى المنخل (0.150 mm) وتمت دراسة مدى تأثيره على الخرسانة الطازجة والمتصلدة [2,1].

البرنامج العملى

تم استعمال الاسمنت البورتلاندي العادي في كل الخلطات الخرسانية التي تم تصميمها لهذه الدراسة، تم توريد مادة الاسمنت من مصنع المرقب للاسمنت التابع للشركة الاهلية للاسمنت والجدول رقم (1) يوضح الخواص الطبيعية للاسمنت المستعمل، والركام الناعم الطبيعي تم توريده من محاجر منطقة زليتن والركام الخشن من محاجر منطقة قصر الاخيار والجدول رقم (2) يبين نتائج اختبار الخواص الفيزيائية للركام الناعم والخشن والجدول(3) يوضح التحليل المنخلي للركام الناعم، والشكل رقم(4) يبين وقوع الركام المستعمل من ضمن الحدود المسموح بها بالموصفات البريطانية (BS882-1992).

الجدول 1: الخواص الطبيعية للاسمنت المستعمل(3)

الاختبار	النتائج	حدود المواصفات القياسية الليبيةرقم (2000/12)
زمن الشك الابتدائي (ساعة)	3:25	لا يقل عن 45 دقيقة
زمن الشك النهائي (ساعة)	5:30	لا يزيد عن 10 ساعات
ثبات الحجم	1.00	لا يزيد عن **10mm**
مقاومة الضغط بعد 3 أيام **(N/mm^2)**	26.45	لا تقل عن **24 N/mm^2**

مقاومة الضغط بعد 28 يوم (N/mm^2)	44.55	لا تقل عن $39N/mm^2$
الوزن النوعي	3.15	مطابق
المساحة السطحية (cm^2/gm)	2977	لا تقل عن ($2225cm^2/gm$)

جدول 2: الخواص الفيزيائية للركام الناعم والخشن.

الاختبار	الركام الناعم	الركام الخشن	المواصفات البريطانية
الوزن النوعي	2.68	2.61	(2.6 –2.7)
وزن وحدة الحجوم (Kg/m^3)	1567	1576	(1400–1800)
معامل الصدم (%)	–	23.56	لا تزيد عن 45%
نسبة الامتصاص%	–	0.357	لا تزيد عن 3%

جدول 3: التحليل المنخلي للركام الناعم وفق المواصفات البريطانية.

المنخل mm	المتبقي على كل منخل	الوزن التراكمي (gm)	النسبة المئوية المحجوزة %	النسبة المئوية المارة %
2.0	0.0	0.0	0.0	100
1.18	0.2	0.2	0.04	99.96
0.6	0.9	0.9	0.18	99.82
0.3	150	150.9	30.18	69.82
0.15	329	479.9	95.98	4.02
الوعاء	20.1	500	100	0.0

جدول 4: التحليل المنخلي للركام الخشن وفق المواصفات البريطانية

المنخل (mm)	المتبقى على كل منخل (gm)	الوزن التراكمي (gm)	النسبة المئوية المحجوزة %	النسبة المئوية المارة %
37.5	0.0	0.0	%0.0	%100
20	29	29	%0.96	%99.04
14	660	689	%22.97	%77.03
10	1371.8	2060.8	%68.69	%31.3
5	915.6	2976.4	%99.2	% 0.8
الوعاء	23.6	3000	%100	%0.0

طريقة تحضير الخلطات الخرسانية

تم تصميم الخلطات الخرسانية وفق المواصفات الامريكية القياسية المرقمة (ACI 211.1–91) للمعهد الامريكي للخرسانة، والجدول رقم (5) يوضح مكونات الخلطات الخرسانية، حيث تم صب عدد من القوالب مقاس (100×100×400) مم واختبارها لمقاومة الانحناء والضغط وكذلك اختبار النفاذية بوضع العينات تحت ضغط مقداره 5 ضغط جوي ولمدة 72 ساعة حسب المواصفات الاروبية، ومنها تم حساب الهبوط فى الانبوب الهيدورليكي للجهاز واخذت القراءات للهبوط كل 24 ساعة.

جدول 5: مكونات الخلطات الخرسانية

رقم الخلطة	W/C	نسبة الملدنات للاسمنت	اجمالي المواد الاسمنتية	وزن الاسمنت Kg/m^3	وزن الاجر Kg/m3	وزن السيليكافيوم Kg/m3	الركام خشن Kg/m3	الركام الناعم Kg/m3	A/C	مقدار الهبوط mm
M1	0.48	% 1.6	400	400	0.0	0.0	1200	670	4.7	80
M2	0.48	% 1.6	400	320	80	0.0	1200	670	5.8	120
M3	0.48	% 1.6	400	280	80	40	1200	670	6.7	110
M4	0.48	% 1.6	400	260	80	60	1200	670	7.2	85

مناقشة النتائج

تأثير مسحوق الآجر على التشغيلية للخرسانة

نتائج اختبار الهبوط لقياس التشغيلية تتراوح ما بين (80 – 120مم) كما هو موضح في الجدول رقم (5)، لجميع الخلطات موضوع هذه الدراسة ونلاحظ فى الشكل ان باضافة 20% من مسحوق الاجر في الخلطة M2 يتحسن مقدار الهبوط بنسبة 33% بالمقارنة مع الخلطة المرجعية M1 بينما اضافة مادة السيليكافيوم بنسبة 10% فى الخلطة M3 ومسحوق الاجر بنسبة 20% انخفضت هذه النسبة الى 27% اما فى الخلطة M4 باضافة 15% من مادة السيليكافيوم لم يتحسن مقدار الهبوط عن الخلطة المرجعية M1 بشكل كبير وبذلك نستخلص مع استعمال مسحوق الاجر وبنسبة 20% في الخلطة الخرسانية ان اقصى استعمال لمادة السيليكافيوم هو 10% لتحسين التشغيلية، وبشكل عام نجد ان الخلطة M2 افضل الخلطات بالنسبة للتشغيلية، وكذلك نسبة الاحلال 20% من مسحوق الاجر لوحظ انها تعطى مؤشر جيد في تحسن خواص الخرسانة والاستغلال الامثل لهذه المسحوق للمساهمة في حماية البيئة.

تأثير مسحوق الآجر على مقاومة الضغط

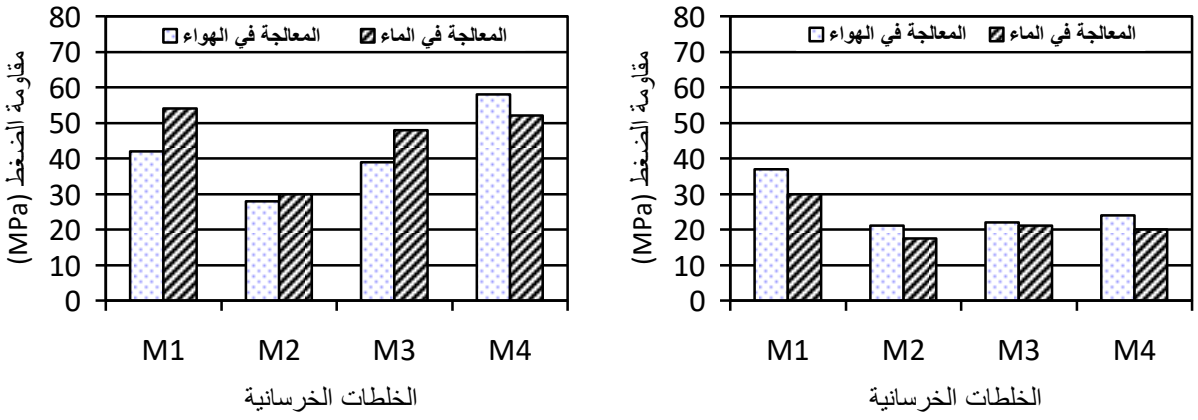
الاشكال رقم(1-3) توضح تأثير مسحوق الأجر على مقاومة الضغط لجميع الخلطات، والنتائج توضح تأثير مسحوق الآجر على تخفيض مقاومة الضغط المبكرة وخاصة فى الخلطة M2 مقارنة بالخلطة المرجعية M1 التي تحتوي على الاسمنت البورتلاندى فقط، بينما الخلطة M3 و M4 لوحظ بعض التحسن فى المقاومة بسبب اضافة مادة السيليكافيوم وخاصة فى العينات المعالجة فى الهواء، ومع استمرار فترة المعالجة نلاحظ تحسن فى المقاومة بسبب نمو وتفاعل مركبات الاسمنت، وهذا التحسن كان بشكل ملحوظ في الخلط M4 التى كانت فيها العينات المعالجة فى الهواء افضل من المعالجة فى الماء، كما هو موضح في الشكل رقم (2) ويرجع ذلك الى فقدان نسبة من المحتوي الرطوبى الزائد عن حاجة تفاعل

مكونات الخلطة، وهذه النتيجة بعكس الخلطات الاخرى والتى فيها نلاحظ ان العينات المعالجة فى الهواء افضل فقط حتى نهاية الاسبوع الاول من تاريخ الصب وبعد ذلك تكون العينات المعالجة فى الماء هى الافضل.

الشكل(3) يوضح تأثير مسحوق الاجر على مقاومة الخرسانة للضغط عند 56 يوم من المعالجة فى الهواء والماء والشكل يبين تحسن فى مقاومة الضغط بالنسبة للخلطة M3، M4 بالمقارنة مع الخلطة المرجعية M1 وهذا يدل على ان مادة السيلسكافيوم لها تاثير واضح فى زيادة قيم المقاومة المتاخرة للخرسانة وخاصة العينات التى عولجة بالماء.

تأثير الزمن على مقاومة الضغط

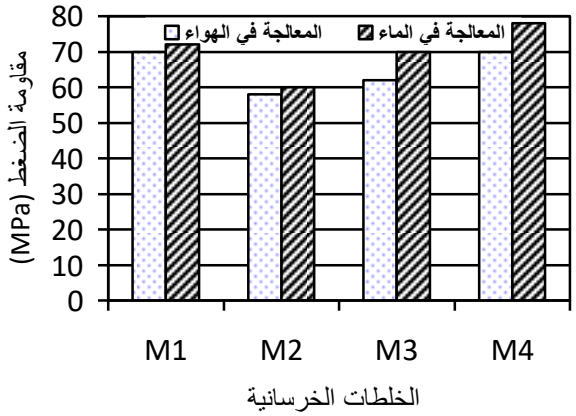
الاشكال رقم (4-7) توضح تأثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الضغط لجميع الخلطات، ونلاحظ من النتائج ولكل الخلطات ان تأثير معالجة العينات فى الهواء كان افضل من تأثير المعالجة فى الماء خلال الاسبوع الاول وفيما بعد لوحظ العكس. الاشكال رقم (4،5) توضح تاثير المعالجة على الخلطات التى تحتوى على مسحوق الاجر، وبالمقارنة مع الخلطة المرجعية M1 كانت مقاومة الضغط عندها افضل من الخلطة M2 حيث كانت نسبة انخفاض خلال الاسبوع الاول 55%، بسبب احتوائها على مسحوق الاجر بنسبة 20%، وفيما بعد حققت زيادة فى مقاومة الضغط وكانت بشكل ملحوظ وخاصة فى العينات المعالجة بالماء، وهذا يدل على ان لمسحوق الاجر له تاثير ايجابى على مضاعفة قيم مقاومة الضغط وخاصة فى الفترات الزمنية المتاخرة، ونسبة الزيادة كانت 30% فى الخلطة M1، وبذلك نستنتج ان مقاومة الضغط بالنسبة للخلطات التى تحتوى على مسحوق الاجر تتحسن فيما بعد 28 يوم من تاريخ الصب. اما بالنسبة للخلطة M3 التي تحتوي على 20% من مسحوق الاجر ، لم نتحصل على النتائج المتوقعة خلال الاسبوع الاول والناتجة من اضافة 10% من مادة السيليكافيوم، ومع امتداد فترة المعالجة كانت النتائج متقاربة مع الخلطة المرجعية M1 كما هو موضح في الشكل رقم (6).



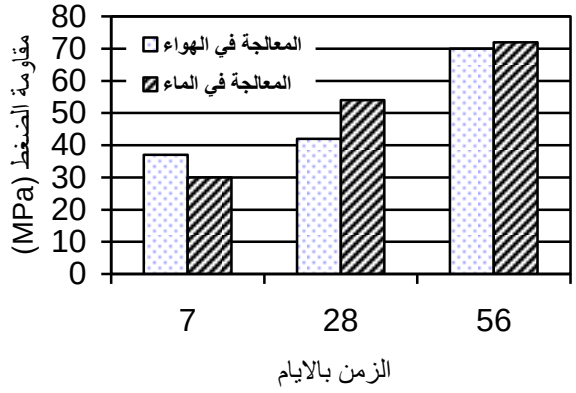
الش

الشكل (1) تأثير مسحوق الاجرعلى مقاومة الخرسانة للضغط عند (7) ايام

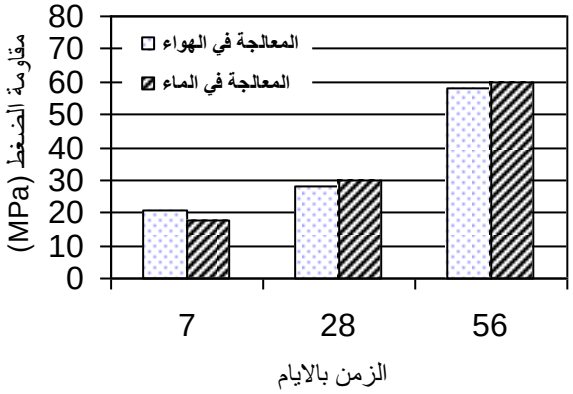
كل (2) تأثير مسحوق الاجرعلى مقاومة الخرسانة للضغط عند (28) يوم



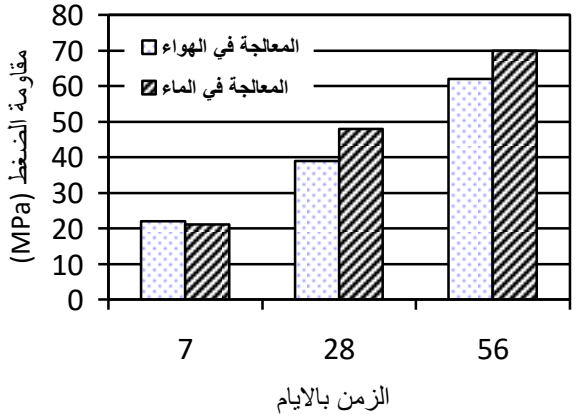
الشكل (3) تأثير مسحوق الاجرعلى مقاومة الخرسانة للضغط عند (56) يوم



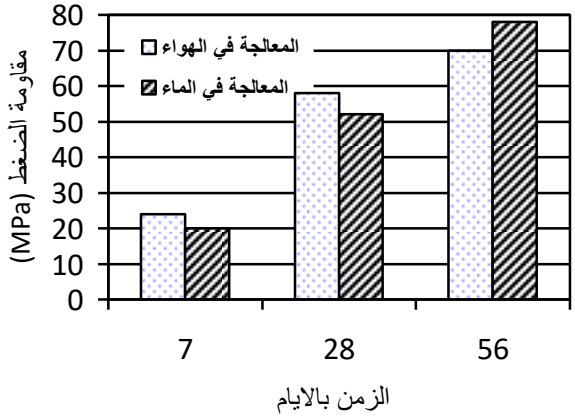
الشكل (4) تأثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط في الخلطة M1



الشكل (5) تأثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط في الخلطة M2



الشكل (6) تأثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط في الخلطة M3



الشكل (7) تأثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط في الخلطة M4

تاثير فترة ونوعية المعالجة على مقاومة الضغط بالنسبة للخلطة M4 تم عرض نتائجه في الشكل رقم (7)، حيث لوحظ ان مقاومة الضغط الافضل بالمقارنة مع الخلطات الآخرى، وتبين لنا النتائج كذلك مدى اهمية مادة السيليكافيم مع مسحوق الآجر في زيادة مقاومة الضغط، غير ان اضافة 15% من مادة السيليكافيوم ربما يكون له تأثير سلبي على بعض الخواص الآخرى مما يتطلب الآمر دارستها، كما ان هذه النسبة من الممكن ان تزيد من التكلفة بدلا من الحصول على خرسانة جيدة وباقل تكلفة.

تأثير مسحوق الآجر على مقاومة الأنحناء

تم إجراء اختبار مقاومة الأنحناء لجميع العينات وتم تسجل قيم هذه المقاومة في الجدول رقم (6) لجميع الخلطات الخرسانية، وللمقارنة ايضا تم احتساب نسبة مقاومة الانحناء لمقاومة الضغط، ونلاحظ ان هذه النسبة لم تصل الي المتوقع وحسب الدراسات السابقة كانت 10%، وهذا يدل على ان مسحوق الآجر تأثير كبير جدا في انخفاض مقاومة الانحناء.

جدول6: مقاومة الانحناء والضغط لجميع الخلطات الخرسانية (kN/mm^2)

رقم الخلطة	الفترة الزمنية (يوم)	المعالجة بالهواء		المعالجة بالماء	
		الانحناء / الضغط	%	الانحناء / الضغط	%
M1	7	1.3 / 37	3.5	1.3 / 30	4.3
	28	1.7 / 42	4.1	1.7 / 54	3.2
	56	1.9 / 70	2.7	1.7 / 72	2.4
M2	7	1.2 / 21	5.7	1.1 / 18	6.1
	28	1.7 / 28	6.1	1.6 / 30	5.3
	56	1.7 / 58	2.9	1.6 / 60	2.7
M3	7	1.2 / 22	5.5	1.2 / 21	5.7
	28	1.7	4.4	1.6	3.3

	48		39		
2.3	1.6/70	2.7	1.7/62	56	
5.5	1.1/20	5.0	1.2/24	7	M4
3.1	1.6/52	3.5	2.0/58	28	
2.1	1.6/78	2.9	2.0/70	56	

4-4 معامل نفاذية الماء

من خلال النتائج لوحظ ان مقدار تغلغل الماء سطحي نوعا ما خلال العينات التي تم اختبارها للخلطات(M1، M2) ، اما بالنسبة للعينات المختبرة للخلطات(M3، M4) كان مقدار التغلغل كبير، والجدول(7) يبين متوسط تغلغل الماء في العينات المختبرة وقيم معامل النفاذية (k) لجميع الخلطات.

جدول(4-5) معامل النفاذية لكل عينة

العينة	متوسط تغلغل الماء فى العينات (mm)	معامل النفاذية $k \times 10^{-7}$
M1	35	0.503
M2	40	0.584
M3	63	0.620
M4	92	0.730

الاستنتاجات :

من خلال النتائج المتحصل عليهافى هذة الدراسة تم التوصل الي الاتى:

1- تأثير استعمال مسحوق الآجر كبديل جزئي للاسمنت كان له الاثر الايجابي في تحسين التشغلية، والاثر السلبي على مقاومة الضغط والانحناء المبكرة، ومع امتداد فترة المعالجة تتحسن المقاومة بشكل ملحوظ وتتجاوز في نتائجها بالمقارنة مع الخلطة المرجعية التى تحتوى على مادة الاسمنت فقط.

2- تأثير اضافة مادة السيليكافيوم للخرسانة غير متوقع على المقاومة المبكرة وخاصة بالنسبة للخلطات التي تحتوي على مسحوق الآجر.

3- مقدار تغلغل الماء كان سطحي نوعا ما خلال العينات التي تم اختبارها للخلطات التي لاتحتوي على السيليكافيوم، وبالمقارنة العينات للخلطات الآخرى التي كان فيها تغلغل الماء عميق وملحوظ.

التوصيات :

من خلال هذة الدراسة يمكن تقديم الأتى:

1. دراسة تأثير الاملاح الدائبة على الخلطات الخرسانية التي تحتوي على مسحوق الأجر كبديل جزئى للأسمنت فى الخلطات الخرسانية.
2. دراسة تأثير نسب آخرى من مسحوق الآجر على خواص الخرسانة الطازجة والمتصلبة في فترات زمنية اطول.
3. دراسة تأثير زيادة النعومة لمسحوق الأجر على التشغيلية والمقاومة.

المراجـع :

1- Nevile (Properties of concrete) Edition pitman books .Limited, London .1981.

2- Mehta, P.K., (Concrete: structure, properties, and materials) Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, (1986).

3- Reported by ACI Committee 234 (Guide for the use of silica fume in concrete) ACI Materials Journal V.92, No.4, July-August (1995).

4- Holland, T. C., and Luther, M. D., (Improving Concrete Quality with Silica Fume,) *Proceedings*, Lewis H. Tuthill International Symposium on Concrete and Concrete Construction, ed. G. T. Halvorsen, SP-104, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, (1987), pp. 107-122.

5- Mokhtar M Aburawi and R N Swamy (Influence of Salt Weathering on the Properties of Concrete) The Ninth CANMET/ACI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology, Warsaw-Poland, (2007).

د. محمد عمران أمبارك
أستاذ هندسة الطرق بكلية الهندسة جامعة الفاتح
mimbarek@omran.com.ly

م. أحمد أبو شريعة
طالب ماجستير بأكاديمية الدراسات العليا
khalifa.atrach@lbcd.com.ly

الملخص :

حساسية الخرسانة الإسفلتية لتغيرات درجات الحرارة المختلفة تلعب دور مهم في عمر و أداء طبقات الرصف الإسفلتي والتشوهات التي تحدث في سطح الطريق مثل التشققات السطحية بأنواعها أو التخدد ، ناتجة في معظمها من تأثير العوامل البيئية والحرارة أحد هذه العوامل المؤثرة . يقع جنوب ليبيا ضمن إقليم المناخ الحار جاف والذي يتميز بالارتفاع الكبير في درجات الحرارة خلال فصل الصيف و بانخفاض خلال فصل الشتاء خاصة أثناء فترة الليل ، هذا التباين الكبير في درجات الحرارة له تأثيره على أداء الرصف في هذه المنطقة . تستعرض هذه الورقة الدراسة التي تجري لقياس درجة الحرارة الرصف بجنوب ليبيا و بالتحديد في مدينة سبها في فصول مختلفة من السنة باستخدام أجهزة قياس خاصة تقوم بقياس درجات الحرارة لقطاع رصف نموذجي أعد لهذا الغرض وعلى أعماق مختلفة تصل الى 320 مم من سطح الرصف حتى طبقة الأساس الترابي حيث يمكننا ذلك من ملاحظة الانحدار الحراري خلال طبقات الرصف أثناء ساعات اليوم الواحد وكذلك قياس الإشعاع الشمسي بالمنطقة ومقارنة هذه النتائج المتحصل عليها بنتائج دراسات مشابهة في مناطق أخرى من ليبيا .

المفردات الدالة : درجة حرارة الرصف , الخرسانة الإسفلتية , الانحدار الحراري , الإشعاع الشمسي ، المناخ الحار

مقدمـة :

لما لشبكة الطرق في أي بلد من أهمية كبرى في النهوض الاقتصادي و الاجتماعي لنقل المجتمعات من التخلف إلي التقدم تأتي أهمية البحث العلمي في هذا المجال للوصول إلي الهدف الأساسي من إنشاء الطريق وهو تحقيق الراحة والأمان على هذه الطرقات وذلك بتلافي العيوب الإنشائية و الوظيفية التي تحدث بالطرق. تعتبر العوامل البيئية من المؤثرات المهمة على أداء الطرق الإسفلتية في بلادنا وأهم هذه العوامل هو درجة الحرارة والتي تلعب دور مهم في عمر وأداء طبقات الرصف الإسفلتي ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة لقياس درجة حرارة الرصف بشكل مباشر و باستخدام أجهزة قياس تقوم بقياس درجة حرارة الرصف على أعماق مختلفة و كذلك قياس كمية الإشعاع الشمسي و حاليا تجري دراسة شاملة لقياس درجة حرارة الرصف في ليبيا من قبل مصلحة الطرق و الجسور ، حيث تم إختيار 11 موقعا وفقا للتنوع المناخي و

الجغرافي للبلاد وذلك لإنشاء محطات قياس لرصد هذا التأثير البيئي على الرصف الإسفلتي و إدخاله في التصميم لاحقاً وذلك بمراقبة دورة التأثير الحراري خلال عام كامل لرصد أدنى وأقصى درجة حرارة للرصف وعلاقتها بدرجة حرارة الهواء و الإشعاع الشمسي. وتجدر الإشارة إلى أن المرحلة الأولى من هذه الدراسة الشاملة قد تمت خلال العامين 2006 و2007 و ذلك بإقامة محطة رصد لدرجة حرارة الرصف في منطقة وادي الهيرة بشمال غرب ليبيا ونتج عنها التوصل إلى نموذج رياضي للتنبؤ بأعلى و أدنى درجة حرارة للرصف كما سوف يتم توضيحه لاحقا. هذه الورقة بصدد التعريف بالمحطة التي تم تنفيذها في جنوب ليبيا وبالتحديد في مدينة سبها بموقع تابع لشركة الأشغال العامة سبها والتي ساهمت بتوفير الأجهزة وإنشاء المحطة اللازمة لإجراء هذه الدراسة .

تستعرض هذه الورقة في المقاطع اللاحقة الأضرار التي تصيب الطرق الإسفلتية في المناخ الحار الجاف والذى تعتبر منطقة الدراسة (جنوب ليبيا) جزء منه والشكل رقم(1) يوضح التوزيع المناخي لليبيا ومنطقة الدراسة وكذلك يتم استعراض الدراسة الميدانية التي تمت ووصف للمحطة وعينات من القراءات التي سجلت حتى الأن وعرض لبعض النماذج المهمة للتنبوء بدرجة حرارة الرصف ومنها نموذج شمال غرب ليبيا وهو أحد نتائج الدراسة الشاملة في ليبيا والتي سبق التنويه عنها. بالرغم من التأثير المهم للحرارة والعوامل البيئية الأخرى على أداء الرصف والديمومة للخلطات الإسفلتية فإن طرق التصميم الشائعة والمستخدمة في الخلطة الإسفلتية والتصميم الإنشائي لطبقات الرصف في العالم تعتمد على طرق تجريبية والتي لا تدخل اعتبارات العوامل البيئية بشكل مباشر[1] ولكن بعد ظهور برنامج (SHRP) و (LTPP) خلال العقد الماضي بدأ الاهتمام بالعوامل البيئية وإدخالها بشكل مباشر في تصميم الخلطات الإسفلتية.

الأضرار التي تصيب الرصف الإسفلتي في المناخ الحار الجاف :-

يتعرض الرصف الإسفلتي في مناطق المناخ الحار جاف لأنواع متعددة من الأضرار التي تصيب الرصف الإسفلتي بشكل عام و منها التشققات السطحية و التخدد و نزف المادة الرابطة و تعود أسباب بعض تلك الأضرار مثل التخدد و النزف الى خلل في تصميم الخلطات الإسفلتية و سوء التنفيذ، وهناك أضرار تصيب الرصف الإسفلتي في المناخ الحار

الشكل 1: موقع محطة الرصد (مدينة سبها)

جاف تعود لأسباب بيئية بحتة تخص هذا النوع من المناخ. من أهم هذه الأضرار التشققات السطحية المبكرة و التي بينت الدراسات السابقة [3,2] بأنها تعود الى التصلب السريع الذى يحدث للمادة الإسفلتية الرابطة و إلى دورات الإجهاد الحراري الناتجة عن التباين الكبير في درجة الحرارة خلال الدورات اليومية و الفصلية.وقد أثبت أمبارك و أخرون [4] أن التصلب السريع للمادة الرابطة في المناخ الحار جاف يحدث لفقد الإسفلت للمركبات الطيارة و الزيوت الداخلة في تركيب الإسفلت و التي يعود لها التأثير اللدن و المرن للمادة الرابطة، ويحدث هذا الفقد السريع بسبب عمليات التبخر والأكسدة الناتجة عن تعرض الإسفلت لدرجات حرارة عالية و لفترات زمنية طويلة . كما بين أمبارك و سميث [5] أن التصلب و التقادم السريع للمادة الرابطة الإسفلتية يؤدي إلى إرتفاع معامل الصلبية للخلطة الإسفلتية مما يجعلها عرضة للتكسر عند تعرضها للإجهاد الحراري و إجهاد الكلال بسبب الدورات الحرارية اليومية .

تبدأ التشققات السطحية المبكرة على هيئة تشققات حرارية عرضية في حواف الرصف على فترات متكررة في إتجاه عمودي على إتجاه السير و بمرور الزمن و بسبب تأثير حركة المرور تتطور هذه التشققات بزيادة العمق و الإمتداد إلى داخل الطريق ثم تتحول إلى تشققات كتل و بزيادة تدهور حالة السطح تتحول إلى تشققات تمساحية متسعة (الشكل 2) يبين نماذج من هذه الأضرار. و كما سبقت الإشارة فإن تلك الأضرار ترتبط بشكل مباشر بالتأثير البيئى للمناخ الحار جاف وخاصة درجات الحرارة الأمر الذى يوجب إدخال درجة حرارة الرصف بشكل مباشر في عمليات

شكل رقم (2) يبين نماذج من الاضرار التي تصيب الرصف الاسفلتي في مناطق الجنوب

تصميم الخلطات الإسفلتية و تصميم قطاع الرصف و إختيار المادة الرابطة المناسبة .

محطة الرصد لقياس درجة حرارة الرصف

تم إنشاء محطة الرصد لقياس درجة حرارة الهواء و الإشعاع الشمسي و درجة حرارة الرصف على أعماق مختلفة باستخدام حساسات حرارية (Thermocouples) لقياس درجة حرارة الرصف والهواء وجهاز لقياس الإشعاع الشمسي تقوم هذه الحساسات بقراءة وتسجل هذه البيانات على أجهزة خاصة لتسجيل وحفظ البيانات (Data Logger) كل 15 دقيقة ويتم أخذ هذه البيانات لاحقاً باستخدام الحاسب الألي ومن ثم تحليلها مع العلم بأن هذه الأجهزة تعمل باستخدام بطاريات حيث توضع هذه المنظومة في صندوق للحماية من العوامل الجوية ، المقاطع اللاحقة تبين وصف لتركيب الأجهزة و مواضع الحساسات. تم إنشاء بلاط إسفلتية بأبعاد 7×10 متر تمثل جزء من طريق تم تصميمه إنشائياً من عدة طبقات بسمك 120مم خرسانة إسفلتية و250 مم أساس حبيبي مؤسس على تربة مدموكة حسب النظام المتبع في تنفيذ طرق الجنوب (شكل 3). وقد تم تنفيذ المحطة بموقع شركة الأشغال العامة سبها بطريق سبها – طرابلس حوالي 30 كم عن وسط المدينة وذلك لتوفير الحماية والحراسة للمحطة والأجهزة وذلك للاستمرار في الرصد لمدة عام كامل. بعد الانتهاء من تنفيذ البلاطة الإسفلتية تم البدء بتركيب الأجهزة وذلك بعمل خندق في وسط البلاطة بأبعاد 25×140 سم وبعمق 32سم للكشف عن الطبقات السفلية وتهيئة المكان لتركيب المجسات ومن ثم تمرير الكوابل داخل أنبوب PVC بقطر 50 مم داخل الخندق لتمديد الأسلاك من بداية الخندق حيث تركيب المجسات و حتى نهايته على سطح البلاطة حيث يوجد صندوق الحماية وبداخلة أجهزة القياس. تم تركيب ثمانية حساسات حرارية على واجهة الخندق حتى عمق التأسيس بأعماق مختلفة

باستخدام آلة تثقيب كهربائية وتثبيت المجسات باستخدام بيتومين رملي عند العمق المطلوب والجدول رقم (1) يبين أعماق التثبيت والشكل رقم (4) يبين التثبيت داخل الخندق وقبل الردم.

شكل رقم (3) يوضح قطاع في البلاطة الأسفلتية

شكل رقم (4) يوضح تثبيت الحساسات الحرارية علي اعماق مختلفة في القطاع

الجدول رقم (1) يبين نقاط القياس وأعماقها من سطح الرصف :

رقم المجس الحراري	العمق من السطح (مم)	وصف النقطة
1	0	سطح الرصف
2	20	ضمن الطبقة السطحية
3	40	بين الطبقة السطحية والطبقة الرابطة
4	80	ضمن الطبقة الرابطة
5	100	أسفل الطبقة الرابطة
6	140	ضمن طبقة الأساس
7	220	أسفل طبقة الأساس
8	290	ضمن الأساس الترابي

بعد الانتهاء من التركيب والتعديل اللازم لأطوال الأسلاك تمت عملية الردم للمواد التي تم حفرها سابقاً (تربة الأساس الترابي والأساس) ومن ثم عمل خلطة من الخرسانة الإسفلتية الباردة بقفل الخندق وإعادته إلي المنسوب الأصلي للبلاطة.وأخيراً تم عمل برج قرب الصندوق لتثبيت اللاقط الخاص بقياس الإشعاع الشمسي والمثبت بجهاز القياس (HOBO MICRO STATION) والشكل (5) يبين المنظر العام للمحطة والأجهزة المركبة عليها .

شكل رقم (5) منظر عام للمحطة.

البيانات والتحليل

الغرض من محطة الرصد التي تم تركيبها هو الحصول على أقصى وأدني درجة حرارة فعلية بالرصف الإسفلتي خلال سنة كاملة للحصول على نموذج رياضي يمكن من خلاله التنبؤ بدرجة حرارة الرصف في أي وقت من السنة وكذلك إختيار نوع الإسفلت المناسب (PG) المطلوب لمناطق جنوب ليبيا لذلك تم ضبط أجهزة المحطة للبدء في تاريخ 2008.6.26 ف عند الساعة السابعة مساء كل 15 دقيقة وسوف تستمر لمدة سنة كاملة إنشاء الله ولكن لغرض هذه الورقة تم رصد القراءات المأخوذة لدرجة حرارة الهواء والرصف والإشعاع الشمسي لمدة أسبوع اعتباراً من 2008.6.19 ف حتى 2008.6.26 ف كل ساعة وتعتبر هذه الفترة من الموسم الساخن وذلك لدراسة النظام الحراري بين طبقات الرصف خلال فترتي الليل والنهار. الجدول رقم (2) يبين درجة حرارة الهواء والرصف والشكلان (6 و7) يبينان ذلك بيانيا ومنهما نلاحظ الآتي :

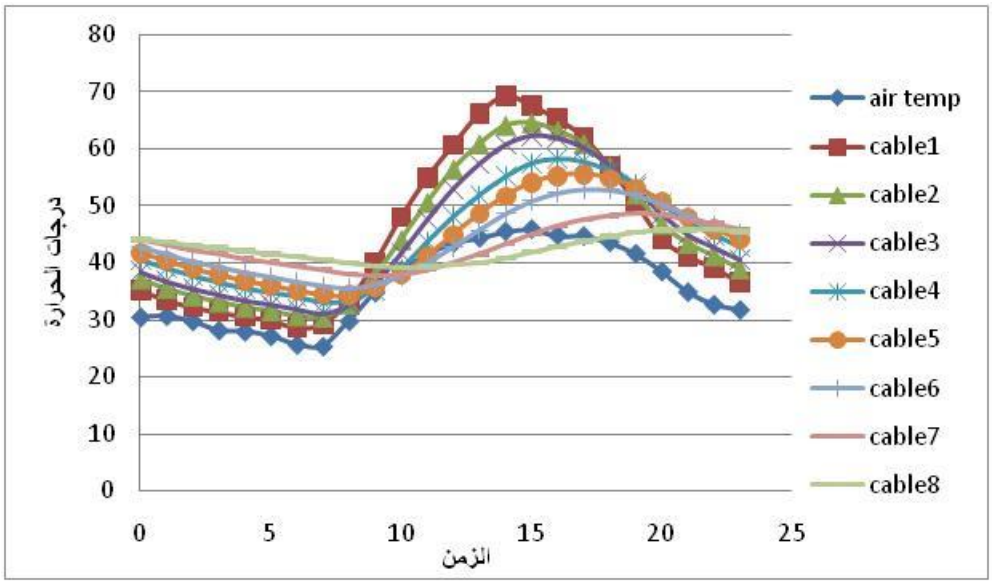
1- درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الرصف

نلاحظ أن هناك تناسباً طردياً بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الرصف خصوصاً عند سطح الرصف وعلى عمق 20 مم فكلما زادت درجة حرارة الهواء ارتفعت درجة حرارة الرصف بشكل كبير والعكس صحيح لذلك يمكن أن نعتبر أن درجة

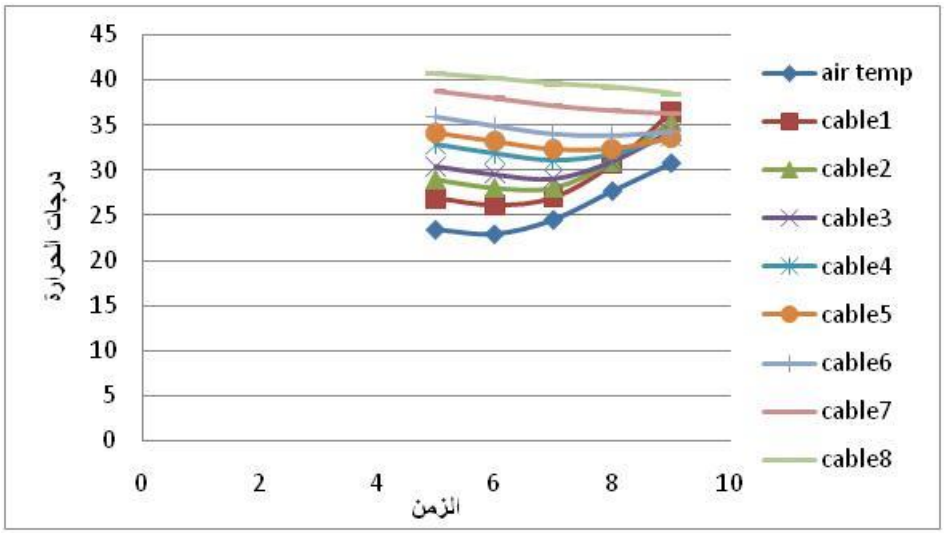
حرارة الهواء متغير مستقل ودرجة حرارة الرصف متغير تابع ، والبيانات المرصودة تأتى على هيئة منحنيات متكررة حيث يبدأ كل يوم عند اقل درجة حرارة وتكون عند الشروق (الساعة السادسة تقريباً) تم يبدأ المنحى في الصعود إلى أعلى درجة حرارة (قمة المنحنى) في اليوم ثم يبدأ بالهبوط عند الغروب حتى يصل إلى اقل درجة حرارة (قاع المنحنى) في اليوم التالي وهكذا .

جدول(2) بين أقصى و ادني درجة حرارة سجلت لطبقات الرصف

النقاط	العمق (مم)	أقصى درجة حرارة (يوم 2008/6/20 الساعة الثانية ظهرا)	ادني درجة حرارة (يوم 2008/6/25 الساعة السادسة صباحا)
الهواء الجوى	المحطة	45.5	22.9
النقطة رقم (1)	بالسطح	69.45	26.07
النقطة رقم (2)	20	64.15	28.07
النقطة رقم (3)	40	60.8	29.54
النقطة رقم (4)	80	55.10	31.81
النقطة رقم (5)	100	51.72	33.28
النقطة رقم (6)	140	48.59	34.87
النقطة رقم (7)	220	43.31	38.03
النقطة رقم (8)	290	40.87	40.18



شكل رقم (6) يبين اقصي درجة حرارة سجلت لطبقات الرصف يوم 20\6\2008 عند الساعة الثانية ظهرا



شكل رقم (7) يبين ادني درجة حرارة سجلت لطبقات الرصف يوم 25\6\2008 الساعة السادسة صباحا

أعلى درجة حرارة رصف بالسطح تم رصدها في هذه الفترة كانت (69.45) درجة مئوية عندما كانت درجة حرارة الهواء (45.5) درجة مئوية عند الساعة الثانية ظهراً يوم 2008.6.20 ف وعند عمق 20 مم كانت درجة حرارة الرصف 64.15 درجة مئوية وعند عمق 290 مم (طبقة الأساس الترابي) كانت درجة الحرارة 40.87 درجة مئوية وهذا يدل على أنه يوجد إنحدار حراري و إنخفاض منتظم لدرجة حرارة الرصف كلما اتجهنا إلى أسفل بفترة النهار عندما تكون أعلى درجة حرارة عند السطح . أقل درجة حرارة للرصف تم رصدها بالسطح لنفس الفترة كانت 26.07 ^{0}م عندما كانت درجة حرارة الهواء 22.9 ^{0}م عند الساعة السادسة صباحاً يوم 2008.6.25 ف وعند عمق 20 مم كانت درجة حرارة الرصف 28.7 م^0 وعند عمق 290 مم (طبقة الأساس الترابي) كانت درجة الحرارة 40.18^0 م. وهذا يبين أن طبقات الرصف السفلى تحتفظ بحرارتها عندما تنخفض درجة حرارة الجو وتكون الطبقة السطحية أسخن قليلاً من درجة حرارة الجو أي أنه كلما اتجهنا إلي الطبقات السفلية زادت درجة حرارة كما هو مبين بالجدول رقم (2) والمخطط البياني بالشكل رقم (7) حيث أن الطبقات السفلية أقل تأثراً بدرجة حرارة الجو في هذه الحالة وهذا التأثير يبقى حتى يبدأ التسخين في اليوم التالي حيث يكتسب سطح الرصف طاقة حرارية جديدة من أشعة الشمس.

الإشعاع الشمس :

تم تشغيل جهازقياس الإشعاع الشمسي من 2008.6.19 ف حتى 2008.6.26 ف متزامناً مع فترة قياس درجة حرارة الرصف ، أقصى إشعاع شمسي تم رصده خلال هذه الفترة 1071.9 وات/ م^2 وأدنى كمية كانت 0.6 وات/ م^2 وتسجل هذه

القيمة الدنيا كل يوم خلال فترة الليل إبتداء من غروب الشمس وحتى الشروق في اليوم التالي ويبين الشكل (8) مخطط البيانات المرصودة خلال هذه الفترة تلاحظ أن أقصى إشعاع شمسي 1071.9 وات/ م^2 عند الساعة واحدة ظهراً يوم 2008/6/20 ف وهذا يتوافق مع أقصى درجة حرارة للرصف تم رصدها في هذا اليوم ولكن عند الساعة الثانية ظهراً ومعنى هذا أن سطح الرصف تعرض لهذه الكمية من الإشعاع لمدة ساعة كاملة من الواحدة ظهراً وحتى الثانية ظهراً لكي يصل إلي أقصى درجة حرارة مرصودة لهذه الفترة وهي 69.45 م^0 وهذا مؤشر على العلاقة الطردية بين كمية الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الرصف خلال فترة النهار. الجدول رقم (3) يبين بعض البيانات المرصودة لكمية الإشعاع الشمسي يوم 2008.6.20 ف من الساعة السادسة قبل الشروق وحتى الساعة التاسعة مساء.

وهنا تجدر الإشارة الي أنه عندما يكون هناك تيارات هوائية في الأيام التي يكون فيها الإشعاع الشمسي كبير جداً فإن هذه التيارات تعمل على تخفيض درجة حرارة الرصف نسبياً عن الأيام التي لا توجد فيها هذه التيارات.

نماذج التنبؤ بدرجة حرارة الرصف :

خلال العقد الأخير طورت عدة نماذج رياضية للتنبؤ بدرجة حرارة الرصف و ذلك لغرض إدخال العامل البيئي في اعتبارات تصميم الخلطات الخرسانة الإسفلتية ومن ثم تحسين مستوى الأداء فى الطبقات الإسفلتية من هذه النماذج ما يلي :-

- **نموذج الرصف الفائق الأداء (Superpave) :**

الرصف الفائق الأداء Superpave وهو نتاج لبرنامج البحث الاستراتيجي للطرق في الولايات المتحدةالأمريكية (SHRP)(Strategic Highway Research Program). وهو برنامج لتصميم الخلطة الإسفلتية وفقاً لاعتبارات معينة مثل اختيار نوع المادة الرابطة وهو ما يعرف بإسم مستوى الأداء (PG))وكذلك اختيار الركام وتحسين الاختيارات للخطة الإسفلتية وبرنامج حاسوب للتنبؤ بالتشوهات التي تحدث للخلطة الإسفلتية مستقبلاً مثل التخدد وأنتج الرصف الفائق الأداء نموذج رياضي[6] للتنبؤ بدرجة حرارة الرصف القصوى و الدنيا على النحو التالي :

$$T_{20mm} = (T_{air} - 0.00618\ Lat^2 + 0.2289\ Lat + 42.2)\ (0.9545) - 17.78 \quad (1)$$

حيث:-

T_{20mm} = أعلى درجة حرارة تصميمية للرصف عند العمق 20 ملم

T_{air}= متوسط أعلى درجات حرارة للهواء لمدة 7 أيام

Lat = خط العرض الجغرافي للموقع

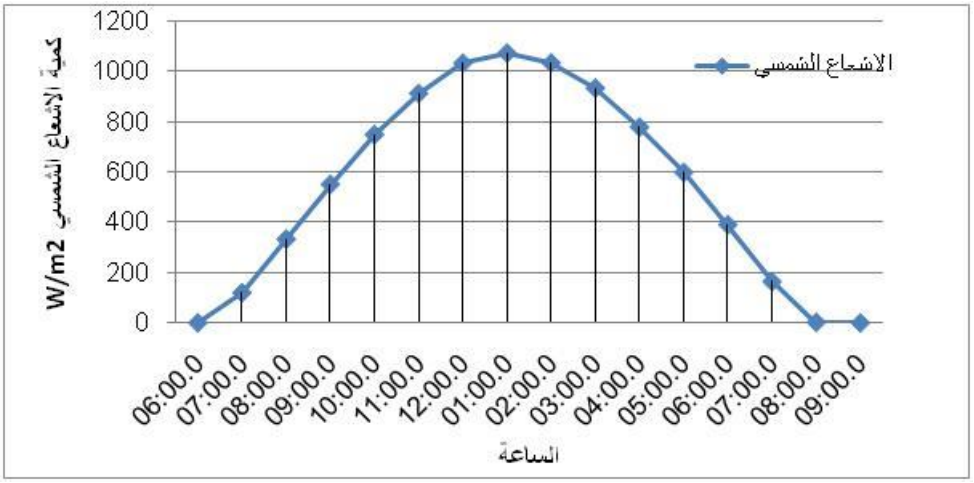
لحساب أدنى درجة حرارة بالرصف والتي تكون بالسطح الأسفلتي .

(2) $T_{min} = 0.859(T_{air}) + 1.7$

T_{min} = أدنى درجة حرارة تصميمية للرصف بالسطح (درجة مئوية)

جدول رقم (3)

الساعة	كمية الإشعاع الشمسي w/m^2
6 صباحا	0.6
7 عند الشروق	120.6
8 صباحاً	333.1
9	550.6
10	748.1
11	911.9
12	1031.9
1 ظهراً	1071.9
2 ظهراً	1033.1
3 مساءً	933.1
4 مساءً	778.1
5 مساءً	598.1
6 مساءً	390.6
7 مساءً	164.4
8 مساءً	3.1
9 ليلاً	0.6



شكل رقم (8) يبين كمية الإشعاع الشمسي من السادسة صباحا الي التاسعة مساء ليوم 2008\6\20

- **نموذج LTPP**

وهو ما يعرف ببرنامج مراقبة الرصف على المدى الطويل (Long Term Pavement Monitoring Program)

وقد أنتج نموذج رياضي [6] للتنبؤ بدرجة الحرارة العليا والدنيا للرصف تحسب أقصى درجة حرار بالرصف عند العمق 20 ملم من السطح الأسفلتي:

$$T_{20mm} = 54.32 + 0.78(T_{air}) - 0.0025\,Lat^2 - 15.141\log10(H+25) + Z(9+(0.616\sigma_{air})^2)^{1/2} \quad (3)$$

T_{20mm} = أعلى درجة حرارة تصميمية بالرصف عند العمق 20 ملم (درجة مئوية).

T_{air}= متوسط أعلى درجات حرارة بالهواء لمدة 7 أيام (درجة مئوية).

Lat = خط العرض الجغرافي بالموقع

log10= لوغاريتم 10

Z = من جدول التوزيع القياسي يعتمد على مقدار الاعتمادية .

Бair = الإنحراف المعياري لمتوسط أقصى درجات حرارة لمدة 7 أيام

H = العمق من السطح الأسفلتي بالمليمتر

بينما المعادلة الرياضية لحساب أدني درجة حرارة بالرصف والتي تكون بالسطح الأسفلتي

$$T_{min} = -1.56 + 0.72(T_{air}) - 0.004\,Lat^2 + 6.26\log10(H+25) - Z(4.4+(0.526\sigma_{air})^2)^{1/2} \quad (4)$$

Z= 2.055 للإعتمادية 98%

- **نموذج شمال غرب ليبيا.**

تمت هذه الدراسة بشمال غرب ليبيا لقياس درجة حرارة الرصف و الإشعاع الشمسي و تطوير نماذج رياضية للتنبؤ بدرجة حرارة الرصف و من ثم تحديد مستوى الأداء PG حسب تصنيف SUPERPAVE **و** قام بهذه الدراسة أمبارك و مختار [6] كانت النتائج على النحو التالي:

- أقصى درجة حرارة رصف مرصودة – بالسطح الأسفلتي ..... 67.8 درجة مئوية .
- أدنى درجة حرارة رصف مرصودة – بالسطح الأسفلتي ..... 8.46 درجة مئوية .
- أقصى درجة حرارة هواء مرصودة ..... 49.4 درجة مئوية
- أدنى درجة حرارة هواء مرصودة ..... 7.00 درجة مئوية

- النموذج المحلي لتقدير أدنى درجة حرارة بالرصف عند السطح بالإعتماد على درجة حرارة الهواء فقط بشمال غرب ليبيا ممثل بمعادلة الخط المستقيم ↓

$$T_{surf} = 1.08(T_{air}) + 0.5 \quad (5)$$

والنموذج المحلي لتقدير أقصى درجة حرارة بالرصف عند عمق 20 ملم بالإعتماد على درجة حرارة الهواء فقط بشمال غرب ليبيا ممثل بمعادلة الخط المستقيم ↓

$$T_{20mm} = 1.09(T_{air}) + 12.5 \quad (6)$$

- المادة الرابطة المناسب استخدامها بشمال غرب ليبيا ذات تدرج الأداء (10- 70) PG

على أن يتم تعديل الصنف وفقاً للمرور المتوقع [6].

وقد تبين من خلال الدراسة المقارنة ان النموذجين المطورين لشمال غرب ليبيا هما اكثر دقة من نماذج (SHRP) و (LTPP) و هما الأنسب للمنطقة و عليه نري ان النماذج التي سوف يتم انتاجها لجنوب ليبيا سوف تكون هي الافضل لهذا الاقليم.

الإستنتاجات و التوصيات :

1- تم إنشاء محطة رصد في مدينة سبها بجنوب ليبيا لقياس درجة حرارة الهواء و الرصف و الإشعاع الشمسي.

2- تم أخذ قراءات لمدة أسبوع في الموسم الساخن لمراقبة النظام الحراري على أعماق مختلفة من طبقات الرصف عند الساعة الثانية ظهرا والسادسة صباحا و كانت أقصى درجة حرارة عند السطح 69.45 درجة مئوية عند درجة حرارة هواء 45.5 درجة مئوية و أقل درجة عند السطح 26.07 درجة مئوية عند درجة حرارة الهواء 22.9 .

3- أقصى كمية للإشعاع الشمسي إحتاجت ساعة كاملة من التسخين ليصل الرصف إلى أقصى درجة حرارة

4- ضرورة تطوير نموذج رياضي خاص بمناطق جنوب ليبيا لما لوحظ من إرتفاع لدرجة حرارة الرصف أثناء فترة النهار و الإنخفاض أثناء فترة الليل و ذلك حسب تصنيف Superpave .

5- التيارات الهوائية تساهم في تخفيض درجة حرارة الرصف بالرغم من وجود كمية إشعاع شمسي كبيرة.

6- سوف تستمر محطة سبها في القياس لدرجة حرارة الهواء والرصف و كمية الإشعاع الشمسي لمدة عام كامل و ذلك للوصول للنموذج المطلوب للتنبؤ بدرجة حرارة الرصف القصوى و الدنيا لهذه المنطقة و من ثم تحديد مستوى الأداء PG للمادة الرابطة المناسبة لمناخ جنوب ليبيا.

شكر و تقدير :

نقدر عاليا التسهيلات التي قدمتها شركة الأشغال العامة سبها من أجل القيام بهذه الدراسة والشكر موصول للأخ مدير الشركة المهندس إبراهيم عبدالله على تنفيذ البلاطة الإسفلتية وتوفير المقر المناسب لها، كما نسجل تقديرنا الكبير للجنة الشعبية العامة للمواصلات و النقل و لمصلحة الطرق و الجسور لمبادرتها بمشروع الدراسة الشاملة لدرجة حرارة الرصف في ليبيا.

المراجـع :

1. Imbarek, M.O. and Smith, J. W,(1996), "A General method for calculating temperature in layered highway pavements".proc. 2 nd Nat. Conf. 0n asphaltic mixtures and pavements, Thessaloniki, Greece, 2-4 April.
2. Omar M S, Gnabah T H and El-mudi M O (1994). " Mechanism of Distess of Asphalt pavements in Aird Desert areas". 2nd Maghrib Road Conference, 8-9 Nov., Biskara, Algeria.
3. Imbarek M O and Ali M K, (2003). " Performance of highway Structures in hot arid regions", Pros. of the 9th Arab Conf. for structured engineering, Abu Dhabi, UAE. 31 Nov. – 1 Des, 2003.
4. Imbarek, M.O. and Smith, J. W.(1997). "*Rheology of Bituminous Concrete In Hot Arid Climates,*" Proc. 2nd Nat. Conf. on Asphaltic Mixtures and Pavements, Thessaloniki, Greece, 2-4 April (1996).
5. Imbarek, M.O., Yudono, B., Roberts, D. J. and Smith, J. W.(1996), "*The Loss of Volatile Compounds of Asphalt Binder in Hot Arid Climates,*" Proc. 2nd Nat. Conf. on Asphaltic Mixtures and Pavements, Thessaloniki, Greece, 2-4 April (1996).
6. Mohamed O Imbarek and Ahmad H Mukhtar ,(2008), "Asphalt pavement temperature models for Libya" Proceeding of the 5th International Engineering and Construction Conference (IECC'5), August 27-29, 2008 Irvine, USA.

إحتياطات السلامة في أعمال صيانة المنشآت الخرسانية

أ.محسن عبد السلام بن حسونة
قسم الهندسة المدنية– كليه الهندسة جامعه قاريونس

د.عمر فخرى اللبار
أستاذ الهندسة المدنية– كليه الهندسة جامعه قاريونس
civilengi2000@yahoo.com

الملخص :

الهدف من تقديم هذه الورقة هو لفت الأنظار إلي أهميه مراعاة شروط السلامة عند صيانة المنشآت بصورة عامه و المنشآت الخرسانية بصفه خاصة، حيث تعتبر أعمال الصيانة من الأعمال الهامة في صناعه الإنشاء، إذ أنه لا يمكن لأي مجتمع الاستغناء عنها و ذلك لكونها من الصناعات الأساسية التي تدعم الاقتصاد الوطني، و ينتج من هذه الصناعة المباني بجميع أنواعها و كذلك الطرق، المطارات، السدود، المصانع، المساجد، المدارس، المعاهد، الجامعات، المستشفيات، المنشآت الرياضة و الترفيهية.. الخ من قائمه طويلة لانهاية لها حيث أنها تزداد مع زيادة العلم في نضوجه و تطوره. و من المعروف أن أعمال الصيانة الإنشائية في البيئة الصحراوية كغيرها من أعمال الصيانة الاخري معرضه لحصول حوادث فيها ، تختلف أنواع هذه الحوادث باختلاف نوع عمليه الصيانة و كذلك باختلاف عنصر الإنتاج المسبب أو المتعرض للحادثة ، و بالتالي فإن النتيجة المترتبة عن الحادثة أو الكارثة تزداد أو تقل شده تأثيرها المباشر أو غير المباشر بناء على مدى قوة كل من المسبب و المتعرض للحادثة من إنسان أو اله أو ماده مستخدمه في عمل الصيانة الإنشائية. تستعرض الورقة أنواع أعمال الصيانة الإنشائية و كذلك توضح أنواع و أسباب الحوادث المتوقع حدوثها عند تنفيذ تلك الأعمال، كما تقدم توصيات عامه للطرق التي يمكن إتباعها لتفادى حصول مثل تلك الحوادث. الهدف من تقديم هذه الورقة هو لفت الأنظار إلي أهميه مراعاة شروط السلامة عند صيانة المنشآت بصورة عامه و المنشآت الخرسانية بصفه خاصة، حيث تعتبر أعمال الصيانة من الأعمال الهامة في صناعه الإنشاء، إذ أنه لا يمكن لأي مجتمع الاستغناء عنها و ذلك لكونها من الصناعات الأساسية التي تدعم الاقتصاد الوطني، و ينتج من هذه الصناعة المباني بجميع أنواعها و كذلك الطرق، المطارات، السدود، المصانع، المساجد، المدارس، المعاهد، الجامعات، المستشفيات، المنشآت الرياضة و الترفيهية.. الخ من قائمه طويلة لانهاية لها حيث أنها تزداد مع زيادة العلم في نضوجه و تطوره. و من المعروف أن أعمال الصيانة الإنشائية كغيرها من أعمال الصيانة الاخري معرضه لحصول حوادث فيها ، تختلف أنواع هذه الحوادث باختلاف نوع عمليه الصيانة و كذلك باختلاف عنصر الإنتاج المسبب أو المتعرض للحادثة ، و بالتالي فإن النتيجة المترتبة عن الحادثة أو الكارثة تزداد أو تقل شده تأثيرها المباشر أو غير المباشر بناء على مدى قوة كل من المسبب و المتعرض للحادثة من إنسان أو اله أو ماده مستخدمه في عمل الصيانة الإنشائية. تستعرض الورقة أنواع أعمال الصيانة الإنشائية و

كذلك توضح أنواع و أسباب الحوادث المتوقع حدوثها عند تنفيذ تلك الأعمال، كما تقدم توصيات عامه للطرق التي يمكن إتباعها لتفادى حصول مثل تلك الحوادث.

المقدمــة :

تعتبر أعمال الصيانة الإنشائية من الأعمال الهامة التي لا يمكن لأي مجتمع الاستغناء عنها، كما يمكن اعتبارها صناعه من الصناعات الأساسية التي تدعم الاقتصاد الوطني حيث أنها لا تختلف عن أي صناعه أخرى من حيث ضرورة توفر عناصر الإنتاج الثلاثة لها، ألا و هي البشر، الالآت و المواد الإنشائية، و إنتاج هذه الصناعة مفيد جدا للمجتمع و للبشرية بصورة عامه، إذا انه ينتج عن هذه الصناعة المباني بجميع أنواعها، الطرق و المطارات، الجسور و الكباري، السدود و الموانى، الجامعات، المعاهد و المدارس، و المنشآت الرياضية و الترفيهية.... الخ من المنشآت التي أصبحت في عالمنا الحاضر من المعالم الأساسية للمدن [1]. أن أعمال الترميم و الصيانة و الإصلاح معرضه لحصول حوادث فيها، تختلف أنواع هذه الحوادث باختلاف نوع عملية الصيانة و كذلك باختلاف عنصر الإنتاج المسبب أو المتعرض للحادث فيها. و بالتالي فان النتيجة المترتبة عن الحادثة أو الكارثة تزداد أو تقل شده تأثيرها المباشر أو الغير المباشر بناء على مدى قوة كل من المسبب و المتعرض للحادثة من إنسان أو آله أ و ماده مستخدمه في العمل الإنشائي.

تعريف الحادثة :

في ورقتنا هذه نعنى بالحادثة هو كل ما يحدث و يحصل كنتيجة لشئ سواء كان متوقعا أو غير متوقع و مخططا له مسبقا أو غير مخطط له و لكن نحصر هذا المعنى في كل ما يحدث و يؤدى إلي ضرر، و بالتالي فان الكارثة هي نوع من أنواع الحوادث التي تنتج عن سبب طبيعي أو غير طبيعي و يؤدى إلي أضرار كبيرة و علينا ألا ننسي أن اكبر النيران تنشا من مستصغر الشرر. وبناء على ذلك فان ما يؤدى إلي حادثه قد يؤدى إلي ضرر كبير و بالتالي إلي كارثة، و كذلك قد تحدث عدة حوادث بموقع إنشائي في وقت واحد مما يسبب مآسي أو ما يمكننا أن نطلق عليه كارثة. .يعرف المهندس محمود الشركجى في كتابه الهندسة الإدارية، الحادثة بكل ما يقع و يحصل كنتيجة لشئ غير متوقع أو غير مخطط له مسبقا و يوضح بان الحادثة بهذا المقصد تعني كل ما يحصل حتى و لم يؤدى إلي الضرر[3].

أنواع الحوادث في أعمال الصيانة الإنشائية :

لكل حادثه سبب، وقد يكون هذا السبب عبارة عن خطاء من إنسان ما، هذا الخطاء قد يسبب حادثا بطريقه مباشره أو غير مباشره ومن الأمثلة على ذالك مايلى:

1. إنسان يقود آ له دون أن يتلقى التدريب اللازم لقيادتها قد يتسبب بطريقه مباشره في تسبب حادث ما
2. شخص آخر يهمل في تغطيه حفره قد يكون سببا غير مباشر لوقوع حادثه لأحد زملائه في العمل.
3. عدم قطع التيار الكهربائي أثناء الصيانة قد يكون سببا غير مباشر لوقوع حادثه.
4. الإهمال وعدم التوخي و الحذر اثنا استعمال المادة القابلة للاشتعال قد يكون سببا غير مباشر لوقوع حادثه.

درجة الأضرار الناتجة عن الحادثة :

تختلف درجه الأضرار الناتجة عن حادث ما باختلاف سبب و نوع ذلك الحادث فمن الحوادث ما قد يسبب لشخص ما تشوهات أو عاهات مؤقتة ككسر يد أو رجل أو جرح بسيط و منها ما قد يسبب تشوه أو عاهة كفقدان إصبع أو يد و كذلك من الحوادث ما قد ينتج عنه وفاه شخص أو أكثر من العاملين أو الموجودين بالموقع أثناء حدوث تلك الحادثة. كذلك من الحوادث ما قد يسبب تلفا أو عطلا جزئيا للآلات المستخدمة في عمل الصيانة الإنشائية بصفه مؤقتة أو دائمة كوقوع حادث تصادم بسيط بين آ ليه و أخرى و من الحوادث ما قد يسبب تلفا تاما لآله أو الآلات بالموقع مما يؤدى إلي ضرورة استبدالها بأخرى جديدة، و لا يفوتنا أن نذكر ما قد ينتج عن ذلك من تعطيل للعمل لفترة تطول أو قصيرة تعتمد على أهميه تلك الآلة في عملية الصيانة الإنشائية. إما بالنسبة للمواد، فان من الحوادث ما قد يسبب تلفا لبعض المواد المستخدمة في عملية الصيانة الإنشائية، كالرطوبة التي تسبب تصلب الاسمنت الغير مخزن بطريقة سليمة و كذلك من الحوادث ما قد يسبب تلفا لكل المواد أو لجزء كبير من المواد كالفيضان مثلا الذي ينتج عنه تلف تام لمعظم المواد الموجودة في الموقع الإنشائي.

أنواع الأعمال في عملية الصيانة الإنشائية :

يشمل عمل الصيانة الإنشائية بعض أو كل من الأعمال التالية:

هناك مخاطر يتعرض لها أي من عناصر الإنتاج في أعمل الصيانة الإنشائية، و تختلف هذه المخاطر باختلاف نوع الصيانة الإنشائية و طبيعتها و كذلك باختلاف الظروف الطبيعية و الغير طبيعية كدرجه الحرارة (ارتفاعها و انخفاضها الشديدين)، الرياح (اتجاهها و قوتها)، درجه الإضاءة (طبيعية أو صناعية و درجه شدتها)، الأرض (مستوية أم غير مستوية، مرتفعه أم منخفضة عن سطح البحر، وعرة أم سهلة). عامل مهم آخر يؤثر في صناعه الإنتاج هو طبيعة عنصر الإنتاج ذاته فقد يكون الإنسان كسولا مثلا أو ليس لديه الاستعداد النفسي لعمل ما [2] أو غير مدرب علية تدريبا سليما و كذلك الآلات و المواد قد تستخدم لأغراض تختلف عن الأغراض التي صممت من اجلها حيث يكون في ذلك مجازفة كبيرة في معظم الأحيان.

–الهدم، الترميم، الصيانة و الإصلاح، البناء،الحفر و الردم، حيث في كل من هذه الأعمال، التخزين، النقل و المناولة يدويا أو أ ليا، تجهيز موقع العمل ، حيث في كل من هذه الأعمال هناك مخاطر يتعرض لها أي من عناصر الإنتاج في أعمل الصيانة الإنشائية

أخطار أعمال الهدم

الأعمال الهدم بصفة خاصة أخطار كثيرة و من المتوقع في مثل هذا النوع من الأعمال الأخطار التالية[4]:

1. وقوع جزء من المنشاء اكبر من المتوقع، حيث انه في معظم الأحيان يتم هدم مبنى ما على مراحل و لذلك يجب أن يؤخذ في عين الاعتبار احتمال أن يقع جزء من المبنى اكبر من الجزء المراد هدمه.
2. هدم جزء من المبنى المراد هدمة قد يترك المبنى في حاله خطيرة قد تضر بالشخص أو الآلات أو المباني المجاورة، لذ انه قد ينتج عن ذلك سقوط المبنى كله أو مباني مجاورة.
3. أجزاء صغيرة من المبني قد تتطاير مسافات طويلة و تصطدم بالأشخاص، لذلك ينصح المارة بعدم الاقتراب من المبني المراد هدمه لمسافة تعادل ضعف طول المبنى ذاته.

هذه بعض الأخطار التي تواجه الأشخاص القائمين بهدم مبنى ما، و إلي جانب هذا هناك العديد من الأخطار التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند هدم الإنشاءات كوجود مواد سامه أو ضاره بصحة الإنسان بصفه عامه كالاسبستوس أو المواد المتفجرة أو السامة.

أحتياطات السلامة في أعمال الهدم

و في سبيل إتمام هدم المنشاء بطريقه سليمة علينا أن نتبع ما أمكن النقاط التالية:

1. توفير الإشراف الجيد على عملية الهدم، و ذلك بتوفير الاحتياجات التي يتطلبها العمل من مواد وآلات و بشر.
2. التخطيط لعمليه الهدم و كذلك إعداد الموقع بطريقة جيدة حتى يمكن تفادى معالجه الأخطار أو الحوادث و الكوارث التي قد تنتج عن عمليه الهدم.
3. عمليه الهدم ذاتها يجب أن تتم بطريقه منطقيه لا عشوائية مبنية على أسس علميه و باستخدام الآلات و الأدوات المناسبة.
4. المواد الناتجة عن الهدم يجب النظر في محاولة الاستفادة منها و في حالة عدم أمكانية الاستفادة يجب ان يتم التخلص منها بطريقة سليمة حتى لا تتسبب في وجود مخاطر إضافية.
5. نوع و طبيعة المنشاء المراد هدمه يجب أن يؤخذ في الاعتبار فهدم خزان للنفط مثلا لا يمكن ان يكون كهدم مبنى إداري فالمخاطر و الحوادث المتوقع حدوثها تختلف في كل حالة عن الأخرى بكل تأكيد.
6. عند هدم ى منشاء يجب أن يؤخذ في الاعتبار وجود التهوية الجيدة الكافية لكل العاملين بالموقع حتى لا يتسبب الغبار الناتج عن عمليه الهدم في اختناق العاملين بالموقع.
7. عند هدم خزانات المواد الكيماوية مثلا يجب التأكد من إزالة كل المواد العالقة بالخزان قبل المباشرة في هدمه و ذلك بتنظيفه بطريقة مناسبة و عدم السماح ببدء الهدم إلا بعد الحصول على تصريح من خبير بزوال المواد السامة أو القابلة للانفجار مثلا حتى يمكن البدء في هدم الخزان.

أسباب الحوادث في أعمال الصيانة الإنشائية

في أعمال الصيانة الإنشائية نتيجة تقع الحوادث لسبب واحد أو أكثر ونذكر من هذه لأسباب مايلى:

. سقوط مواد أو أدوات على احد العاملين بالموقع الإنشائي.

. حدوث تماس كهربائي مما قد ينتج عنه حريق بالموقع.

. حوادث السيارات و ما شابهها من آليات.. سقوط مواد أو أدوات على احد العاملين بالموقع الإنشائي.

. المسامير و الشفرات و الزجاج المكسور و ما شابهها من الأدوات الحادة.

. سؤ تخزين للمواد ولآليات المستخدمة في أعمال الصيانة الإنشائية ، أو عدم ترتيبها بالطرق الصحيحة.

الروافع و عدم استعمالها بطريقة جيدة و تحميلها بأكثر من الحمولة القصوى لها.

. سؤ استعمال للأدوات الآلية و اليدوية كمطارق مثلا.

. سؤ استخدام عمليات اللحام .

. تعارض المواصفات قد يؤدي إلي كوارث و كمثال على ذلك استعمال مواصفات متعارضة لأجزاء من منظومة

مكافحة حريق مع بقية أجزاء المنظومة.

- سؤ الإشراف أو قلة خبرة المهندسين المشرفين و التنفيذيين قد يؤدى إلي كوارث و كذلك عدم الالتزام
- بالمواصفات الخاصة بالمواد أو طرق التنفيذ قد يؤدى إلي مآسي.
- التفجيرات و الحرائق و ما شابهها و خاصة في أعمال الهدم.
- الكوارث الطبيعية من فيضانات زلازل ، أمطار غزيرة ثلوج، صواعق... الخ.
- التفاعلات الكيميائية لبعضالمواد الموجودة بالموقع الذي يتم به أعمال الصيانة كالبنزين و الزيوت و غيرها.
- حوادث متعددة تتعلق بعدم وجود طرق جيدة للدخول و الخروج من موقع الصيانة.
- انهيار أو تصدعات لطريق أو جسر تحت أعمال الصيانة داخل المدن أو في ضواحيها قد تنتج عنة كوارث.
- عدم وضع أشارات تنبيه كفاية تشير إلي أعمال الصيانة تحت الإنجاز كالطرق و الكباري مثلا قد تسبب في حوادث للسيارات و المارة و تؤدي إلي مآسي و كذلك قفل الطرق عندما يتم بطرق غير علمية قد يؤدى إلي حوادث مروعة.
- أجراء تغييرات على مبنى قائم أو تحت الإنجاز قد يؤدى إلي حوادث إذا ما كان هذا التغيير أو طريقة إجرائه غير

سليمة [5].

- الحروب و نتائجها السيئة على أعمال الصيانة.
- السماح باستعمال الطرق و الكباري قبل إتمام أعمال الصيانة بالكامل عادة ما يؤدى إلي حوادث مروعة.
- عدم الرعاية الصحية للعاملين في موقع أعمال الصيانة قد تؤدي إلي انتشار الأمراض بينهم و تفشى العدوى و بالتالي فان ذلك قد يؤدى إلي إصابة غيرهم من سكان المدن بتلك الأمراض و انتشارها و خاصة تلك المكتظة بالسكان.
- عند ترميم أو صيانة خزانات تحتوى على غازات أو مواد كيميائية قابلة للتفاعل قد تؤدى إلي انفجار يسبب في كارثة حيث إن الانفجار من الممكن أن تتسع رقعته بامتداد الحريق المتسبب عنه إلي المنشآت المجاورة و كذلك البشر والآلات .. الخ.
- الحفر(الخنادق) قد تسبب الكثير من الحوادث و خاصة على الطريق و تزداد سؤا عند هطول الأمطار أو
- وصول فيضان إليها.
- للطرق الحديثة في أعمال الصيانة الإنشائية مخاطر تختلف عن مخاطر الطرق التقليدية و كمثال على ذلك اختلاف مخاطر البناء الجاهز عن مخاطر البناء التقليدي من احتمالية سقوط الجزء الجاهز عند نقلة من مكان إلي أخر أو عند محاولة تثبيته في مكانه النهائي أو المؤقت.
- للخرسانة سابقة الإجهاد مخاطر تختلف عن نظيرها إذ إنها قد تتسبب في كارثة إذا ما انفلت حديد التسليح أو انقطع بسبب سوء مصنعيته أو شده بأكثر من قدرته و كذلك لهذا النوع مخاطر خاصة عند هدمة.

التوصيات

من خلال هذه الورقة فأنه أمكن الوصول إلى عدد من التوصيات على النحو التالي:.

1. الإكثار من عقد الندوات و الحلقات الدراسية و الدوريات التدريبية في مجال الأمن و السلامة الصناعية بصورة عامة و في مجال الأمن و السلامة في أعمال الصيانة الإنشائية بصفة خاصة.
2. لوسائل الأعلام المختلفة دور هام يجب القيام به في المجال نشر الوعي الصحي و طرق المحافظة على النفس

والآلات و المواد الخام، وذلك بنشر كافة المعلومات المفيدة عن أسباب الحوادث و طرق تفاديها و معالجة نتائجها.

3. ينبغي على الجهات المختصة و ضع اللوائح و المواصفات التي تكفل توفر شروط الأمن و السلامة في أعمال الصيانة الإنشائية و ذلك أسوه بالدول التي تقدمت علينا في هذا المجال و كمثال على ذلك بريطانيا التي لديها مواصفات خاصة بأعمال الهدم [6].

4. على الجهات المختصة إن تلزم جميع الشركات من الجهات القائمة بأعمال الصيانة الإنشائية و الكبيرة منها بصفة خاصة بتوفير أخصائيين في الأمن و السلامة الصناعية و ذلك أسو بالشركات العاملة في قطاع الصيانة.

5. ضرورة مراقبة الشركات العاملة في قطاع أعمال الصيانة من حيث التزامها و تطبيقها لشروط الأمن و السلامة و ضرورة قيام مفتشين مؤهلين من العاملين بالمرافق البلدية و الصحية و الخدمة العامة للقيام بعمليات التفتيش على الشركات .

6. توفير وسائل الاتصال المختلفة كهواتف الطوارئ مثلا حتى يتمكن العاملين بالموقع الصيانة المتعرض لحادث حريق مثلا من الاتصال بأجهزة الدفاع المدني بالسرعة اللازمة.

7. إنشاء المعاهد المتخصصة في التدريب على الصيانة الإنشائية حتى يمكننا لاعتماد على أنفسنا في تنفيذ الأعمال الإنشائية بالطرق العلمية السليمة بدلا من الاعتماد على تنفيذ الشركات الأجنبية في تنفيذ المشاريع الصغيرة منها و الكبيرة.

8. المأكل و المشرب و الملبس و وسيلة المواصلات المناسبة... الخ، هي عوامل غير مباشرة و لكنها فعالة في التأثير على امن و سلامة العاملين بالموقع الصيانة الإنشائية حيث أن لها تأثيرا مباشرا على صحة العاملين و راحتهم و بالتالي كفاءتهم الإنتاجية.

9. إتباع الطرق العلمية في جميع خطوات أعمال الصيانة الإنشائية و كذلك الهدم بطرق آمنة و سليمة.

10. ضرورة تصميم القوالب ، الشدات الخشبية المعدنية المستعملة في الأعمال الصيانة الإنشائية ، حيث إن ذلك يقلل من حصول الحوادث الناتجة بسببها ، إذ إن هذه الأشياء لازالت و بكل أسف تستعمل في بلادنا بطريقة التجربة و الخطاء.

11. إضافة مقررات خاصة بطرق تنفيذ أعمال الصيانة الإنشائية إلي مناهج الدراسية المقررة على طلبه الهندسة في

الجامعات و المعاهد العالية و ذلك إضافة إلي المقررات الحالية و التي تشمل تحليل و تصميم الإنشاءات ، وبذلك نوفر لطلبتنا معلومات عن الأساليب العلمية الصحيحة للتنفيذ مما يقلل من حصول الحوادث و يعطينا فرصة اكبر للوصول إلي كفاءة إنتاجية أفضل.

12. ضرورة توفير صندوق للإسعافات الأولية في كل المواقع التي يراد صيانتها، إضافة إلي توفير حجرة معاينة أو عيادة في المواقع ذات الصيانة الإنشائية الكبيرة و خاصة البعيدة عن موقع الخدمات.توفير الملابس ، الأحذية ، أغطية الرأس و غيرها من الأدوات الوقائية حتى يتمكن كل مواطن ينوى القيام بصيانة منزله مثلا من الحصول عليها و استعمالها بالطرق السليمة.

الخلاصة

من خلال ماتم استعراضه في هذه الورقه نستخلص إلى أن الوقاية خير من العلاج ، و بالتالي فان خير علاج للحوادث و ما قد تؤدى إليه من كوارث هي الوقاية من هذه الحوادث و تفادى حدوثها، إذا انه يمكن للمرء أن يتفادى وقوع عدد كبير من الحوادث التي يمكن أن تتعرض لها مدننا العربية بمعرفته لأسباب حدوثها و محاولته تجنب حدوث تلك الأسباب مما يقلل من نسبه الحوادث في مدننا ، و بالتالي من مغبة تعرضها لأنواع معينة من الكوارث. و لكن في حالة حدوث حادثة ما ، ليس هنالك من مفر غير معالجة نتائج تلك الحادثة و محاولة تقليل الخسائر الناتجة عنها و تفادى تكرارها. في التوصيات لهذه الورقة الكثير من النقاط التي يجب الانتباه إليها وذلك في حالة و جود الرغبة الأكيدة لدى سكان المدن العربية في المحافظة على مدنهم و حمايتها من الحوادث و بالتالي الكوارث و كذلك لإتمام عمليات الصيانة الإنشائية بالكثير من الأمن و السلامة في سبيل بناء مدن حديثة أو المحافظة على مدن قائمة أو إعادة الحياة لمدن تاريخية أهملت لفترة طويلة من الزمن.

المراجـع :

[1] Mc king, T.H. (1962). building failures, case in construction and design , MC grow – hill book company, new York.

British standard institution. (BS 6187:1982). cod of practice for demolition. [2]

H.M.S.O .health &safety at work series: [3]

NO.6B. (1976) safety in construction work : roofing.

NO.6E. (1977) safety in construction work : demolition.

NO. 47.(1976) safety in the stacking of materials.

[4]. عمر اللبار (1988). الأمن و السلامة في عمليات الإنشاء ، الندوة الأولى للسلامة المنظمة بالمركز النوعي للتدريب على صناعة الاسمنت، بنغازي ليبيا .

[5] . ملاك جرجس(1983) . سيكولوجية الإدارة و الإنتاج، الدار العربية للكتاب ، طرابلس ليبيا.

[6] . محمود الشركجى (1965). الهندسة الإدارية ، منشورات عويدات ، بيروت

نحوعمل دليل ليبي لصيانة الطرق الإسفلتية

د. محمد عمران أمبارك
أستاذ هندسة الطرق بكلية الهندسة جامعة الفاتح
mimbarek@omran.com.ly

م. خليفة سعد الأطرش
طالب ماجستير بأكاديمية الدراسات العليا
khalifa.atrach@lbcd.com.ly

الملخص :

يتناول هذا البحث بالدراسة والتحليل أعمال الصيانة للطرق الإسفلتية بما في ذلك وصف وتقويم الأضرار واختيار نوع الصيانة المناسبة حسب نوع الضرر وكافة الاعتبارات الأخرى قبل وأثناء وبعد عمل الصيانة ، وقد تم اقتراح وضع نظام موحد لأجراء أعمال الصيانة قابل للتطبيق بالجماهيرية ، مع الأخذ في الاعتبار ما أسفرت عنه الدراسة الميدانية والمراجع النظرية ذات العلاقة بالصيانة ، واعتمادا علي بيانات الاستبيان لعينة عددها (40) مهندس ومختص في أعمال الصيانة ، وكذلك الاستفادة من تجارب دول العالم المتقدم في هذا المجال ، بالتركيز على البنود التي بسببها تحدث الإضرار للطرقات في وقت مبكر وذلك من خلال المعلومات التي تم توفيرها من المراجع النظرية وما تم الإشارة إليها بالأغلبية في الاستبيانات المتحصل عليها من المهندسين والفنيين وأصحاب الشركات والمؤسسات العلمية والمكاتب الاستشارية والدراسات السابقة حول هذا الموضوع وجميعها أكدت على تطبيق المواصفات الفنية وأوصت بأهمية تطبيق الجودة الشاملة في مرحلة الصيانة من خلال دليل لصيانة الطرق في تلك الدول ، ونظرا لأهمية الدليل في وضع الأسس الفنية للصيانة ، فإننا نوصى بالاهتمام بعمل هذا الدليل بأسرع ما يمكن تفاديا للمزيد من صرف المبالغ المخصصة لإعمال الصيانة المتأخرة والغير خاضعة إلى أي مواصفات فنية في أغلب الأحيان ، ونظرا لاتساع نطاق الإعمال في هذا المجال الحيوي في ليبيا ، يتطلب الأمر ضرورة عمل هذا الدليل لتمكين المهندسين والفنيين من أداء إعمالهم بأساليب منهجية بعيدة كل البعد عن الاجتهادات الشخصية ، ويتضمن هذا الدليل معايير لأعمال الصيانة للطرق واشتراطات تنفيذ أعمال الصيانة وكيفية استلام الأعمال ، والمحصلة النهائية تؤدى إلى تنفيذ مشاريع ذات طابع مميز ، تتوفر فيها جميع المتطلبات الفنية ويبقى الهدف الرئيسي من عمل هذا البحث هو محاولة نحو وضع دليل ليبي لصيانة الطرق الإسفلتية ، وذلك للحصول على طرق ذات جودة عالية تتحقق فيها الراحة والأمان والاقتصاد في الكلفة.

المقدمــة :

بالنظر إلى الدور المهم الذي يلعبه نشاط قطاع النقل البرى في خدمة النقل ومساهمته في الدفع بالاقتصاد الوطني ، أخذا في الاعتبار حجم الإنفاق والاستثمار في هذا النشاط وباعتبار إن البنية الأساسية فيه من الأصول المهمة العائدة للدولة بشكل عام ، بالإضافة إلى الطبيعة الفنية لهذا النشاط وما تتطلبه من وجود مرجعية مركزية لتوحيد المقاييس والمعايير في التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة ، وحيث إن مرحلة الصيانة من أهم العوامل الاقتصادية التي يجب مراعاتها عند تنفيذ مشروعات الطرق ، لذا يجب الاهتمام بعمل دليل موحد لإعمال صيانة الطرق ،الذي ينظم الشروط الواجب مراعاتها لتحقيق الجودة الشاملة في أعمال الصيانة وفق برنامج علمي منظم يعتمد على الاختبار قبل وبعد التنفيذ لضمان سلامة العمل[1] ، وحيث إن معظم الطرق قد تعرضت لإضرار إنشائية ووظيفية كبيرة ،ويرجع السبب أم لعيب في التنفيذ أو عدم إجراء الصيانة اللازمة التي تعيد تأهيل الطريق إلي حالتها الأصلية التي بنيت عليها في الوقت المناسب ،وبما أن شبكة الطرق في الجماهيرية خلال العقدين السابقين شهدت تعثر كبير في أعمال صيانة الطرق أدت إلي رفع الكلفة وكذلك التأخير في زمن التنقل لمستخدمي الطرق ،وتعتبر متابعة حالة الطريق بشكل مستمر من خلال برنامج مراقبة منذ بداية استخدامها من الأشياء الضرورية لمعرفة الأضرار التي تصيب الطريق بسرعة وذلك بتحديد الضرر ونوعه وشدته وبالتالي اختيار نوع الصيانة في الوقت المناسب ، ومن هنا يتبين أن الهدف من صيانة الطرق الإسفلتية هو المحافظة عليها بصورة جيدة حتى يمكنها تقديم الخدمات لمستخدميها بطريقة آمنه ومرضية طوال العمر الافتراضي للطريق ، ولما للصيانة من أهمية بالغة في الحفاظ علي الخدمة للطريق وحمايتها من الانهيار المبكر. يتناول هذا البحث بالدراسة ما يلي :

1. المفهوم الضيق والمحدود للأضرار التي تصيب الطرق الإسفلتية باستخدام أسلوب الفحص النظري دون العملي ، وهذا يسبب في تدهور مستوى جودة الصيانة.
2. عدم إتباع نظام موحد في ليبيا في تحديد الأضرار التي تصيب الرصفيات الإسفلتية يؤدى إلى عدم إجراء الصيانةً المناسبة لهذه الأضرار .
3. عدم وضع نظام في متابعة حالة الطريق يؤدى إلى عدم عمل الصيانة في الوقت المناسب ، الأمر الذي يعمل على زيادة تكلفة الصيانة.
4. عدم التعامل الجيد مع الآليات الحديثة واستخدام معدات غير معايرة يؤدى إلى سرعة تهالك الطرق وزيادة تكلفة النقل للبضائع والأفراد .

5. إتباع أسلوب صيانة الطرق بإعادة ترميم الحفر وتعبئتها بالخرسانة الإسفلتية دون علاج الشقوق التي تظهر في طبقات الرصف التحتية يتسبب في تدهور حالة الطريق بسرعة مما يستوجب في أغلب الحالات إعادة رصف الطريق من جديد وبالتالي زيادة في تكلفة الصيانة .

وبذلك فان البحث يهدف الى تحقيق الاتي:

1.الوصول إلى وضع دليل لصيانة الطرق الإسفلتية في ليبيا .

2.التعريف ببرامج الصيانة لا ضرار الرصف ، اعتمادا علي الوصف الدقيق والموحد للأضرار.

3.وضع تعريف موحد لكل نوع من أنواع الأضرار التي تصيب الرصفيات الإسفلتية وكيفية تحديد شدتها ، وكذلك مدى انتشارها.

4.تمكين الهيئات والمصالح والشركات المنفذة والجهات ذات العلاقة من إتباع نظام تعريف موحد لعيوب الرصف .

5.الوصول إلى أقل كلفة وأقل وقت في إعمال التنفيذ والصيانة لمشروعات الطرق .

وقد تم وضع الفرضيات التالية:

1.عدم وجود نظام موحد في تقييم حالة الرصف وتحديد نوع الضرر وطرق الصيانة .

2.عدم وجود نظام مراقبة دائم لحالة الطريق وعدم عمل الصيانة المناسبة في الوقت الملائم يعرض الطريق بالكامل للتلف وبالتالي إلى أعادة الإنشاء.

3.المفهوم الضيق لمعظم الشركات المنفذة للإضرار التي تصيب الطرق الإسفلتية باستخدام الفحص النظري دون العملي يتسبب في تدهور مستوى الصيانة من جديد.

4.أتباع أسلوب صيانة الأضرار في الطرق الإسفلتية بإعادة ترميم الشقوق وتعبئة الحفر بالخرسانة الإسفلتية دون علاج الأضرار في طبقات الرصف التحتية يتسبب في تدهور حالة الطريق بسرعة من جديد.

صيانة الطرق الإسفلتية

تعريف الصيانة

تعرف الصيانة بأنها تلك الأعمال التي تحتاجها الطريق وذلك لإعادة تأهيلها إلى مستوى الخدمة المطلوبة وإصلاح ما قد يحدث لها من ضرر في الوقت المناسب ويكون مستوى الخدمة أعلى ما يمكن عند السنة الأولى في بداية فترة استخدام الطريق ثم يبدأ مؤشر الخدمة في الهبوط أثناء فترة الاستعمال حتى يصل إلى قيمة تكون بعدها أعمال الصيانة ضرورية لإعادة مستوى الخدمة في الطريق بالمستوى المطلوب أو قريب من مستوى الخدمة للسنة الأولى في الطريق[2]. وعموما فان أعمال الصيانة للطرق تنقسم إلى صيانة منشأ الطريق نفسه من الأضرار التي تصيبه مثل التشققات ، التخدد ، التفتت والنزف..الخ. وصيانة التجهيزات الملحقة بالطريق والمستخدمة في تنظيم وتوجيه حركة المرور مثل العلامات الإرشادية ، الإنارة ،أسيجة المشاة..الخ [3] .

أهمية الصيانة

إن مهمة المهندس لا تقتصر فقط على تصميم و أنشاء الطرق ، بل تشمل و بنفس الدرجة من الأهمية لعمليات الصيانة بعد الإنشاء ، وحيث أن معظم الدول النامية لا تعطى أهمية كبيرة للصيانة في كثير من المشروعات سواء من ناحية التمويل أو من ناحية تأهيل وأعداد الكوادر الفنية المتخصصة في مجال الصيانة ، وفى مشروعات الطرق فإن الإهمال في صيانتها يعجل بانهيارها مما يتسبب عنه زيادة تكاليف الإصلاح بشكل كبير أو أحياناً إلى إعادة الرصف كاملاً من جديد ، ونظراً لزيادة تكاليف مواد الإنشاء وقلة مواردها في إنشاء الطرق بالإضافة إلى زيادة تكلفة استيراد معدات الصيانة ، لذلك تم إدراك جميع هذه المشاكل من قبل معظم الدول ، ونتيجة لذلك بدأ البحث في إيجاد طرق وتقنيات جديدة لصيانة الطرق بأقل تكاليف ممكنة[3] . أن تقنيات إعادة التأهيل وإصلاح العيوب الموجودة في الطرق الإسفلتية تتوقف على طبيعة المشكلة ، والأهم من ذلك تتوقف على المواصفات التي وضعت بواسطة وكالات التحكم في إعادة التأهيل وإصلاح العيوب وتعتبر الآن التكنولوجيا المتطورة لصيانة الطرق بديلاً طبيعياً من شأنه أن يحقق وفراً ملحوظاً في التكلفة حيث أن عمليات الصيانة لا تزيد تكلفتها عن 20% من تكلفة إعادة الرصف [1] ، ولا يمكن إلى أي رصف أن يصل إلى العمر التصميمي المطلوب إلا من خلال عمل الصيانة له من حين إلى آخر وفق برنامج يعد من الإدارة المختصة بمتابعة وصيانة الطرق ، والذي يتم فيه متابعة حالة الطريق منذ إنشائها باستمارات خاصة يتم من خلالها معرفة حالة الطريق ومدى تأثرها نتيجة الاستعمال ، وصيانة الأضرار التي تظهر بها في الوقت المناسب و بأقل تكلفة ، وبالتالي إعادة تأهيلها من جديد حتى العمر التصميمي لها والمحافظة على الطرق بحالة جيدة قريبة من حالتها الأصلية التي أنشأت عليها في السنة الأولى ،

وإعادة تأهيلها عند الحاجة بأقل تكلفة وأقل زمن ممكن ، وهذه الأضرار يمكن وصفها من خلال خطوات الكشف على الضرر ووضع آلية خاصة لتحديد حجم الضرر وكثافته وتأثيره ومن ثم تقويم حالة الرصف ومن خلالها يتم تحديد نوع الصيانة الملائمة[4] .

أنواع صيانة الطرق الإسفلتية

الصيانة الدورية الوقائية

تشمل المراقبة الدائمة للطريق وتحديد التالف منها ، وكذلك تنظيف سطح الطريق من التربة وغيرها من المخلفات التي قد تتسبب في أضرار للطريق إذا لم يتم أزالتها في الوقت المناسب ، وصيانة نظام الصرف لمياه الأمطار وملحقات الطريق الأخرى كالعلامات والإشارات المرورية وغيرها . ويتم هذا عن طريق برنامج سنوي كامل يتم فيه تقسيم الطريق إلى عدة قطاعات ومراقبة كل قطاع وتحديد الأضرار وتصنيفها حتى يتسنى لمهندسي الصيانة تحديد نوع الصيانة المطلوبة[2] .

الترميم والصيانة المحدودة

تشمل هذه الأعمال الترميم والإصلاح للأضرار الرئيسية الكبيرة التي قد يتعرض لها الرصف مثل التخدد والهبوط في طبقات الرصف الناتج عن ضعف تربة الأساس أو التغيرات الحجميه كنتيجة للتغير في دراجة الحرارة وغيرها من الأسباب الأخرى . ومن أمثلة هذه الأضرار الهبوط الموضعي بالطريق وما يتولد عنه من حفر بالطريق ، وفي هذه الحالة يقوم مهندسي الصيانة بتحديد نوع الضرر وعمل الصيانة الناسبة حسب نوع الضرر[2] .

التكسية السطحية أو الطبقات المضافة :-

في حالة حدوث تفتت و تناثر للركام بالطبقة السطحية نتيجة لرداءة المواد المستعملة أو ضعف المادة الرابطة البيتومينية مما يؤدى إلى التخشن بسطح الطريق ويعمل على زيادة النفاذية بالطبقة السطحية مما يسهل على دخول المياه إلى الطبقات التحتية للطريق . يقوم مهندسي الصيانة بإضافة طبقة من الخرسانة الإسفلتية بمواصفات خاصة حسب نوع الضرر تعمل على التقليل من النفاذية وكذلك التقليل من التفتت والتلف بالطبقة السطحية للطريق وتحسين مقاومة الانزلاق واعمل على أطالة عمر الطريق . وتجدر الإشارة إلى أن أعمال التكسية السطحية لا تستهدف حل مشكلة التشكل أو التخدد الذي قد يحدث بالطريق أو معالجة التشوهات والتشققات الناتجة عن الكلال الحراري أو المروري بقدر ما هي تحسين لحالة

الطبقة السطحية للطريق والعمل على زيادة ديمومتها والمحافظة عليها. في أعمال الطبقات الإضافية يتم عمل طبقات أعلى الطبقات الموجودة للطريق وذلك كتدعيم للطبقات التحتية و تحسين أداء الطريق ومعالجة الهبوط الذي قد يحدث بالطبقة السطحية ، ويمكن إضافة طبقات أضافية لسطح الطريق عند تنامي و زيادة حركة المرور مما يترتب عنه زيادة سعة التحميل المرورية للطريق[2] .

الدراسة الميدانية :

عام

تم اعتماد منهج الدراسة الميدانية للاطلاع على الأسلوب المتبع للشركات العاملة في هذا المجال في تقييم حالة الرصف وتحديد الأضرار التي تصيب الطرق الإسفلتية ، وتجميع المعلومات حول موضوع الدراسة من خلال زيارة ميدانية لهذه الشركات والعاملين فيها من مختصين ، وكذلك المهتمين بأعمال الصيانة من خلال الاستبيانات. والمقابلات الشخصية التي تمت معهم عدة مرات وتعكس الدراسة الميدانية الوضع الحالي الذي تمر به مشروعات الطرق ، من حيث كيفية اختيار نوع الصيانة المناسبة ، بالإضافة إلى إبراز الصعوبات التي تواجههم في عدم أتباع الأسلوب العلمي في تقييم حالة الرصف ووصف الأضرار الموجودة في الطرق الإسفلتية وعدم تطويرها من حين لآخر للتقليل من مشاكل الرصف في ليبيا .

عرض المعلومات المدونة بالاستبيانات.

تم عرض المعلومات من خلال الإجابات المتحصل عليها من المشاركين في الاستبيان والمقابلات الشخصية لعدد (40) مشارك والردود على عدد (19 سؤال) من الأسئلة التي تم دراستها وتجهيزها بما يتناسب وموضوع البحث كما هو مبين في الجدول رقم 1. نستنتج إن أغلبية ملاحظات المشاركين في البحث تفيد بعدم وجود دليل ليبيي خاص بصيانة الطرق

الجدول 1: عرض نتائج الاستبيانات

ت	السؤال	الإجابة			
1	–هل يوجد دليل ليبيي لأعمال الصيانة	نعم	لا يوجد	نعم يوجد	لا اعرف
		لا أحد	37 مشارك	–	3 مشاركين
2	– المواصفات المستخدمة في أعمال الطرق (ليبية) أو	ليبية	AASHTO	إنجليزية	أخرى

	(AASHTO) أو (أخرى).	5	32	–	3
3	هل توجد مواصفات فنية محلية تستخدم في أعمال صيانة	توجد	لا توجد	أحياناً	لا أعرف
		5	31	–	4
4	هل يتم تطوير المواصفات الأجنبية بما يتناسب والمناخ	نعم	لا	أحياناً	لا أعرف
		3	34	2	1
5	هل أعمال الصيانة التي تجرى حاليا تعيد تأهيل الطريق كما	نعم	لا	جزئياً	لا أعرف
		26	3	11	–
6	هل المشاكل والأضرار التي تواجهها الطرق في ليبيا بسب	سبب المواد	سبب التنفيذ	سبب	سببها
		11	4	12	13
7	هل توجد صعوبات تقلل من جودة الصيانة التي تجرى	نعم	لا	أحيانا	لا أعرف
		39	–	–	1
8	هل يتم إجراء الاختبارات على تربة الأساس أو يتم مباشرة	نعم	لا	أحياناً يتم	لا أعرف
		5	32	–	3
9	هل يتم إجراء جميع الاختبارات لباقي طبقات الرصف	نعم	أحيانا	يفترض	لا اعرف
		18	5	9	8
10	كيف تتأكد من صحة الاختبارات التي تجرى على المواد	في مختبر	في مختبر	في مختبر	لا أعرف
		2	26	10	2
11	هل يستخدم مواد بديلة في حالة عدم توفر المواد المذكورة	نعم	لا	يفترض	لا أعرف
		23	1	15	1
12	هل يتم تشكيل فريق عمل فني متخصص في أعمال الصيانة	نعم	لا	يفترض	من حين
		25	–	5	10
13	– هل يتواجد الجهاز الفني للمقاول مع المهندس المشرف	نعم	لا	أحيانا	من حين
		16	–	5	19
14	– هل يتم التنفيذ بواسطة المعدات والآليات المملوكة للمقاول	نعم	لا	أحياناً	غالباً
		24	–	14	2
15	هل يتم نقل الخرسانة الإسفلتية في شاحنات مجهزة	نعم	لا	أحيانا	لا أعرف
		6	26	6	2
16	هل توجد رقابة جيدة تقوم بالتفتيش عند التنفيذ .	نعم	لا	أحياناً	زيارات
		7	10	13	10
17	هل يتم دفع مستخلصات التنفيذ كاملة و في الوقت المطلوب	تدفع كاملة	لا يتم التقيد	جزئياً	لا أعرف
		–	13	25	2
18	هل توجد أسباب في حدوث الأضرار دراستها بشكل	نعم	لا	أحيانا	لا أعرف
		20	2	3	15
19	– أية ملاحظات أخرى	نعم توجد	لا توجد	–	–
		40	–	–	–

وإن جميع الأعمال تنفذ استناداً إلي المواصفات الأمريكية (الآشتو) AASHTO بالإضافة إلى أنه تمت الإفادة بوجود صعوبات في توفر المواد المحلية الملائمة والداخلة في صناعة الخلطة الإسفلتية خصوصا عند تنفيذ الطرق في المناطق الوسطي والجنوب والتي ظهرت بها العديد من المشاكل مثل التشققات السطحية بطبقة الإسفلت وغيره من أضرار أخرى ، كما تمت الإشارة من قبل المشاركين إلى حصول عدة أخطاء فنية سواً في أعمال تقويم حالة الرصف وتحديد الأضرار

وتنفيذ أعمال الصيانة ، نتيجة لعدم توفر الآليات والمعدات المناسبة وعدم معايرة الخلطات الإسفلتية وعدم نقل الخرسانة الإسفلتية في الآليات المخصصة لذلك وعدم تواجد جهاز الاشراف بصورة دائمة بالموقع وعدم الاخذ في الاعتبار للظروف المناخية عند التصميم الانشائى للطرق . حيث تركزت الأسئلة على عدة مواضيع أهمها معرفة وجود دليل ليبي في أعمال الصيانة لمشروعات الطرق في ليبيا . وفى المقابل نؤكد من خلال معظم الإجابات على اتباع مواصفات الاشتو AASHTO عند إجراء أى تصميم أو عند إعداد المواصفات لمشروعات الطرق في الوقت الحالي وكانت نسبة الإجابات حسب خبرة المشاركين ودرايتهم بخلفية الموضوع.

نحو الدليل الليبي لصيانة الطرق الإسفلتية

يتم إعداد هذا الدليل من خلال تجميع المعلومات من الدراسات النظرية والمراجع ، وما تناولته الأدلة التي تمت دراستها في هذا البحث ، وحيث أن معظمها تحتوي علي نفس الخطوات تقريباً في تقويم حالة الرصف وتحديد نوع وصيانة الأضرار ، وبالتالي فإنه يمكن اتباع نفس الخطوات في عمل هذا الدليل ، بوضع تعار يف إرشادية للأضرار التي تصيب الطرق الإسفلتية ملائمة للوضع المحلي ، ومعرفة شدتها ومدى انتشارها مثل (المساحة ، الطول ، العدد) و إلخ. وتحديد نوع الصيانة المطلوبة ، باستخدام طرق علمية موحدة في تعريف الأضرار أثناء عملية تقويم حالة الرصف في مقطع أو مقاطع من الطريق ، بالاستفادة من تجارب الدول الأخرى ، وليكون هذا العمل الخطوة الأولي لتجهيز دليل ليبي كامل يوفي بمتطلبات أعمال صيانة الطرق في ليبيا ويضع لها شروط ومفاهيم موحدة للوصول إلى تنفيذ الصيانة المطلوبة ، واستخدام الأسلوب العلمي في تجهيز هذا الدليل بالتعاون مع الشركات والمكاتب الاستشارية وأعضاء هيئة التدريس بالجامعات

وتخصيص ميزانية لهذا العمل الجبار، والذي بواسطتها يمكن عمل الصيانة بالشكل المطلوب والحصول علي طرق آمنه ومريحة لمستخدمي الطرق طوال العمر الافتراضي .

الخلاصـة :

1. ضرورة عمل جملة من الإجراءات تؤكد ضمان حسن تنفيذ الأعمال وذلك بوضع أسس فنية لمهندسي وفني الطرق تمكنهم من القيام بضبط أعمال الصيانة منذ بدايتها وحتى إتمامها دون أي حيود عن المواصفات الفنية المعدة بالخصوص.

2. يجب السعي لتجهيز دليل ليبي لأعمال الصيانة يشمل الدليل الفني لأعمال الصيانة والمواد وطرق اختبارها وإجراءات تنفيذ أعمال الصيانة منذ بداية الإعمال وحتى استلامها .
3. عمل الصيانة وفقاً لشروط ومواصفات فنية خاصة بأعمال الصيانة يؤدى إلى تنفيذ مشاريع ذات طابع مميز وتتوفر فيها جميع المتطلبات الفنية لأعمال الصيانة .
4. يرجع عدم إتباع الإجراءات الهامة في وصف و تحديد الأضرار بليبيا للأسباب الآتية:

- عدم وجود استمارة لمتابعة حالة الطرق بعد تنفيذها ، وهذا يعمل على عدم تنفيذ الصيانة المطلوبة في الوقت المناسب.
- قلة وجود الخبرات المتخصصة في أعمال الصيانة تؤدى إلى تنفيذ مشاريع ذات طابع لا تتوفر فيها المتطلبات الفنية لأعمال الصيانة .
- وجود دليل ليبي في صيانة الطرق الإسفلتية يضع تعريف موحد للأضرار وكيفية تحديد شدتها ،مستواها ،وكذلك مدى انتشارها وطرق علاجها ويسد النقص الكبير في وجود المراجع الخاصة بأعمال الصيانة.

التوصيات :

من خلال هذا البحث و النتائج المتحصل عليها فأننا نوصى بالاتي:

1.ضرورة عمل دليل ليبي لأعمال صيانة الطرق بالاستفادة من تجارب الدول التي السباقة أو الرائدة في هذا المجال وتطويره بما يتناسب ومتطلبات الصيانة في ليبيا.

2.عمل نظام إدارة خاص بأعمال الطرق و الصيانة و برمجتها من الناحية المالية و الإدارية و الفنية.

3.تخصيص ميزانية سنوية للصرف على برامج صيانة الطرق المختلفة .

المراجـع :

1. التخطيط العام – 2005 – بشآن سياسات النقل – اللجنة الشعبية العامة
2. الدكتور محمد عمران أمبارك و الدكتور محمد خليفة على – (2003–2004) – كتاب بعنوان هندسة الرصف – مكتب البحوث و الاستشارات الهندسية جامعة الفاتح – ليبيا .

3. الدكتور خليل ابواحمد – كلية الهندسة / جامعة الإسكندرية – 2001– كتاب بعنوان المواد الإسفلتية وإنشاء الطرق وطرق ضبط الجودة – الصادر عن مجلة العمارة والتخطيط العدد الثالث عشر

4. Kari , W.J. , L.E. Santucci , and L.D. Coyne 1998 , Hot Mix Recycling of asphalt pavement Proceeding , The Association of Asphalt paving Technologists , Vol . 48. 1979. pp 192.- 220.

تأثير الحمولات الحرارية والأستاتيكية على انحناء الكمرات الخرسانية

د. نزار لباد
محاضر بقسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة – جامعة سبها
nlabad@yahoo.com

د. عبد السلام المبروك عكاشة
أستاذ مشارك وأمين قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة – جامعة سبها
abdusalamakasha@yahoo.com

الملخص :

إن تصميم المقاطع الخرسانية المسلحة بتأثير الحمولات الحرارية يتم حتى الآن على أساس التبادل الحراري الخطي علما بأن الفروقات الحرارية التي تتعرض لها العناصر الخرسانية تؤدي فعليا إلى تبادل حراري لاخطي وهذه اللاخطية بالتبادل بين وسطين هي التي تسبب بعض التصدعات في المنشآت الخرسانية . إن الأجهادات والانفعالات التي تحدث بتأثير الحمولات الحرارية تكون كبيرة جدا عندما تكون الفروقات الحرارية كبيرة أي عندما تتعرض إلى صدمة حرارية كما هو الحال في خزانات السوائل الحارة . إن المشاكل والتصدعات التي تحدث دائما في المنشآت تكون أحيانا كبيرة لدرجة أنها تخرجها عن العمل كما هو الحال في مخازن التبريد و الخزانات للسوائل الحارة و الصوامع و الجسور وحتى المنشآت العادية المكيفة التي تعمل في الأجواء الحارة .

إن كل ذلك يستدعى إلى دراسة و تحليل هذه المشكلة والتي لم يتم البدء في دراستها إلا في بداية الثمانينيات من قبل الباحثين البريطانيين ثم الإيطاليين و البولنديين و الكنديين وغيرهم ولاتزال الأبحاث والتجارب جارية حتى الآن لحل هذه المعضلة بالشكل الأمثل . في هذا البحث سنلقي الضوء على الانحناء Deflection الذي يحصل في الكمرات الخرسانية الخاضعة للصدمات الحرارية .

المقدمـة :

إن تأثير الحرارة على العناصر الخرسانية الناضجة في كثير من المنشآت الخرسانية يمكن أن يكون لها تأثير كبير على آلية عملها الإنشائي ، لذلك لابد من الأخذ بعين الاعتبار الحمولات الحرارية في التصميم لتجنب التصدعات التي قد تحصل بسببها . لأمكانية حل هذه المعضلة لابد من العمل على مسارين ، **الأول** هو تحديد المجال والتوزع الحراري في المقاطع وسرعة التبدلات الحرارية ، أما **الثاني** فهو إيجاد النموذج الرياضي الذي يمكن بواسطته تمثيل تأثير الحرارة على

العناصر الخرسانية بالشكل الأمثل والأقرب إلى الصحة والواقع . إن هذه المسائل لاتزال حتى الآن تفتقر للحلول المرضية بدليل نتائج تحليل أسباب تصدعات الكثير من المنشآت الخرسانية .

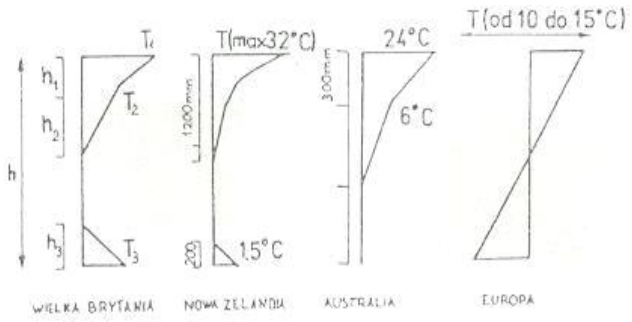
تنشأ في العناصر الخرسانية حالة معقدة من الاجهادات والانفعالات بتأثير التبدلات الحرارية سواء كان المصدر الحراري طبيعي أم غير طبيعي . إن المراجع العلمية تقدم الكثير من حالات التصدعات التي تحصل في العناصر والمنشآت الخرسانية وخاصة منها الكمرات الحاملة للجسور وخزانات السوائل الحارة ومخازن التبريد وصوامع الحبوب وحتى المنشآت العادية [1,2,3,4,5,6,7,8,9] .

إن تصميم العناصر والمنشآت الخرسانية على الحمولات الحرارية يقتصر حتى الآن على حالات التبادل الحراري الخطي علما بأن الأختبارات الموقعية والمخبرية أظهرت بأن هذا التبادل في الواقع العملي غير خطي وبقدر كبير في المرحلة الأولى من تأثير الحرارة وهذا ما يسمى بالصدمة الحرارية Thermal shock .

التوزيع أو التو ضع الحراري في المنشآت والعناصر الخرسانية

إن معرفة التوزيع الحراري في العنصر الخرساني هي الأساس لتحديد الاجهادات والانفعالات الحرارية ، ويكون حجم هذه الاجهادات والانفعالات كبير جدا لدرجة أنه لا يجوز إهمالها في حال كان التوزع الحراري غير خطي على ارتفاع المقطع الخرساني ، إلا أنه من الصعب في الواقع العملي تحديد اللحظة الحرجة عند حدوث أسوأ توزع حراري بعد تطبيق الحمولات الحرارية وبالتالي اللحظة التي يحصل فيها أكبر قيمة للانفعالات والاجهادات وخاصة للعناصر الغير مقررة ستاتيكيا .

لقد حدد Branco و Mendesa المخطط البياني للتوزع الحراري في الحالات الحرجة الذي يحصل في الجسور الخرسانية على مدار ال 24 ساعة وعلى مدار السنة الذي يحصل بتأثير الحرارة الطبيعية المحيطة [1] وبناء على الدراسة المقدمة من قبل B و M وعلى القياسات التجريبية فقد تم تعديل مخطط التوزع الحراري على ارتفاع المقطع العرضي في الجسور الخرسانية في عدد من البلدان بشكله الحقيقي اللاخطي كما في الشكل (1) بعد أن كان خطيا في الاشتراطات الهندسية (cods) لهذه البلدان .



الشكل (1)

التحليل الرياضي للتوزّع الحراري في الكمرات الخرسانية

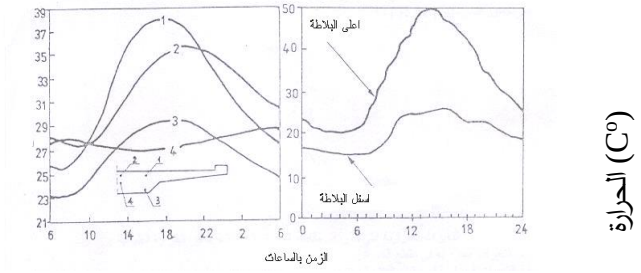
بالاعتماد على الاختبارات الحقلية (الموقعية) فقد تمكن Wilson [12] وغيره من الباحثين [2 ، 13 ، 14] وضع المعادلة الرياضية للتوزع الحراري داخل العناصر الخرسانية

$$\Delta T = \Delta T_P e \times P\left(-\times.\sqrt{\frac{v}{2a}}\right).\sin\left(vt-\times\sqrt{\frac{v}{2a}}\right)^{(5)} \qquad (1)$$

حيث:

t – الزمن	ΔT_P – الفرق الحراري عند بداية التحميل
λ – معامل الانتقال الحراري	x – العمق
ρ – الكثافة	v – معامل بواسون
C_S – الحرارة النوعية	$a = \frac{\lambda}{\rho C_S}$ – معامل التعادل الحراري

لقد تم قياس التغيرات الحرارية التي تطرأ بتأثير الحرارة الطبيعية على مدار الـ 24 ساعة في مقاطع كمرات وبلاطات أحد الجسور الخرسانية [1 ، 15] ، الشكل (2)



التغيرات الحرارية في مقطع البلاطة التغيرات الحرارية في مقطع الكمرة

شكل (2) التغيرات الحرارية التي تطرأ في مقاطع الجسور الخرسانية بتأثير الحرارة الطبيعية

تأثير التقلّصات والزحف على نتائج المؤثرات الحرارية

إن التقلّصات والتغيرات الحرارية والزحف من العوامل التي تسبب الانفعالات في العناصر الخرسانية وهذه الانفعالات بدورها تؤدي إلى نشوء قوى داخلية تقاوم من قبل ردود الأفعال التي تنشأ في المساند للعناصر الغير مقررة ستاتيكيا ، وتحصل هذه الانفعالات دون نشوء قوى داخلية في العناصر المقررة ستاتيكيا لعدم نشوء ردود أفعال على المساند بحكم الاستقرار الأستاتيكي علما بأن هذه الانفعالات لاتحصل بفعل الحمولات الخارجية . إن القوى التي تحصل بسبب الانفعالات في العناصر الغير مقررة ستاتيكيا تؤثر على الصلابة أي أن الصلابة تتناقص بفعل الانفعالات والتشققات .

إن انفعالات التقلص تسبب في العناصر الخرسانية الغير مقررة ستاتيكيا نقصا في الأبعاد مما يؤدي إلى نشؤ اجهادات ولكن في العناصر المقررة ستاتيكيا تسبب فقط النقص في الأبعاد ودون حدوث اجهادات تذكر أضف إلى أن الانفعالات المؤقتة والدائمة على حد سواء تظهر في الخرسانة منذ عملية التحميل الأولى . إن ظاهرة ازدياد الانفعالات الدائمة بتأثير الحمولات الخارجية والتقلصات والحرارة وغيرها من المؤثرات تسمى بالزحف ويمكن تحديدها بالعلاقة التالية :

$$\varepsilon = \varepsilon(t,\tau) \qquad (2)$$

وهذه العلاقة هي تابع يتعلق بالزمن t وعمر الخرسانة T . إن العلاقة المذكورة يمكن أن تكتب بحسب Ulicki بشكل مبسط كعلاقة مشابهة للعلاقة التي تحدد انفعالات التقلص

$$\varepsilon_P(t) = \varepsilon_{P\infty}\left(1 - e^{-\beta_2 t}\right) \qquad (3)$$

حيث : $\varepsilon_{P\infty}$ – هي واحدة الزحف العظمى

β_2 – معامل يتعلق بشدة الزحف .

هناك فرق نوعي كبير مابين تأثير انفعالات التقلص وتأثير الحرارة على الخرسانة ، إن انفعالات التقلص تحدث فقط في الخرسانة دون فولاذ التسليح وتستمر التقلصات ببطء خلال سنوات عديدة وحجمها لا يتعلق فقط بنوعية وعمر الخرسانة بل أيضا بالظروف البيئية المحيطة وأبعاد العناصر الخرسانية . ولكن الانفعالات التي تحصل بفعل الحرارة تتزايد بشكل سريع جدا نسبيا أي في خلال عدة أيام وتحصل في الخرسانة وفولاذ التسليح على حد سواء . ولكن انفعالات الخرسانة والفولاذ مرتبطة مع بعضها البعض (بفعل قوة التماسك بين الفولاذ والخرسانة) ، فان التقلصات تحصل بحيث تسبب اجهادات الشد في الخرسانة اجهادات الضغط في الفولاذ . إن حجم الاجهادات التي تحصل بفعل التقلصات والحرارة تتعلق بنفس القدر بحجم هذه المؤثرات .

الاختبارات المعملية لدراسة تأثير الفرو قات الحرارية على الانحناء للكمرات الخرسانية المسلحة .

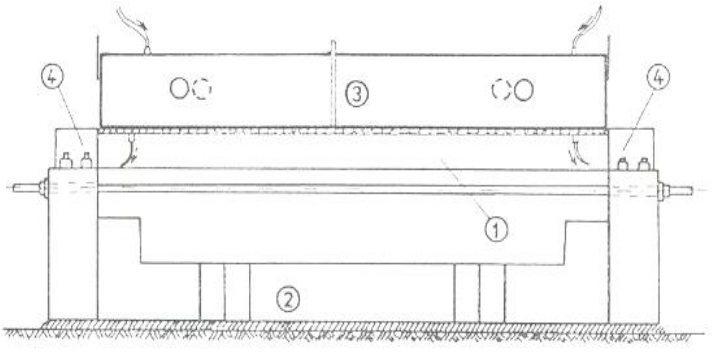
لقد أجريت اختبارات عدة لمعرفة تأثير الحرارة على بعض العناصر الخرسانية وأغلب هذه الاختبارات كان يتعلق بتأثير حرارة الشمس والهواء المحيط على الجسور الصندوقية [2 ،10 ،16 ، 17] وكذلك الخزانات والصوامع المعرضة لحرارة المحيط وحرارة السوائل للخزانات وحرارة المواد الحبيبية للصوامع [1 ، 6 ، 7 ، 8] .

من خلال استعراض المراجع العلمية يمكن القول بأن الأبحاث التي أجريت حتى الآن في هذا المجال هي محدودة وخاصة التي أخذت بعين الاعتبار الحمولات الحرارية والأستاتيكية معا . لقد قام بهذا النوع من الاختبارات كل من : Thurston [5] ، White and Belcher [18] ، Richardson and Selby [19] ، Church and Clark [20] ، Vecchio and Sato [21] ، N. Labad [22] .

فيما يلي نلقي الضوء على الاختبارات وبعض النتائج التي توصّل إليها N. Labad .

الاختبارات المعملية

إن برنامج الاختبارات يتضمن تحليل تأثير الحمولات الحرارية والأستاتيكية معا على الكمرات الخرسانية وذلك من ناحية الانحناء Deflection والانفعالات Deformations علما بأنه تم اعتماد أبعاد الكمرات وكذلك الحمولات الحرارية والأستاتيكية في مجال الواقع العملي وليس بشكل نموذج مصغر ، بالنسبة للتحميل فقد تم اعتماد حالة التحميل السريع للحمولات الأستاتيكية وكذلك الحرارية مما مكّن من عدم إدخال تأثير التقلصات و الزحف (الأستاتيكي والحراري) . لقد تم اختيار مقطع وأبعاد الكمرات وحجم الحمولات بحيث تعمل مقاطع الكمرات في المرحلتين الأولى والثانية من مراحل عمل الكمرات الخرسانية ، أما بالنسبة للانتقال الحراري [11] فتم اعتماده على أنه وحيد الاتجاه من أعلى مقطع الكمرة وحتى الأسفل وقد تم عزل جوانب المقطع بألواح من الستيروبور (الفلين الأبيض) وتم الحصول على الحمل الحراري بمرافقة الحمل الأستاتيكي من خلال تحميل الكمرات بخزان للماء بسعة 400 لتر يمتد على طول الكمرة تتم تعبئته بالماء الساخن ومجهز بأجهزة تسخين أيضا ، لقد تم اختبار الكمرات أولا تحت تأثير الحمولات الأستاتيكية دون الحرارية لثلاث مرات على الأقل لكل كمرة وبعد ذلك تحت تأثير الحمولات الأستاتيكية والحرارية معا (أي التحميل بالماء الساخن) لمرتين على الأقل لكل كمرة علما بأن المجال الحراري المؤثر عند أعلى مقطع الكمرة في المجال من 20 C إلى 62 C وبعد ذلك تمت عملية التبريد السريع من خلال تبديل الماء الساخن داخل الخزان إلى ماء بارد مع الحفاظ على أن يبقى الخزان مليء (الحفاظ على قيمة الحمولات الأستاتيكية) . لقد تم اختبار الكمرات بالشكل المذكور سابقا في حالتي الاستناد البسيط للبعض والوثاقة للبعض الآخر ، أما تأمين الوثاقة فقد تم من خلال تثبيت نهايات الكمرات بمقابض فولاذية تثبت إلى المساند بقوة كبيرة بواسطة دادوات مناسبة ، كما في الشكل (3).



الشكل (3) 1. جائز خرساني 2. القاعدة مع المساند 3. خزان 4. مقابض فولاذية

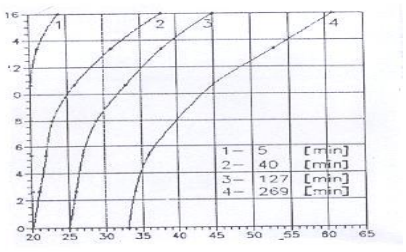
لقد تم اختيار أبعاد مقاطع الكمرات (16×12) سم بطول 320 سم أما التسليح الرئيسي فتم اختيار $(2\varnothing 10)$ و $(3\varnothing 10)$ لمجموعتين من الكمرات وذلك كتسليح سفلي أما التسليح العلوي للمجموعتين $(2\varnothing 10)$ ، مقاومة الخرسانة المميزة $f'_C = 140\,Kg/cm^2$ ووحد الخضوع للفولاذ $f_y = 2400\,Kg/cm^2$. لقد تم قياس الحرارة على ارتفاع مقطع الكمرات في سبعة أماكن موزعة بانتظام على الارتفاع وذلك في وسط مجاز الكمرة وتم استخدام أجهزة قياس حرارية عالية الحساسية توخياً للدقة . قد تم تثبيت هذه الأجهزة على وجه الكمرات ووضعت تحت طبقة العزل الجانبية وكذلك تم تثبيت ثلاثة أجهزة موزعة أيضاً بانتظام على ارتفاع المقطع ولكن بقرب نقاط الاستناد للتأكد من أن الفقدان الحراري نتيجة ملامسة الكمرات للمساند لا يؤثر على سير النتائج وهو بسيط جداً. وكذلك لقد تم قياس الانحناء في سبعة نقاط في محيط وسط الكمرة بتباعدات مساوية إلى 24cm ونقطتين بقرب المساند وذلك باستخدام الساعات الميكانيكية. وقد تم قياس الانفعالات على وجه الكمرات (من الوجهين) وذلك في وسط مجاز الكمرة وتم استخدام ستة نقاط لكل وجه موزعة بانتظام على ارتفاع المقطع .

نتائج الاختبارات: .

*** التوزّع الحراري :**

إن الصدمة الحرارية (Thermal shock) في حالتي التسخين والتبريد سببت في مقاطع الكمرات توزع حراري غير خطي (Nonlineor gradniet of famperature) .

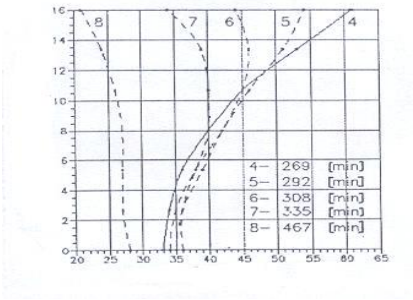
إن الخطوط البيانية الحاصلة بالاستناد على القياسات للحرارة على ارتفاع مقطع الكمرات تظهر بالشكل رقم (4) في حالتي التسخين والتبريد وذلك لنقطة القياس المتوضّعة عند أعلى مقطع الكمرة.



ارتفاع المقطع (cm)

الحرارة (C^o)

تسخين



ارتفاع المقطع (cm)

الحرارة (C^o)

تبريد

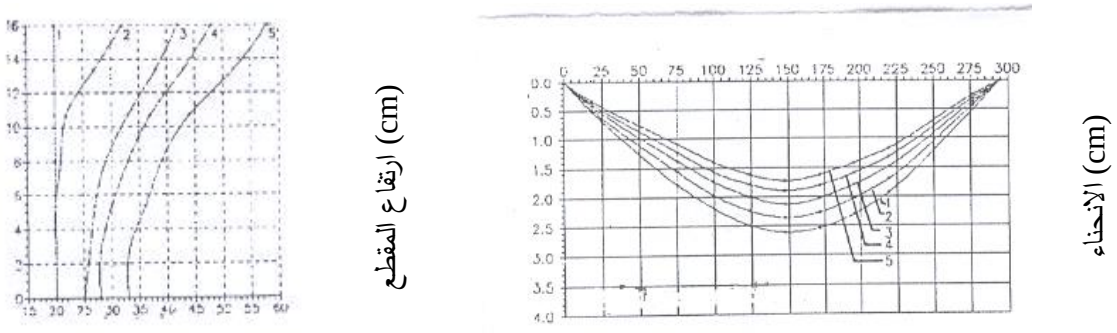
الشكل (4)

إن التوزيع الحراري الموضح في الشكل (4) يعتبر نموذج عن جميع الحالات التي تم الحصول عليها علماً بأن جميع الحالات الأخرى مشابهة إلى حد كبير.

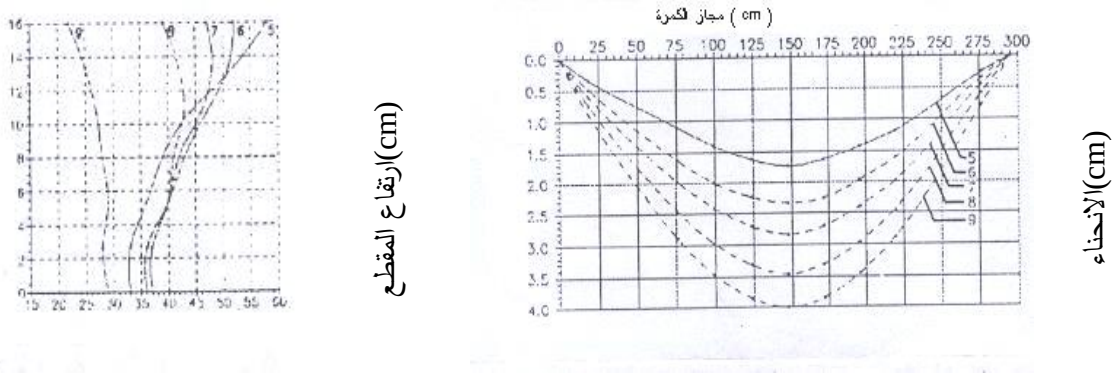
تأثير الحرارة على الانحناء (Deflction)

سوف نكتفي في هذه الورقة بتقديم الناتج لحالة الكمرات ذات الاستناد البسيط ذات التسليح الرئيسي (2∅10) .

أن تسخين الكمرات من الأعلى أدى إلى انخفاض قيم الانحناء (أي ارتفاع الكمرات نحو الأعلى) ولقد كان الانخفاض في هذه القيم بوتيرة سريعة في بداية التسخين واستمر الانخفاض بعد ذلك ولكن بوتيرة اقل سرعة بالنسبة لعامل الزمن إلى أن توقف عند وصول درجة الحرارة إلى ما يقارب $62C^{\circ}$ وهي الحرارة القصوى التي تم الحصول عليها عند أعلى مقطع الكمرات وبعد ذلك بدأت عملية التبريد مما أدى إلى زيادة في قيم الانحناء بوتيرة سريعة جداً في البداية و كذلك الحرارة انخفضت بوتيرة سريعة واستمرت الزيادة في الانحناء إلى أن تخطت قيمة الانحناء التي تحصل بفعل الحمل الاستاتيكي دون الحراري . الشكل (5) يبين التغيرات التي تحصل في حالتي التسخين والتبريد لإحدى الكمرات.

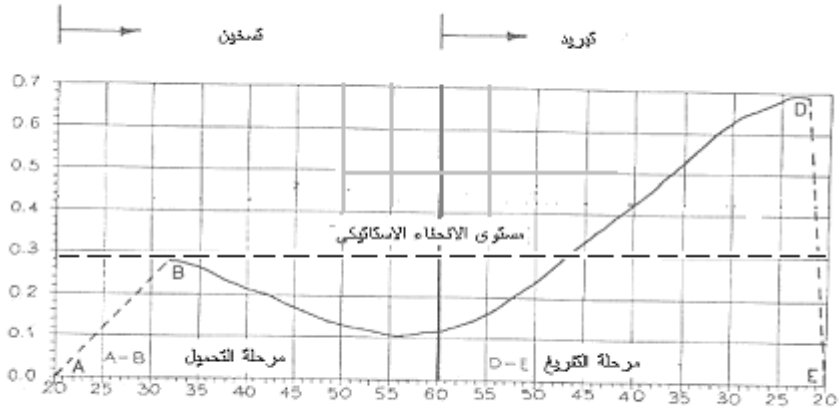


أ. انخفاض الانحناء بنتيجة التسخين



الشكل (5) ب. زيادة الانحناء بنتيجة التبريد

الشكل (6) يوضح العلاقة بين التغيرات الحاصلة في قيم الانحناء بالنسبة للحرارة وذلك في حالتي التسخين والتبريد ومقارنة هذه التغيرات مع الانحناء الحاصل بنتيجة الحمل الاستاتيكي فقط لكمرة أخرى .



الشكل (6)

النتائج والتوصيات : .

بالاستناد على تحليل النتائج والمعطيات لجميع الاختبارات ولجميع الكمرات بما في ذلك النموذج المقدم في هذه الورقة فيمكن ان نستخلص النتائج التالية: .

1- إن خطوط التوزيع الحراري في المقاطع الخرسانية للكمرات تكون بشكل غير خطي عندما تتعرض للفرو قات الحرارية وتكون هذه اللاخطيه شديدة عندما تتعرض المقاطع الخرسانية للصدمات الحرارية.

2- إن خطوط التوزيع الحراري اللاخطي التي تحصل في المقاطع وسرعة التبدلات الحرارية وحالات التحميل الحراري(تسخين، تبريد) تنعكس بشكل رئيسي على قيم الانحناء سواء انخفاض في حالة التسخين أو زيادة في حالة التبريد وتنعكس أيضا على سرعة تجاوب الكمرات بالنسبة للانحناء.

3- في مجال الحمولات المطبقة (الاستاتيكيه والحرارية) تبين أن الانحناء الذي يحصل بنتيجة الحمولات المشتركة الحرارية والاستاتيكية في مرحلة التسخين السريع ينخفض بنسبة 50 % لحالة الاستناد البسيط، أما في حالة التبريد السريع التي تتم بعد عملية التسخين فتبين أن الانحناء يزداد بتأثير الحمولات المشتركة أيضا بنسبة %(40 ÷ 20) بالمقارنة مع الانحناء الذي يحصل بتأثير الحمولات الاستاتيكية فقط وذلك أيضا لحالة الاستناد البسيط.

نوصي بإجراء أبحاث لحالات تطبيق الحمولات المشتركة على بلاطات الأسقف والجدران ولحالات تحميل حرارية استاتيكية مختلفة ، ودراسة تأثير هذه الحمولات على التشققات والانفعالات والاجهادت التي تحصل في فولاذ التسليح والمقاطع الخرسانية عموماً.

المراجـع :

[I] Branko F. A. , Mendes P. A. : Thermal actions for concrete bridge design . Journal of Structural Engineering. ASCE August 1993 .

[2] Mirambell E., Aguado A: Temperature and stress distributions in concrete box girder bridges. Journal of Structural Engineering. ASCE September 1990.

[3] Lapko A., Tribillo R.: Wplyw podatnosci materialu sypkiego na efekty termiczne w ko-morach walcowych silosow na zboze. InZynieria i Budownictwo nr 8/1989.

[4]Moorty S., Roeder C.: Thermal response of skewed bridges. Canadien Society for Civil Engineering, Toronto, Canada, 1990.

[5] Thurston S. J.: Influence of cracking on thermal response of reinforced concrete bridges. Concr. Int., 6, 1984.

[6] Maj M. : Pole temperatury w silosie na cement i jego wplyw na wartosci i rozklady sil wewn~trznych. XXXVI Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB t.1I, Wroclaw-Krynica 1990.

[7] Dani1ecki W. : Zbiorniki na ciecze gor~ce, InZynieria i Budownictwo nr 7/1982.

[8] Lapko A., Tribillo R.: Wplyw podatnosci materialu sypkiego na efekty termiczne w ko-morach walcowych silosow na zboze. InZynieria i Budownictwo nr 8/1989.

[9] Lapko A., Gnatowski M., Labad N.: Effects of deformations in rc beams under static and thermal loads. Wydania Konferencji "Analytical Models and New Concepts in Mechanics of-Structural Concrete" Bialystok, May 1993 s.343+350.

[10] Fintel M.: Chapter 4. Joints in Buildings. Handbook of concrete Engineering, Van Nostrand, 1974.

[11] Wisniewski S.: Wymiany ciepla. PWN, Warszawa 1988.

[12] Wilson A H.: The distribution of temperatures in experimental pavements at Alconbury by-pass. TRRL Laboratory Report 719. Transport and Research Laboratory, 1976.

[13] Aziz A.: Periodic heat transfer in annular fins, Trans. ASME, J. Heat Trans., C, 97,2, 1975.

[14] Matuszkiewicz T.: Badania rozkladu temperatury w betonowym dZwigarze mostu. XXXVII Konferencja Naukowa Kll.,iW PAN i KN PZITB t.II, Krynica 1991.

[15] Alyafi A. N., Kapela M., Sieczkowski J.: Ana1iza numeryczna strop6w zelbetowych poddanych dzialaniu temperatury .InZynieria i Budownictwo nr 7/90.

[16] Paluch M., Sygula S., Radoli J.: Spos6b ob1iczania naprezen termicmych od promieniowania slonecmego w betonowych mostach skrzynkowych. Drogownictwo 2/1984.

[17] Nigel M. J.: Priestley: Design of concrete bridges for temperature gradients. ACI Journal May 1978.

[18] White J. G., Belcher R. D.: Tests to detenninate the magnitude of temperature induced moments in concrete bridge structures. Private communication of work performed at the Cement and Concrete Association, 1980.

[19] Richardson M., Selby A R.: Measured diurinal thermal strains in reinforced concrete beams. Structural Engr., March, 1987.

[20]Clark L. A., Church J. G.: Effects ofcreep on cracked reinforced concrete beams under combined force and tbermalloads. Proceedings Civil Engineering, Part 2, 1989, September , s. 415 – 428 .

[21] Vecchio F. J., Sato J. A.: Thermal gradient effects in reinforced concrete frame structures. ACJ Structural Journa1, May-June 1990.

محاضر بقسم العمارة والتخيط
كلية الهندسة–جامعة قاريونس
ab_mughari2000@yahoo.com

الملخص :

بدأت العمارة كفن شعبي مارسه الأفراد بإبداعات ذاتية نتيجة جملة من التجارب و الخبرات استنبطت دون وسط أكاديمي ،بل اعتمد على المحاولات وكشف الأخطاء " Trial and error" وكان يقوم بها ما يسمى برئيس البنائين الذي يمثل المعماري في وقتنا الحاضر يساعده في ذلك حرفيين مهرة. في عصرنا الحاضر ،عصر التخصصات الدقيقة، برز الدور المهم للمهندس المدني والمعماري في مراحل مختلفة قبل وأثناء الإنشاء،الأمر الذي أدى إلى تداخل مجالات الاختصاص .

إن الاختلاف في موضوع النظام الإنشائي من وجهة نظر المعماري والإنشائي هو في الأساس يرجع إلى مجال اختصاص وعمل ومهام هذين الفرعين والذي يتطلب تأثيرا متبادلا بين هذين الفرعين. هذا التأثير يمكن مشاهدته واستقرائه من خلال معرفة العلاقة بين المصطلحات : المبنى المعماري –المبنى الإنشائي –النظام الإنشائي – الهيكل الإنشائي.

من خلال المواجهة هذه يمكن معرفة الأولويات التي يجب أن يبدأ بها إنشاء المبنى المعماري للوصول به إلى أداء المهام التي أنشأ لها من تأمين احتياجات معينة ضمن منظومة بيئية متكاملة بالاشتراك مع فروع الهندسة الأخرى وأهمها الإنشائي ، من أهم هذه العوامل: المادة الإنشائية – النظام الإنشائي – الهيكل الإنشائي – تكنولوجيا البناء .

1- مقدمة :

– من اسم هذا البحث – المبني المعماري – المبني الإنشائي – النظام الإنشائي يمكن أن نحدد المحتوي والتوجه حيث من الممكن عبر احتواء وتحليل وتقييم النظام الإنشائي أن ننتقل من النظام الإنشائي إلى المبني الإنشائي ويمكن اعتبار أن المبني الإنشائي هو تحقيق النظام الإنشائي واقعياً . عندما نولي المباني التاريخية والقديمة حيزاً أو اهتماماً فإن ذلك بسبب أن هذه المباني لها نظامها الإنشائي الواضح والصريح والسهل والذي لم يتأثر بالحسابات الصعبة والمعقدة والنظريات الحديثة ولكنها أنجزت عن طريق معرفة سير الأحمال وانتقالها . أن هذه المباني كانت ومازالت أساساً يهتم به المعماريون والمهندسون ويتعلمون منه طريقة التحميل وكيفية التحميل .

- أن الاختلاف في موضوع النظام الإنشائي من وجه نظر المعماري والإنشائي هو في الأساس يرجع إلى مجال اختصاص وعمل ومهام هذين ألفرعين ، والذي يتطلب تأثيراً متبادلاً بينهما .
- التشكيل ، والتصميم ، والحساب ، والبناء كون وحدة واحدة سابقاً ولكنها اليوم في خطر لأنها من الممكن أن تكون مراحل منفصلة عن بعضها البعض . أن ناتج هذه المراحل التشكيل والتصميم والحساب والبناء كانت سابقاً مراحل أوليه مثل مواد مساعدة ونتائج لهدف مسبق مثل الناحية الجمالية والفنية والاقتصادية لمبني مثالي متقن مراد إنشاؤه .
- هذه نشأت (الحالة) عن طريق سلسلة من الأسباب والتي ليس منها :

- المعرفة وكمية الخبرة لجميع المراحل ارتفعت كمياً ونوعياً
- متطلبات المباني حيث تم التحام اختصاصات كثيرة ومتنوعة
- التأثير المتبادل بين المبني والمحيط (الطبيعة) كان سابقاً حالة ثانوية والآن تطور ليصبح عاملاً أساسياً الأمر الذي أدى إلى تأثيرات الحالة الاجتماعية
- يتم الارتكاز على تنفيذ المراحل الآن على طرق معينه وخاصة وأدوات مساعدة والتي يمكن استخدامها فقط عن طريق معرفة خاصة وإنجازات معينة .

- أن ناتج هذا التطور أدي إلى انفصال عامل البناء المحترف سابقاً والذي كان يؤدي عملاً خلاقاً متحداً معمارياً و إنشائياً إلى شريكين في الوقت الحاضر هما المعماري الإنشائي . هذه الشراكة تطورت إلى أن أصبحت شراكة مجموعات وأصبح أعضاؤها أكثر تخصصاً : حيث تكونت تخصصات دقيقة معمارية وكذلك إنشائية بالإضافة إلى ظهور ما يسمي بالعمالة الفنية المتخصصة من الطرفين حتى أدق التفاصيل ، أحياناً هذه التخصصات تم تطويرها بمعزل عن الآخرين وفي بعض الأحيان فقط في مجال التخصص و أحياناً أخرى يؤخذ في الاعتبار الآراء و التخصصات الأخرى .
- إن إمكانيات التأثير والمسؤولية تختلف من المعماري إلى الإنشائي وذلك علي حسب نوعية المبنى المراد إنشاؤه
- إن ضرورة العمل المشترك بين المعماري والإنشائي أصبحت إجبارية أكثر من تحقيق واستغلال خواص المواد المستهلكة الحديثة والذي تطلب أشراك شريك أخر وهو استخدام المعلومات والحاسوب الآلي في التصاميم .

وبذلك يتم استخدام الكمبيوتر لحل كثير من المشاكل . هذه المحاولات هي الخطر الأكبر في مجال الحوار بين الإنسان و الآلة.

- وبالطبع هناك محاولات وتجارب لإشراك الحاسب الآلي في حل هذه المشاكل وإيجاد الحلول المناسبة والتي كانت جادة للتغلب على هذه الحالة لمحاولة إيجاد وتحديد مواقع جديدة لكل المباني ولإعادة أيجاد الوحدة والقاسم الضائع . قليلون هم الذين وجدوا هذه الوحدة وطبقوها وهم يعدون من البنائين العظام في عصرنا الحاضر ، أن بنائهم وأقوالهم تشير إلي الطريق الجديد للبناء في عصرنا الحالي .
- هذه الملاحظات يمكن أن تكون كافية لتوضيح بعض خصائص وضع مهنة المعماري والمهندس الإنشائي
- مبنى معماري _ مبنى إنشائي – نظام إنشائي : هذا الترتيب يجب مواجهته مع الطبيعة في هيئة وظيفة الحمل وبالتالي تتقلص المواجهة في الأسئلة والمشاكل التي تنتج عن ضرورة استقبال الأحمال وتحملها والمرور خلالها ومن ثم نقلها إلى العناصر التالية .

من هنا يمكن التفريق بين حالتين في هذه المواجهة :

- المواجهة من الأبنية و المنشآت التي تم إنشاؤها
- الإعداد لإنشاء مبنى مخطط له .

هاتين الحالتين تقودنا إلى :

- تحليل ما هو مبنى
- تصميم وتركيب ما هو مخطط لبنائه

التحليل يتطلب تحديد وتقييم المظهر والشكل الخارجي وكذلك مقدرة المبنى علي تحمل الأحمال بالإضافة إلي معرفة النظام الإنشائي ومطابقته وملاءمته للمبني الإنشائي .

أما تركيب المبنى أو إنشائه وكذلك نظامه الإنشائي يتطلب أن يكون المبنى قادر من خلال المعطيات من أحمال معطاة خارجية للإيفاء بالمتطلبات الاجتماعية والفردية من خلال المعلومات والخبرات التي يتم الحصول عليها للوصول إلى اختيار مناسب وأفضل للنظام الإنشائي .

إن التحليل يقودنا إلى المعرفة والخبرة ثم الإدراك والذي هو الأساس للتصميم حيث يقوم الإنسان من خلال عملية التصميم بخلق نوعيه جديدة .

في المواجهة مع مبنى أو منشأ سوف يتم طرح أسئلة وذلك خلال عملية التحليل وهذه يجب الإجابة عليها

- هل يتم استنتاج واشتقاق المبنى الإنشائي (إنشائية المبنى) مباشرة من المبنى المعماري ؟
- هل يتم استنتاج واشتقاق النظام الإنشائي مباشرة من المبنى الإنشائي ؟
- هل نحتاج إلي تبسيط المبنى الإنشائي بشكل كبير حتى نستطيع استنتاج وتحديد النظام الإنشائي ؟
- هل اشتقاق النظام الإنشائي من المبنى الإنشائي سيتم بشكل واضح وصريح ؟
- هل سيلبي النظام الإنشائي بشكل صحيح وظيفة المبني بشكل مناسب ؟
- هل تطبيق و إنشاء المبني الإنشائي عن طريق النظام الإنشائي المختار وطريقة الإنشاء وتكنولوجيا البناء المتبعة سيتم بطريقة مناسبة وصحيحة ؟

- هل سيحقق كل ما سبق تأثير جمالي مناسب ومرغوب فيه ؟

في أثناء التصميم الكلي والجزئي سوف يتم الإجابة على هذه الأسئلة بطريقة واعية أو غير واعية وهذه هي :

- هل سيتم الأخذ بالاعتبار الأحمال الإضافية التي يمكن أن تؤثر على المبني والتي يمكن أن لا تكون قد أخذت في الحسبان .
- هل هناك أنظمة إنشائية معروفه سابقاً أو حالياً يمكن أن يتم اختيارها لتفي بالمتطلبات ويمكن اختيارها الآن ؟
- ما هي الشروط و الاشتراطات التي سوف تؤثر في اختيار النظام الإنشائي؟
- هل هناك طريقة واضحة ومنطقية لتصميم خلاق وجميل للنظام الإنشائي؟

2- المصطلحات :

إن تحديد وترتيب الرموز و التعاريف والمصطلحات الواردة هنا من خلال مبنى معماري – مبنى إنشائي – نظام إنشائي يمكن أن يتم من خلال ملابسات التسمية القديمة والحاضرة.

1- في الماضي وبسبب فروع الوظائف كان هناك وجهات نظر مختلفة وبالتالي أعطيت تعريفات ومصطلحات مختلفة قام بها المهندسون والمعماريون بالرغم من أنها لم تكن دقيقة ومحتوياتها أيضاً لم تكن متطابقة وواضحة وفي بعض الأحيان كانت متضاربة مع بعضها البعض

2- في السنوات الأخيرة تم ترتيب الرموز والمصطلحات وذلك بالاستعانة والترابط مع تطور نظريات التصميم و طرقه وكذلك بالاستعانة بعمل نماذج تم تعيينها وتعريفها بطريقة علمية ومنطقية حيث كونت هذه وحده واحده ومترابطة

ان تعريف المصطلحات ومضمونها وبالترابط مع واجباتها التي هي مرتبطة بشكل دقيق بالفعاليات المناطة بالمهندس والمعماري لا يمكن تجاوزها . أي أن التعريف والمضمون لا يمكن تجاوزه لأنه مرتبط بالمصطلحات مثل المبني المعماري – المبني الإنشائي – النظام الإنشائي. وغيرها مرتبطة ارتباط وثيق باللغة التي يتحدث بها المهندس والمعماري وبشكل غير مباشر مع العامل الفني المتدرب في وقتنا الحالي.

أن التغلب على ذلك لا يمكن أن يتم إلا من خلال حل وسط بين هذه المصطلحات وبالتالي من خلال وجهة النظر هذه يمكن النظر إلى المبني المعماري كوحدة واحدة مغلقة في مواجهة الطبيعة عن طريق الوظيفة المناط به القيام بها وعن طريق التأثير المتبادل مع المحيط الخارجي وكذلك عن طريق التكوينات المتكون منها .وملاحظة هذا النظام يمكن أن يتم على أساس اعتبارات مختلفة ومن وجهات نظر مختلفة أيضاً . من هنا يمكن أن يتم اختصار وتجزئة تحليل المبني المعماري من وجهة نظر الأحمال ليصبح المبني الإنشائي.

ثم نظر الآن إلى المبني الإنشائي ونلاحظه ونراقبه من وجهات نظر مختلفة كوحدة واحدة له محيط خارجي ونظام ووظيفة فنحصل على عناصر هذا النظام ومكوناته وهي العناصر الإنشائية والروابط بينها . إن النظام الإنشائي

هو مادة واقعية موجودة مثل الأقواس الخرسانيه والجمالونات الخرسانية والكمرات وغيرها. أن نموذج المبني والأحمال الخارجية والداخلية المؤثرة بشكل مطلق يمكن أن نسميه الهيكل الإنشائي. ومن هنا يمكن إعطاء التعريفات الآتية :

- المبني المعماري : هو بناء له تشكيل يستمده من المحيط والطبيعة وله خصوصية في وظيفته وشكله الخارجي
- المبني الإنشائي : وهو جزء من المبني المعماري ويعتبر العمود الفقري له وظيفة تأمين وقوفه بالإضافة لحمل الأحمال .
- النظام الإنشائي : وهو الذي يقوم بتحقيق حمل الأحمال والتبادلية بين المبني الإنشائي والمحيط الخارجي ووظيفته من خلال الوحدة بين عناصر التحميل والروابط فيما بينهما .
- الهيكل الإنشائي: وهو النموذج للمبني الإنشائي مضافاً إليه الأحمال جميعها بشكل مطلق ومجرد .

أن التفريق بين المبني الإنشائي و الهيكل الإنشائي يمكن أن يتم بطريقة مختلفة أيضاً وذلك بالنظر إلى وجهات نظر أخرى في التفريق بينهما منها:

- القيم الهندسية : مثل مقاسات وأبعاد العناصر الرئيسية ، تحديد مراكز الثقل ، والنواة، ومساحات القطاعات المختلفة، العزوم المساحية المختلفة وغيرها .
- القيم المادية : القيم الفيزيائية للعناصر ، التركيب الجزيئي للمواد ، تصرف المواد بخصوص الإجهادات المختلفة ، الانحناءات والتغير في الأطوال والأبعاد ، القيم الكيميائية وذلك لقياس التغير والعلاقة بين المواد المختلفة والطبيعة الخارجية والداخلية (المحيط).

القيم الهندسية والمادية وما يشتق عنهما من قيم مثل مقاومة التمدد ومقاومة والانحناء وغيرها تمثل الأساس لوصف تصرف المادة أو العنصر نتيجة الأحمال لأجراء الدراسات حولها عبر طرق نظرية أو معملية .إن العمل المشترك والربط بين العناصر المستوية أو الفراغية توصلنا إلى الهيكل الإنشائي الذي ترتبط مقدرته على الأحمال وتصرفه على مكوناته (العناصر الإنشائية المكونة له) .

3- خطوات التصميم :

اختيار الهيكل الإنشائي يعتبر جزء من خطوات التصميم ككل . وكنتيجة لهذه الخطوات التصميمية سوف نحصل على القيم الإستاتيكية الحسابية والاقتصادية التي سوف نقوم بإقامة البراهين عليها من أجل الحصول على المبنى المعماري الذي نريده ونتحقق منه .

وبذلك فإن نتيجة التصميم للهيكل الإنشائي في هذه المرحلة من التصميم تعتبر متضمنة بشكل غير مباشر، حيث سيتم في مراحل التصميم تحديد العناصر بدقة وبالتالي يمكن أن يحصل بعض التغيرات فيها. من خلال ذلك سوف يتم الكشف عن الآتي :

- إن تحديد الهيكل الإنشائي هو جزء مهم خطوات التقييم

- تحديد الهيكل الإنشائي هو خطوة مهمة لتشكيل المبنى الإنشائي والمعماري .

- في السنوات السابقة قامت عدة تجارب لعمل خطوات محدده للتصميم وأن يكون لها نظام محدد من خلال التقليل من الجهد المبذول أو من خلال إدخالها كبرامج في الحاسب الآلي. بعض هذه التجارب تكللت بالنجاح وبعضها فشل في ذلك.

- العمل الخلاق للإنسان تم التغاضي عنه في أثناء عملية التصميم.

- إن اختيار الهيكل الإنشائي يؤثر تأثيراً على المبنى المعماري حيث قد يؤثر في بعض الأحيان على الوظيفة المعمارية وفي كثير من الأحيان على الشكل الجمالي على الهيئة الخارجية له .

- اختيار الهيكل الإنشائي يتم في مرحلة متقدمة من التصميم وبالتالي سوف تكون هناك خطوات تبسيط فيه ولكن بالرغم من ذلك فإنه يجب أن يفي بكل شروط الأمان اللازمة وأن يأخذ في الاعتبار كل الإنهاءات والتركيبات سواء فيه أو الإضافية اللازمة .

- يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أيضاً الأحمال الخارجية المؤثرة عليه من حيث القيم والأنواع وان يأخذ أيضا بالاعتبار تكنولوجيا البناء المستخدمة.

والآن يمكن تحديد خطوات التصميم لتحديد وإيجاد الهيكل الإنشائي المناسب كالآتي:

1- نقل وتحديد الواجبات للمبنى أي الهيكل الإنشائي بحيث يقوم بتحقيقها .

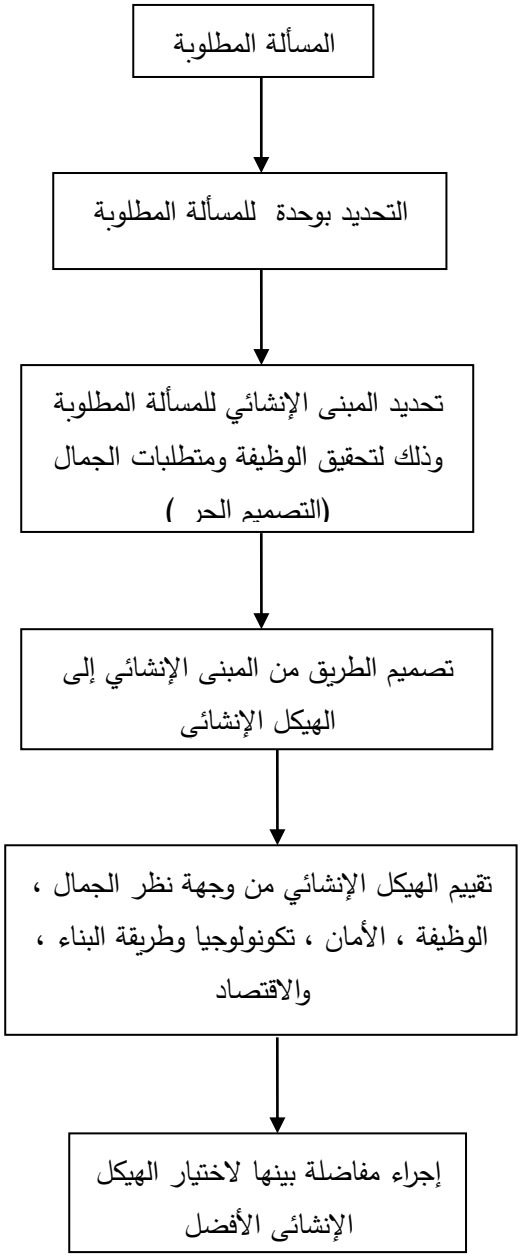
2- إيجاد حلول جذرية لها

3- تحديد الهيكل الإنشائي ، طريقة البناء ، وتكنولوجيا البناء.

4- إجراء مفاضلة الحلول تأخذ بعين الاعتبار الاقتصاد والمظهر الخارجي الجمالي والأداء التكنيكي .

5- تحديد الهيكل الإنشائي الأفضل .

6- هذه الخطوات موجودة في الشكل (1)



المخطط العام

من هذا الرسم يتضح بشكل جلي أن خطوات التصميم يمكن أن تختلف وذلك حسب الترتيب المختلف ل (الهيكل الإنشائي المبدئي ، طريقة البناء ، تكنولوجيا البناء).

هذه الاختلافات تأخذ في الاعتبار حالات محددة مثل مدى تطور تكنولوجيا البناء أو الشروط الواجب اتخاذها والمعطاة لطريقة بناء معينة وهكذا .

إن خطوات العملية التصميمية تعتمد بشكل قوي على الخبرة العملية والتناسق والترابط بين المعرفة بتكنولوجيا البناء والتطور التكنولوجي الحاصل . ويعتمد كذلك على نوع ومستوى العمل المطلوب وعلى روح فريق العمل التضامنية والتكافلية في هذه العملية .

قلة من المهندسين المعماريين يستطيعون وحدهم القيام بهذه العملية ولكن المتعارف عليه والموجود حالياً هو تفاعل متبادل بينهما لإنتاج جميع الأعمال الخلاقة والكبيرة في وقتنا الحاضر .

2.3 مساعدات للتصميم :

للقيام بالقرارات الحاسمة في عملية تصميميه نحتاج إلى معرفة دقيقة محددة بعدة أشياء. هذه تتضمن الشروط والمواصفات والعوامل الخارجية المؤثرة لأي مبنى معماري وهيكل إنشائي وكذلك على شكل الهيكل الإنشائي نفسه:

- معرفة أشكال وأنواع الهياكل الإنشائية المختلفة .
- معرفة الأحمال المؤثرة على الهيكل الإنشائي كما ونوعا وهذا يتطلب :
- نظرة عامة على الهياكل الإنشائية وتصنيفها حسب متطلبات الوظيفة او على حسب خواص المواد وشكلها وأبعادها.
- أوصاف وأشكال تصرف الهياكل الإنشائية من ناحية الأحمال المسلطة وتغيرها أي (التصرف) على حسب تغير تصرف الهياكل من ناحية الأحمال ونوعها ومقاييس المواد وخواصها ونوعها .

المواجهة مع الهياكل الإنشائية يمكن أن تمر بثلاث مراحل :

- **المرحلة الأولى :**

وهي مواجهة مع المبنى المعماري : من خلال معرفة توزيع الأحمال والنظر إلى الطبيعة يمكن معرفة الشكل المطلوب والذي يفي بجميع متطلبات المبنى المعماري وإيجاد الحلول له ومن ثم اختيار الشكل للهيكل الإنشائي المناسب ويمكن في هذه المرحلة الاستعانة بالمشاريع السابقة وبصور من الطبيعة لحل هذه الإشكالية .

- **المرحلة الثانية :**

مواجهة مع أنواع الهياكل الإنشائية بشكل مبدئي يتطلب ذلك معرفة أساسية لتصرف الهيكل من ناحية الأحمال كما ونوعاً على قاعدة التوازن والاتزان لكامل الهيكل بحيث يستطيع أن يفي بجميع المتطلبات.

مهم في هذه المرحلة وضع إجابات واضحة وصريحة تخص القوى الداخلية في أعضاء وعناصر المنشأة.

- **المرحلة الثالثة:**

مواجهة مع الهيكل الإنشائي المختار. مهمة هذه المرحلة هو تحديد الحالات المختلفة من قوى داخلية وتغييرات في الأطوال والشكل وتصرف المنشأة نتيجة الأحمال على قاعدة الاتزان للأعضاء الداخلية والمنشأة ككل وعلى قاعدة الانحرافات والتغيرات والانفعالات التي تنتج على المادة والأعضاء نتيجة الأحمال . كل هذا من أجل أجراء عملية تقييم في حالة تغير العوامل عليها . نحتاج لتحقيق ذلك معلومات كافية ووسائل مساعدة منها الجداول والمنحنيات الخاصة بذلك . من النقاط المهمة لإجراء عملية التقييم لأنواع الأحمال على الهيكل الإنشائي هو المقياس الذي سوف يتم على أساسة إجراء هذا التقييم . وهناك عدة وجهات نظر بهذا الخصوص :

- لمعظم المباني العملية يكفي فقط أن يتم التقييم على أساس الأحمال الأستاتيكية .
- وبالنظر إلى الرغبة في تخفيض الأوزان عن طريق التقليل من أبعاد المقاطع الإنشائية يمكن أن تظهر مشكلة الاتزان على حساب مشكلة الاجهادات .
- من خلال الرغبة في الحصول على بحور واسعة سوف يلعب تأثير الزمن دوراً مهماً لتقييم حالات التشوه والتغير في الأطوال والانفعالات
- مهم أيضاً لكثير من المنشآت الأحمال الديناميكية وكيفية تصرف الهيكل الإنشائي نتيجتها .
- هناك عوامل انشائيه كثيرة لها تأثير كبير أيضاً منها : مخططات القوي الداخلية نتيجة الأحمال المختلفة لجميع العناصر الإنشائية الداخلية – اختيار انفعالات مناسبة لهذه الأحمال والمخططات المختلفة تغيير كل ما سبق عن طريق تغيير خواص الحواف المختلفة – قيم الانبعاج واللي نتيجة الأحمال وتغييرها عن طريق شروط الحواف – اختيار الإهتزازات الخاصة وتغييرها أيضاً عن طريق شروط الحواف.

4. النتائــج :

أن العمارة هي مجموعة من الأسس والاعتبارات يعكسها المعماري في نتاجه تنسجم مع ذوق الإنسان ، وفن يتأتى من معالم الطبيعة يتماشى مع متطلبات المنطق .

والعمارة هي المجال الرئيسي لعكس الفن المعماري فيه وهى ليست منعزلة لوحدها ولا يصممها المعماري إرضاء لنفسه أو لذاته بل هي جزء من منظومة بيئية متكاملة لتأمين احتياجات معينة بالاشتراك مع فروع الهندسة الأخرى وأهمها الإنشائي بعد دراسة وأدراك العديد من المؤثرات وخاصة مؤثرات المحيط .

و بالتالي فهناك علاقة وثيقة بين المعماري والإنشائي بشكل خاص ويمكن أن نعرف هذه العلاقة من خلال خطوات التصميم للوصول إلى المبني المعماري والتي يمكن أن تكون كالآتي :

1- تحديد المواد أو المادة الإنشائية التي سوف يقوم المعماري بتصميم المبني عليها فمثلاً يراد بناء من المعدن أو الخرسانة أو الخشب أو خليط فيما بينها لأن المعرفة المسبقة بذلك سوف يؤثر على التصميم وعلى الفراغات المعمارية .

2- معرفة النظام الإنشائي المتبع وكما سبق عن طريق الطبيعة أو تحليل المباني القائمة .

3- دراسة الهيكل الإنشائي بإضافة الأحمال جميع أنواعها إلى النظام الإنشائي وإيجاد الأبعاد والقطاعات .

4- معرفة تكنولوجيا البناء التي سوف تستخدم للوصول إلى المبني المعماري لأن ذلك قد يؤثر على التصميم المعماري وعلى الشكل والمظهر الجمالي الخارجي للمبني المعماري .

5- **المراجع**

[1] محمد ماجد عباس خلوصي

الادارة التنفيذية لمشروعات التنفيذ (الجزء الاول) و(الجزء الثاني)

[2] Buettner ,Hampe VEB Verlag fuer Bauwesen , Berlin 1976

[3] Nervi,P.L. Bauten und Projekte , Stuttgart 1957

[4] Nervi,P.L. (Pneumatische Bauten) , Architektura Warszawa (1959)5, S.221,222

تكنولوجيا الخرسانة المقذوفة المميزات والاستخدامات

د. محي الدين صالح التوغار
قسم الهندسة المدنية –جامعة المرقب
tughar@yahoo.com

د. أحمد محمد الصغير
قسم الهندسة المدنية–جامعة الفاتح
ahmedsegayer@yahoo.com

م. مجدي منير فهيم قليني
قسم الهندسة المدنية–جامعة الفاتح
magdimunir1@hotmail.com

الملخص :

شاع إستخدام الخرسانة التي يتم تصنيعها في موقع التنفيذ إما بإستخدام عجّانة أو بالخلط اليدوي، ألا انه توجد تقنيات حديثة للخرسانة المقذوفة والتي تمتاز بأنها خرسانة مونة أو خرسانة ناعمة تنفذ عن طريق الضخ بسرعة عالية تحت تأثير الهواء المضغوط على السطح المعد للصب. خواص الخرسانة المقذوفة تشبه إلى حد كبير الخواص الصلدة للخرسانة التقليدية المصبوبة في الموقع، وتمتاز بمقاومة عالية وديمومة عالية وقوة ربط ممتازة ولا تحتاج إلى قوالب لصبها، ويمكن أن يتم الصب في الأماكن الوعرة بالطبيعة كالجبال والأماكن شديدة الميول. ومن تطبيقات الخرسانة المقذوفة: تبطين القنوات والخزانات وأرصفة المنحدرات، العلاجات السطحية والترميمات وفى صيانة وتنفيذ الجسور والأنفاق والسدود، زيادة سمك الغطاء الخرسانى، وغيرها من التطبيقات الهامة. وطرق تنفيذها إما القذف الجاف أو القذف الرطب. في هذه الورقة البحثية سيتم التطرق إلى هذه التقنية الحديثة ومميزاتها وإستخداماتها فى تطبيقات مختلفة.

كلمات دالة: تكنولوجيا الخرسانة المقذوفة – تقنية حديثة – الميزات والإستخدامات – الخلط الرطب للخرسانة – الخلط الجاف للخرسانة.

1- مقدمـة :

تكنولوجيا الخرسانة المقذوفة هي أحدى طرق صب الخرسانة التي بدأ يتسع انتشار استعمالها حديثا في معظم دول العالم. فمنذ عام 1910 تم استخدام هذه التقنية بالدول الأوروبية وتم إجراء عدة اختبارات ودراسات من اجل معرفة خواص هذه الخرسانة وتحديد مدى صلاحيتها للإستخدام في التطبيقات المختلفة للخرسانة[5-8]. وبدولة البرازيل مثلا يتم استخدامها بشكل واسع في علاج الأراضي السبخة لتنفيذ طرق وأرصفة ساحات، وكذلك في أعمال الأنفاق لغرض مترو المواصلات وكذلك الطرق النفقية[9-12]. وفي مصر تم استخدام هذه التقنية في العديد من المشاريع ومن ضمن هذه المشاريع بالقرية السياحية بشرم الشيخ حيت إستخدمت هذه التقنية في تبطين حوائط وإنفاق مقاومة للمياه. وبعدة دول تم إستخدام هذه التقنية في ترميم المنشآت الأثرية والأبنية القديمة وذلك بسمك 5 سم، كما تم إستخدام هذه التقنية في سند ودعم الصخور المعرضة للانهيار والموجودة بميل حاد وتحتاج إلى تثبيت. تمتاز هذه التقنية بأن الخرسانة المونة أو الخرسانة الناعمة تنفذ عن طريق الضخ بسرعة عالية تحت تأثير الهواء المضغوط على السطح المعد للصب. جميع الأبحاث والاختبارات والتجارب التي نفذت تؤكد صلاحية إستخدام هذه التقنية في الإنشاء الحديث وأعمال الصيانة. الخرسانة المقذوفة كثيراً ما تعتبر عملية

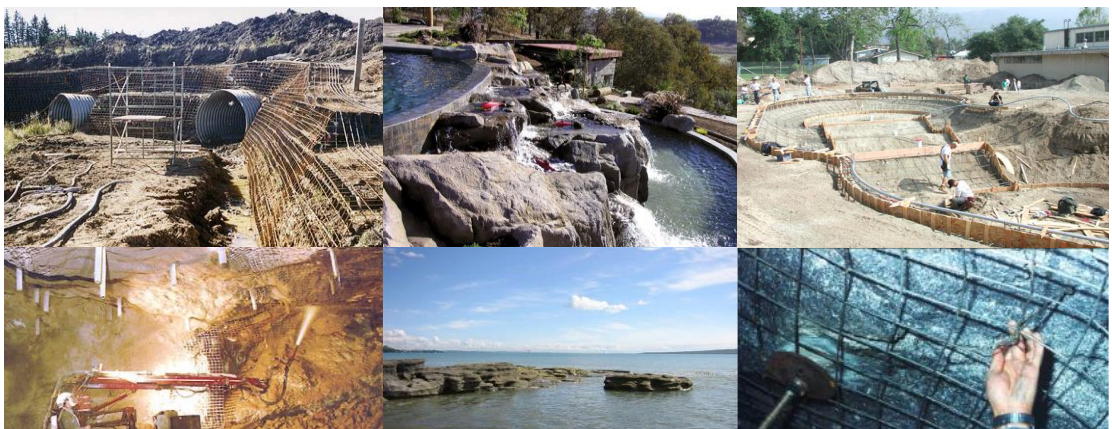
أكثر من إستخدام الخرسانة العادية لأنه يمكن الحصول على طبقة سميكة من الخرسانة دون الحاجة إلى الدمك واستخدام الهزازات. وخواصها تشبه إلى حد كبير الخواص الصلدة للخرسانة التقليدية[7-5]. وهى تمتاز بسرعة تطبيقها ولا تحتاج إلى تجهيزات كثيرة كقوالب الصب والشدات الكثيرة. وتمتاز بخاصية التصاق جيدة مع المواد وهذه ميزة جيدة، ولها تطبيقات مختلفة . شكل (1) يعطي فكرة شاملة معبرة بالصور ويوضح التطبيقات المتعددة لتكنولوجيا الخرسانة المقدوفة.

2- نبذة عن سيمات وخواص الخرسانة المقدوفة

تعرف الخرسانة المقدوفة بتلك الخرسانة او المونه المقدوفة بضغط الهواء بسرعة عالية علي سطح ما. عامةً تكون الخرسانة المقدوفة جيدة، تابثة إنشائياً وذات تحمل عالٍ كمادة إنشائية، ولها ترابط ممتاز مع خرسانة الأساس والمباني والصخور والصلب. للخرسانة المقدوفة مقاومة عالية قليلة النفادية ولها جودة ممتازة للظروف الجوية والحريق. أساساً تعتمد هذه الصفات المرغوبة إنشائياً علي الإختيار الجيد لمكوناتها وموادها وكذلك علي الإعداد الجيد للسطح والخلط وطريقة القدف.

تعتبر الخواص الطبيعية للخرسانة المقدوفة الجيدة مساوية إن لم تكن افضل من خواص الخرسانة او المونة التقليدية والتي لها نفس المكونات. تتراوح نسبة الماء/ الأسمنت للخرسانة المقدوفة الجافة بين (0.3) إلي (0.5) بالوزن، وبين (0.4) إلي (0.5) للخرسانة المقدوفة المبللة أو الرطبة. بشكل عام تصل مقاومة الخرسانة المقدوفة إلي (700) كجم/سم^2 ، وتتراوح وحدة الوزن للخرسانة المقدوفة بين (2230) إلي (2390) كجم/ م^3 [11]. تتغير قيمة الإنكماش الجاف لها تبعاً لإختلاف نسب الخلط، بين (0.6% - 0.10%) وهذه القيم تزيد قليلاً عن قيم إنكماش الخرسانة عادية الصب التي لها هابط منخفض والتي يمكن صبها في القطاعات السميكة. وعليه يكون هناك إحتمال كبير لحدوت تشرخات الأنكماش الجاف للخرسانة المنفذة والتي تستدعي تقريب فواصل الصب او إستخدام شبكة رقيقة من حديد التسليح لتفاديها[11].

تجدر الإشارة إلي أن خواص الخرسانة المقدوفة تعتمد كتيراً علي الظروف التي يتم بها الصب وايضاً علي صفات المعدات المستخدمة وعلي مهارة القائمين بها.



شكل(1) لمجموعة من الصور يعطي فكرة شاملة ومبسطة عن تكنولوجيا الخرسانة المقدوفة وإستخداماتها

3- تطبيقات الخرسانة المقذوفة

يمكن إستخدام الخرسانة المقدوفة بدلاً من الخرسانة المعتادة في مجموعة من الأحوال تبعاً للسهولة والتكلفة. وقد تعقد تفاصييل حديد التسليح من إستخدام الخرسانة المقدوفة، إلا أن تكلفة إستخدام الشدات في الخرسانة التقليدية قد يكون مكلفاً أو غير عملياً، عندما يصعب الوصول إلي مناطق العمل. كذلك عندما يتطلب الأمر طبقات غير سميكة أو متغيرة السمك أو عندما لا يمكن تطبيق الأساليب التقليدية لصب الخرسانة. تستخدم تقنية الخرسانة المقذوفة في عدة تطبيقات مختلفة. أنظر الأشكال من (2-7)، لمجموعة من الصور التوضيحية[8]، والتي يمكن ذكرها في الأتي:

- تنفيذ الطبقات الخرسانية ذات السمك الرقيق كتبطين الجدار الداخلي للإنفاق.
- تنفيذ الأسطح الأفقية والرأسية في المشاريع الهندسية المختلفة.
- تنفيذ الأسطح الخرسانية المنحنية والقشريات.
- تقوية وتدعيم الكمرات الخرسانية
- تنفيذ قنوات تصريف المياه.
- تنفيذ الخزانات والمجارى السطحية الحاملة للمياه.
- تبطين حمامات السباحة.
- معالجة سدود المياه.

- تنفيذ خزانات الضغط .
- صيانة وإصلاح المنشآت المتضررة من الحريق.
- تثبيت الصخور الموجودة على الأراضي المنحدرة بميول.
- حماية جوانب الحفر من الانهيارات.
- أعمال الصيانة الخاصة.
- معالجة التربة الرخوة لينفذ بها طرق أو ساحات.
- أعمال الديكورات المختلفة بالحدائق العامة والشواطئ السياحية.
- الصب الآلي في مناطق وعرة يصعب الوصول إليها من قبل الفنيين.
- في أعمال ترميم وصيانة الآثار والمدن الأثرية القديمة.
- إصلاح وتبطين الأفران.

3- مواد تنفيذ تقنية الخرسانة المقذوفة

المواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية هي نفس المكونات الأساسية للخلطة الخرسانية الاعتيادية إلا انه يفضل إستخدام الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد وبعض الإضافات مثل:

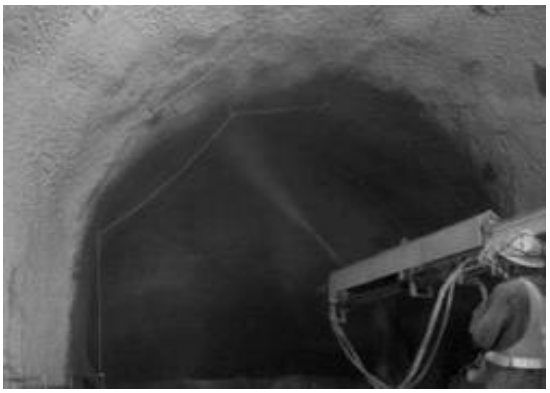
أ- إضافات لخلطة مدفع الخرسانة وهى تعتبر معجل مسرع للشك وعامل غير منفذ للماء في صورة مسحوق، ويسهل عملية التطبيق للأسقف، وانخفاض واضح لقيمة الفاقد من الإرتداد، تحسين قوة الترابط للمساحات التي بها ميول.

ب- مونة جاهزة لمدفع الخرسانة وهى مونة جاهزة للإستعمال – وتمتاز بأنها مادة أحادية التركيب، ولها قابلية ممتازة للتشغيل، يمكن تسويتها بسكين المعجون بعد التطبيق، سرعة عالية في معدل زيادة الاجهادات، مقاومة عالية للصقيع وملح إذابة الثلج، كثافة عالية جداً، كفاءة عالية ضد الكربنة، قوة التصاق عالية بالأسطح المختلفةً، مقاومة عالية للكبريتات[3-5].

الشكل (2) تنفيذ الأسطح الأفقية والرأسية

الشكل (3) تنفيذ أسطح وجدران الأحواض

الشكل (4) تبطين الأسطح العالية



الشكل (5) عملية تبطين الجدار الداخلي للإنفاق

الشكل (6) يوضح أسلوب تنفيذ الحوائط الرأسية

الشكل (7) يبين منظرتثبيت الصخور والطوب المتأكل

4- طرق تنفيذ تقنية الخرسانة المقذوفة

تعتمد جودة الخرسانة المقذوفة المنفذة في الموقع بالدرجة الأولى على الفني المتحكم بفوهة القذف وكذلك على مكونة الخلطة الخرسانية ونوعية الاسمنت المستخدم ويفضل استخدام الأسمنت البورتلاندى السريع التصلد. وطريقة التنفيذ لهذه التقنية تتم بتثبيت فوهة القذف عمودياً او بزاوية 45^0 فى اتجاه السطح المرغوب صبه على مسافة مناسبة تضمن عدم إرتداد كبير للخرسانة، وكم موضح في شكل (8). ذلك يتم بعمل حركة دائرية مع اتجاه عقارب الساعة بحيث يتم ضمان عدم تكون الجيوب الهوائية حول قضبان التسليح. وعند الصب يجب أن يبدأ الصب من المكان ذي الزاوية الحادة إن وجد في منطقة الصب. كما يجب الاهتمام بتشطيب سطح الخرسانة قبل أن يبدأ زمن الشك ألإبتدائي للخرسانة.

شكل (8) يبين طريقة وألية قدف الخرسانة في مناطق الصب والتنفيد

5- الآليات الخاصة بتطبيق الخرسانة المقذوفة

الخرسانة المقذوفة تصنف بناءا على عملية الخلط لمكونات الخلطة الخرسانية: خلط جاف وخلط رطب (مبلل). والخلطة تصنف حسب نوع الركام المستخدم ركام ناعم متدرج رقم 1 أو ركام خشن متدرج رقم 2 و رقم 3 وكل خلطة يشار إليه بتدرج معين والمشاريع التي تنفذ عن طريق تقنية الخرسانة المقذوفة لابد من اعتماد الخلطة التصميمية للمشروع حسب المواصفات الأمريكية (ACI 506.2-95)، [1-3].

1.5 - طريقة تنفيذ الخلط الجاف

تنفذ هذه الطريقة وفق الخطوات التالية:

أ- الاسمنت والركام يخلطان معاً.

ب- الاسمنت والركام المخلطان ينقلان أو يقذفان إلى المجمع الخاص تحت تأثير هواء مضغوط إلى المجمع السفلي أو مباشرتان إلى خرطوم القذف ومن ثم إلى فوهة الخروج على حسب نوعية الآلة المستخدمة. والفرق بين الآليتين أن الأولى يتم الخلط أولا و يتم الانتظار إلى أن يتم الضخ وإفراغ الخزان بالكامل ثم تعود العملية مرةً أخرى وهذه بطيئة في الإنتاجية، أما الآلية الثانية فهي أسرع حيث يتم الخلط وضخ الهواء بالخزان العلوي والخزان السفلي يتم إكمال عملية الخلط الكامل والضخ وتمتاز هذه العملية بمعدل إنتاجية أكثر كماً وأسرع حيث انه لا نحتاج عند استخدام هذه الآلة للانتظار إلى إن يفرغ الخزان وإعادة التعبئة بل تكون العملية مستمرة حسب كفاءة الآلة.

جـ – يتم ضخ الماء لفوهة الخروج ويتحكم بها الشخص المشغل للآلة ولابد من دراية وخبرة عالية للشخص المتحكم بفوهة الخروج لإنتاج خرسانة جيدة(ACI 506.3-91)، [4].

ويوجد ثلاث أنواع من الآليات وهي:

- غرفة فردية تغذي عجلة مسدس Single Chamber Gun feed wheel
- غرفة فردية المسدس Single Chamber Gun
- غرفة مزدوجة المسدس Double Chamber Gun

2.5 – طريقة تنفيذ الخلط الرطب

فى هذه الطريقة يتم الخلط وتجهيز الخرسانة أما بنفس الآلة أو يتم إستلام الخلطة من خلاطة مركزية إلى الوعاء الرئيسي الحاوي للخرسانة ويتم ضخ الهواء بالخرسانة وتحديد المحتوى المائي بالعجينة وتضخ عبر الخرطوم الخاص إلى فوهة الخروج وعلى المُشغّل التحكم بكمية الهواء عند فوهة الخروج. جدول رقم (1) يوضح موجز لمقارنة مختصرة بين الطريقتين، الخلط الجاف والخلط الرطب.

جدول (1) مقارنة مبسطة بين الطريقة الجافة والرطبة

القذف الجاف	القذف الرطب
• تخلط المواد الجافة والرطبة عند فوهة الخرطوم	• تخلط المكونات الرطبة والجافة في الخلاطة
• يمنع استعمال إضافات الهواء المحبوس	• يمكن استعمال إضافات الهواء المحبوس
• مقاومة ضغط عالية تصل حتى 50 ميجاباسكال	• مقاومة الضغط عادية مشابهة للخرسانة التقليدية
• بطيئة التنفيذ ولهذا معدل الإنتاج منخفض	• سريعة التنفيذ ولهذا معدل الإنتاج عالي
• قوة ربط عالية مع التسليح والأسطح	• قوة ربط منخفضة ولكن مشابهة للخرسانة التقليدية
• ارتداد مواد الخرسانة عالي	• ارتداد مواد الخرسانة منخفض
• يمكن نقلها لمسافات طويلة	• أقل إثاره للأثربة وفقاً للإسمنت المصاحب للقدف

6- الخلاصة والتوصيات

القت هذه الورقة الضوء علي سمات ومميزات تكنولوجيا الخرسانة المقدوفة، والتي تستخدم بدلاً من الخرسانة المعتادة لمجموعة من الأحوال تبعاً للسهولة والتكلفة. حيث إستعرضت بشكل موجز مميزات الخرسانة المقدوفة علي الخرسانة التقليدية لمجموعة من الإنشاءات والإصلاحات. في نفس السياق هناك بعض الجوانب الفنية وتفاصيل تقنية أخرى ذات العلاقة بهذه الدراسة لم تُسرد في هذا الحيز الضيق من الورقة وهي موجودة بتتمه موثقة ومنشوره بمكان آخر ويمكن الرجوع اليها [8,11].

في النهاية مجموعة نقاط هامة وتوصيات خلصت اليها هذه الورقة في مجال تكنولوجيا الخرسانة المقدوفة وعلي النحو التالي:

- تتميز تقنية الخرسانة المقذوفة عن تقنية الصب الاعتيادي في أنها لا تحتاج إلى شدات وقوالب كثيرة وكذلك يمكن تطبيقها في الأماكن العالية والوعرة والتي يصعب الوصول إليها.
- الخرسانة المتكونة باستعمال طريقة الخرسانة المقذوفة كثيفة لا تحتاج إلى دمك وتعتبر منخفضة النفاذية وذات مقاومة عالية للمؤثرات الكيميائية المختلفة، كما أن لها قوة ربط ممتازة مع حديد التسليح والأسطح الخشنة، وبالتالي فإن لها ديمومة كبيرة.

- كما تتميز بأنها غير ضارة بالبيئة وليس لها تأثير بيولوجي على البيئة، كما تمتاز بمقاومتها للحريق.
- الآليات المستخدمة في تنفيذ هذه التقنية ليست آليات معقدة أو يصعب صيانتها بل على العكس هي الآليات بسيطة ويمكن صيانتها واستخدامها في أي مكان، فهي ذات عمر طويل واقتصادية.
- ذات معدل إنتاجية عالي مقارنة بالطرق التقليدية، ولا تحتاج إلى عدد كبير من الفريق الفني.
- كما يؤخذ على أن جودة الخرسانة المنفذة بهذه التقنية تعتمد اعتماداً كبير على طريقة التنفيذ ويتحكم بها الفني المشغل لفوهة القذف.
- من عيوب تنفيذ هذه التقنية هو تكون الجيوب الهوائية التي تتسبب في خلق مناطق ضعف في الخرسانة، لذلك يجب التقيد بأصول التنفيذ التقنية لتفادى هذه المشكلة.
- **أخيراً وليس أخراً**، توصي الورقة بضرورة دعم ومواصلة الأبحاث والدراسات العلمية في مجال **تكنولوجيا الخرسانة المقدوفة** وملائمتها للظروف المحلية وتشيجيع التجارب المعملية في هذا المضمار.

المراجع

[1] ACI 506 **(Guide to Shotcrete), (1990).**

[2] ACI 506.2 **(Specification for Shotcrete), (1995).**

[3] ACI 506.3 **(Guides to Certification of Shotcrete Nozzlemen), (1991).**

[4] ACI 506.4 **(Guide for Evaluation of Shotcrete), (1994).**

[5] A. M. Neville & J. J. Brooks, **(Concrete Technology)**, John Wiley & Sons, Inc., New York, **(1987)**.

[6] B. L. Gupta, **(Concrete Technolog),** 2nd. Edition, New Chand Join, **(1997).**

[7] M. L. Gambhir, **(Concrete Technology)**, 4th. Edition, Tata Mc- Graw Hill Companies, **(1998).**

[8] M. M. Fahim, **(Shotcrete Technology and It's Applications)**, MSc. Thesis, Civil Engg. Depart. Faculty of Engg, Al-Fateh University, Tripoli-Libya, **(2008).**

[9] M. S. Shetty, **(Concrete Technology Theory and Practice),** 15th. Edition, **(2004).**

[10] M. S. Tughar & Z. H. Mustafa, **(Effects of Using Water and Super Plasticiser as Re-tempering Agents on Workability and Compressive Strength for Plain and Super Plasticised Concretes).** Proc. 7th. Int. Concrete Congress: **Construction's Sustainable Option**, Event ii – Precast Concrete: Towards Lean Construction, CTU, Concrete Technology Unit, University of Dundee, Dundee-U.K, **(July 7th 2008).**

[11] أحمد محمد الصغير، محي الدين صالح التوغار ومجدي فهيم قليني، **(تقنية الخرسانة المقدوفة وتطبيقاتها)**. ورقة بحثية منشورة، المؤتمرالوطني الرابع لمواد البناء والهندسة الإنشائية، كلية الهندسة، صبراتة، جامعة السابع من ابريل، ليبيا، **(18-19/الحرث/2008)** مسيحي.

[12] إبراهيم علي درويش وعلي إبراهيم الدرويش، **(الخرسانة-موادها وصناعتها وخواصها وضبط جودتها وترميمها)**. الجزء الثاني، شركة الجلال للطباعة، مصر، **(2000)** مسيحي.

نحو الكود الليبي لضبط الجودة في مشروعات الطرق الإسفلتية

د. احمد بن سعيد
أستاذ هندسة النقل بكلية الهندسة جامعة الفاتح

م. عبدالعزيز عمار البعوي
طالب ماجستير بأكاديمية الدراسات العليا

الملخص :

ضبط وتأكيد الجودة يعتبر عملية متكاملة تبدأ منذ التفكير في جدوى المشروع وتستمر مرورا بالتخطيط ومرحلة التصميم والتنفيذ والتسليم وخلال فترة الاستخدام للطريق ولتحقيق أهداف ضبط الجودة يجب الالتزام بعدم البدء في التنفيذ إلا بعد أن تتم مراجعة إعمال التصميم ودراسة المواد وبقية الإجراءات التنفيذية واعتمادها من الجهة المخولة وفقا للتشريعات واللوائح المعمول بها ، ويجرى عادة ضبط وتأكيد الجودة بصفة مستمرة وذلك للتأكد من تحقيق الاشتراطات المطلوبة في المواصفات ويجب أن يقوم بهذا العمل متخصصون ولهم دراية كافية وخبرات طويلة ومشتملات العمل تكمن في التفتيش الفني على المواد ومراجعة التصميم الهندسي والانشائى والقيام بالفحوص والاختبارات الدورية على إعمال التنفيذ ، فتطبيق الجودة يحقق الهدف من الوصول إلى منتج نهائي للطريق يؤدى الوظيفة بصلاحية طويلة ويحقق العمر الافتراضي المصمَم من اجله ويقلل من تكاليف المشروع ، وقد تم أتباع المنهج العلمي من خلال هذه الورقة المتمثل في قوائم الاستبيانات والمقابلات الشخصية والحالات الدراسية لمعرفة أوجه القصور في عدم تحقيق اقل كلفة واقل وقت واعلي جودة ، حيث اتضح أن أغلب أسباب تدهور حالة الطرق كانت مجتمعة نتيجة عدة عيوب تظهر في أعمال التصميم وأنواع المواد وأعمال التنفيذ والتشغيل بصفة عامة ، وعملا على الاستفادة من التجارب والأخطاء السابقة وسعيا لعدم تكرارها في المرحلة الحالية وحتى نتمكن من تنفيذ رصف جيد وقادر على مواجهة المؤثرات البيئية للمنطقة ، عليه فقد تم إعداد هذه الورقة التي تشمل تعريفا للمشكلة وموجزا للمنهج البحثي المطلوب والأهداف المرجوة من وراء هذه الدراسة والمتطلبات اللازمة لها لكي يفي هذا العمل بقدر الإمكان بمتطلبات مهندس الطرق وبصفة خاصة من وجهة النظر العملية لإنشاء واستلام أعمال الطرق حسب الأصول والاشتراطات الفنية .

المقدمــة :

يفهم من الجودة بأنها القيمة الفنية للمواد والمنتجات وقد تعرف بأنها إتقان العمل بالنسبة للعمالة والمهندسين وهي التي تحقق احتياجات العميل بشكل مرض ، ومصطلح ضبط الجودة يعنى جميع الإجراءات التي يقوم بها المقاول إثناء التنفيذ لضمان تحقيق المنتج النهائي والمواد المستعملة في تنفيذ متطلبات الجودة المنصوص عليها في المواصفات وتشمل هذه الإجراءات ولا تقتصر على الاتى :

- إتباع الطرق القياسية المعتمدة في اخذ العينات الممثلة وإجراء الاختبارات عليها.
- اختبار المواد في مصدرها للحصول على الموافقة إثناء استعمالها .
- اختبار المواد عند التوريد وإثناء الاستعمال .
- الالتزام بعدد الاختبارات المحددة في وثائق العقد كحد ادني.
- الالتزام بطرق التنفيذ المعتمدة .
- اختبار المنتج النهائي.
- قياس إبعاد ومناسيب وميول ودرجة استواء المنتج النهائي باستعمال الطرق المحددة في وثائق العقد.
- توثيق النتائج وتحليلها.

كما يجب على المقاول ان يقدم للمهندس المشرف شهادة ضبط ومعايرة لجميع المعدات وأجهزة الاختبارات بحيث تتوافق مع متطلبات المواصفات القياسية لهذه الاختبارات .

ويحق للمصلحة ان تقوم بتفقد مختبرات المقاول أو المختبر المعتمد وأجهزة المقاول ومعداته ومتابعة حالتها التشغيلية وتقوم بإشعار المقاول كتابة عن اى خلل أو عيب تراه مصلحة العمل يقلل من أهمية الجودة في التنفيذ

بالإضافة إلى **أن** مصطلح التأكد من الجودة (QUALITY ASSURANCE) يعنى جميع الإجراءات التي تقوم بها المصلحة أو ممثلها المعتمد إثناء وبعد التنفيذ لضمان تحقيق المنتج النهائي والمواد المستعملة فى تنفيذ متطلبات الجودة المنصوص عليها فى الأقسام والبنود ذات العلاقة من وثائق العقد المختلفة وتشمل هذه الإجراءات ولا تقتصر على الاتى:

- اختبار أو الإشراف المباشر على اختبار المواد فى مصدرها للموافقة على استعمالها.
- اختبار أو الإشراف المباشر على اختبار المواد عند التوريد وإثناء الاستعمال.
- اختبار أو الإشراف المباشر على اختبار المنتج النهائي.
- قياس أو الإشراف المباشر على قياس إبعاد ومناسيب ودرجة استواء المنتج النهائي باستعمال الطرق المحددة فى وثائق العقد .

- فحص مختبر المقاول وطرق تحديد مواقع وطرق اخذ العينات والقياسات للتأكد من انه يتم إتباع الطرق القياسية المعتمدة فى اخذ العينات الممثلة وإجراء الاختبارات ومعايرة الأجهزة .
- إجراء أو الإشراف الفعلي على إجراء العدد الكافي من الاختبارات والقياسات للحصول على سجل مستقل لتأكيد الجودة يمكن المصلحة من الحكم على مستوى جودة العمل المنفذ والمواد المستعملة فى تنفيذه بقبول العمل أو رفضه .
- الالتزام بالطرق القياسية المعتمدة عند إجراء القياسات أو الاختبارات .
- تدقيق سجلات ضبط الجودة ومقارنتها بسجلات تأكيد الجودة .

كما يجب على المقاول وعلى نفقته الخاصة إزالة اى مادة أو عمل أو جزء من عمل لا يحقق شروط العقد وحدود المواصفات واستبداله بأخر مطابق للمواصفات ووثائق العقد دون ان تتحمل المصلحة اى تكلفة من جراء ذلك ويحق للمصلحة كبديل للإزالة والاستبدال إتباع احد الخيارين التاليين بناء على طلب خطى من المقاول :

1. الخيار الأول: قبول العمل كما نفذ بسعر مخفض .
2. الخيار الثاني : تنفيذ إجراءات تصحيحية تجعل العمل المنجز مطابقا لمتطلبات العقد والمواصفات .

ويجب ان يكون الطلب المقدم من المقاول مرفقا بتقرير فني صادر من جهة متخصصة معتمدة يوضح أسباب الفشل فى تحقيق المتطلبات وتأثير ذلك على الأداء الشامل للعمل بالنسبة للخيار الأول وعلى طريقة الإصلاح التي سوف تتبع بالنسبة للخيار الثاني وفى جميع الأحوال يجب ان يشمل التقرير جميع المراجع والبيانات ونتائج الاختبارات التي بني عليها الاقتراح وللمصلحة وحدها الحق بالبت في الموضوع ويتحمل المقاول كافة النفقات المترتبة على ذلك وهناك حالتان عمليتان لتقيم الإعمال وقبولها بعد التأكد من جودتها وهما :

الحالة الأولى: وجود جهاز إشراف متفرغ للمشروع من قبل المصلحة.

عندما يوجد جهاز إشراف مقيم فى المشروع يشرف أولا بأول على تنفيذ الإعمال وفحص المواد فى المشروع ، ويتابع إعمال وإجراءات ضبط الجودة التي يقوم بها مباشرة ، يعتبر ضبط الجودة تأكدا من الجودة.

الحالة الثانية : وجود جهاز إشراف غير متفرغ .

عندما لا يوجد جهاز إشراف غير متفرغ للمشروع من قبل المصلحة يقوم ممثل المصلحة بزيارات ميدانية مفاجئة وغير مبرمجة وموزعة زمنيا ويفحص العمل المنفذ بإجراءات قياسية واخذ عينات من الإعمال المنفذة بحيث يتم اختبارها فى مختبر المصلحة أو اى مختبر مستقل معتمد من المصلحة ويجب إلا يقل عدد العينات المأخوذة من قبل المقاول لضبط الجودة عن خمس (5) عينات أو العدد المحدد فى المواصفات أيهما اكبر ، حيث يتم تحليل النتائج ومقارنتها بنتائج ضبط الجودة ، ويتم تقيم النتائج المستقلة التي تحصل عليها المصلحة باستخدام الطريقة الإحصائية فى تحديد معامل الدفع لكل بند من بنود العمل .

منهج البحث

المنهج الذي اتبع في هذا البحث تقوم معطياته على الدراسات الميدانية والنظرية وذلك من خلال الاستبيانات والدراسات الحقلية وكذلك الاطلاع على عدد من الكود والمواصفات الفنية .

وقد تم تحديد الاستبيان المغلق الذي يطلب فيه من المشارك اختيار الإجابة الصحيحة من مجموعة الإجابات مثل نعم ، لا، جزئيا أو أحيانا وغير ذلك من إجابات مباشرة . وبناء على ذلك تم توزيع عدد 40 استبيان على الإخوة المختصين في هذا المجال من طرف الشركات الهندسية والشركات المنفذة والمؤسسات التعليمية ، بالإضافة إلى ذلك تم إجراء المقابلات الشخصية لمتابعة المختصين إلى مدى يتم استجابتهم وتوضيح أية استفسارات يحتاجون إليها ، وقد تم الاطلاع على المراجع العلمية والأدلة الخاصة بالكود والمواصفات الفنية في الدول العربية والأجنبية ، كما تم دراسة حالات عملية مشابهة لموضوع البحث .

نتائج البحث :

من خلال الدراسات التي تمت بهذا الخصوص تم التوصل إلى تحقيق النتائج التالية :

1- ضرورة عمل ما يسمى بالكود الليبي نحو ضبط الجودة لإتاحة الفرصة للمهندسين والفنيين فى متابعة إعمالهم بشكل مرضى.

2- لضمان حق المقاول من خلال التنفيذ السليم لابد من إتباع نظام قبول واستلام الأعمال بالطريقة الإحصائية إلى تخضع إلى نسب مئوية تحددها شروط القبول .

3- لإطالة العمر الافتراضي للطريق لابد من خلق كوادر فنية قادرة على تنفيذ العمل.

4- إتاحة الفرصة من حيث سهولة استخدام وتشغيل الطريق.

5- التقليل من حوادث الطرقات والمساهمة فى تحسين البيئية بقدر الإمكان.

6- الوصول إلى اقل كلفة ووقت فى أعمال التنفيذ من خلال اختيار مقاول مؤهل للعمل.

7- تأسيس مراكز بحثية للبحث والتطوير والمتابعة الإدارية.

8- تأهيل وتدريب الأطقم الفنية التي سوف تساهم في تنفيذ واستلام المشاريع.

المناقشة :

بعد الاطلاع على كتيب المواصفات الفنية لوزارة النقل السعودي لاحظنا تضمين نظام قبول الأعمال بالطريقة الإحصائية اى عندما يتم إجراء الاختبارات الخاصة باستلام وقبول لعدد معين من العينات يتضح من خلال النتائج جودة العمل عندما تتجاوز ما نسبته 75% ، فيعتبر هذا العمل مقبول ويدفع على هذا الأساس وعندما تقل نسبة نجاح العمل على 75% فيعتبر العمل مرفوض ضمنيا ولن يدفع للمنفذ ويعاد العمل من جديد ، وبهذا الإجراء يتم الاهتمام بتنفيذ الشروط والإجراءات الفنية التي تضمن نجاح العمل وبيانها كالتالي :-

1- إتباع الإجراءات التفصيلية لضبط الجودة والمتمثلة في مراجعة التصميم الانشائى والتفتيش الفني على المواد الذي يشمل التفتيش الابتدائي والتفتيش الدوري والاختبارات الخاصة .

2- الاهتمام بمراقبة مواد الخلطة الإسفلتية من حيث اعتماد المصدر والتفتيش خارج الموقع والقبول على أساس شهادة المنتج وان يتم اخذ العينات سواء بالطريقة العشوائية أو بطريقة الاحتمالات الرياضية .

3- مراعاة التفتيش الفني على التنفيذ قبل فرش المواد وأثناء الفرش وبعده .

توصيات البحث :

نوصى من خلال النتائج السابقة الاهتمام بعمل الكود الليبي نحو ضبط الجودة لتنفيذ الطرق الإسفلتية بكفاءة عالية ولتحقيق ذلك لابد من قيام المصلحة العامة بالإجراءات التالية :-

1- ضرورة دراسة المواد الداخلة فى صناعة الطرق .

2- تحديد معايير التصميم الملائم لكل طريق على حدة .

3- توضيح مهام المراقب الفني على إعمال التنفيذ .

4- وضع تشريعات قوية بشان الشركات المنفذة من حيث الاهتمام بإعمال التنفيذ .

5- تسهيل إجراءات توفير العمالة الفنية الدائمة للمقاولين .

6- مساعدة المقاولين فى توفير المعدات الحديثة والمتطورة والتدريب على استخدامها .

7- وضع برامج مراقبة دورية إثناء تشغيل الطرقات .

8- توحيد وتحديث المواصفات بما يتماشى والمناخ الجاف حار .

9- التركيز على وجود شركات منافسة فى صناعة المواد الأولية للطرقات .

10-تخصيص ميزانيات ومبالغ مالية للمشروعات المتعاقد عليها حتى يتم تنفيذها وفق البرنامج الزمني المخطط له.

11-إعداد كوادر فنية مؤهلة لاستيعاب برنامج ضبط الجودة .

12-ضرورة اعتماد أسلوب معين لضبط جودة أعمال الطرق .

13-الاطلاع على الدراسات السابقة والمشابهة للموضوع .

14-البحث عن جهة تتولى مسؤولية اعتماد المواد المحلية الداخلة فى صناعة الرصف .

المراجـع :

1- وزارة الشؤون البلدية والقروية بالمملكة العربية السعودية (2001). المواصفات العامة لإنشاء الطرق الحضرية- وزارة الشؤون البلدية.

2 - اللجنة الدائمة لإعداد أسس تصميم واشتراطات تنفيذ أعمال الطرق الحضرية والخلوية (1998) - الكود المصري لإعمال الطرق الحضرية والخلوية -وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية - قرار وزاري رقم 160 .

تأثير التركيبة الإنشائية للمباني السكنية على استهلاك الطاقة

د. جمال عبد القادر إمهلهل د.وميض عبد الرزاق عبد الوهاب
قسم الهندسة الميكانيكية–كلية الهندسة–جامعة عمر المختار
Email : Amhalhel@Yahoo.com

الملخص :

تحضن الجماهيرية العظمي مساحة شاسعة تُقدر بزهاء $1,759,540\ km^2$ ، و تتمتع بثلاث مناطق مناخيه. المنطقة الساحلية، حيث تقع شمالاً أغلب مُدنها، و من ضمنها، العاصمة طرابلس، و المدن الجبلية كالبيضاء و غريان فيقعان على هضبتي الجبل الأخضر، و جبل غريان، على التوالي، أما مدن هُون و سَبها و مُرزق فتقع جنوباً و تختبر مناخاً صحراوياً. وعلى الرغم من اختلاف المناخ بتلك المناطق، إلا أنه يلاحظ تماثل الشكل العام و التركيبة الإنشائية للمباني السكنية بتلك المناطق. وهذا من دواعي اهتمام هذه الورقة البحثية أن تدرس تأثير التركيبة الإنشائية للمباني السكنية على استهلاك الطاقة خلال فصل الشتاء بمدينة البيضاء كحالة دراسية.

قَسمت الورقة المباني السكنية إلى ؛ بيت شعبي (حوش)– و شقة – و بيت غير مُحاط (فيلا)، و تبنت نماذج طبيعية لكل منها بمدينة البيضاء، مما مَكن من حِساب المُقاومة الحرارية و المُعامل الكلي لانتقال الطاقة الحرارية، لمُكونات التركيبة الإنشائية للنماذج الطبيعية المُختارة ؛ الغلاف الخارجي : النوافذ و الأبواب، و الأرضية – و السقف، كما تم حِساب مُساهمة كل مُكونة من تلك المُكونات في الفقد الحراري الكلي لكل مبني سكني نموذجي، و أوضحت النتائج إلى أن الفقد الحراري لكل من : البيت الشعبي و الشقة و البيت غير المُحاط هو $8.8\ kW$ و $11.5\ kW$ و $16.2\ kW$ ، على التوالي. و المُساهمات الأكثر كانت على التوالي، لكل من ؛ السقف و الأرضية و الجدار الخارجي، و النوافذ و الأبواب. و هذا ما أكدت عليه مُعدلات استهلاك الطاقة الكهربائية التي تصل إلى الضعف في فصل الشتاء مُقارنة بفصل االصيف. كما قامت الدِراسة باستطلاع النمط العام لاستهلاك قاطني المباني السكنية لأجهزة الطاقة المُختلفة اللازمة لتوفير الطاقة الحرارية شتاءً. و أخيراً طَرحت الدِراسة استنتاجاتها التي تُساهم في الحد من مُعدلات استهلاك الطاقة، و أوصت بالاهتمام بالتصميم الحراري للمباني السكنية جنباً إلى جنب مع التصميم الإنشائي للمباني السكنية كشرط لازم لإصدار ترخيص للبناء السكني، و بتبني نماذج مَرجعية قياسية لمُواصفات المباني السكنية ؛ كا البيت الشعبي – و الشقة – والبيت غير المُحاط، للقياس عليها إنشائياً و حرارياً.

الكلمات الدالة : الفواقد الحرارية – المباني السكنية – استهلاك الطاقة

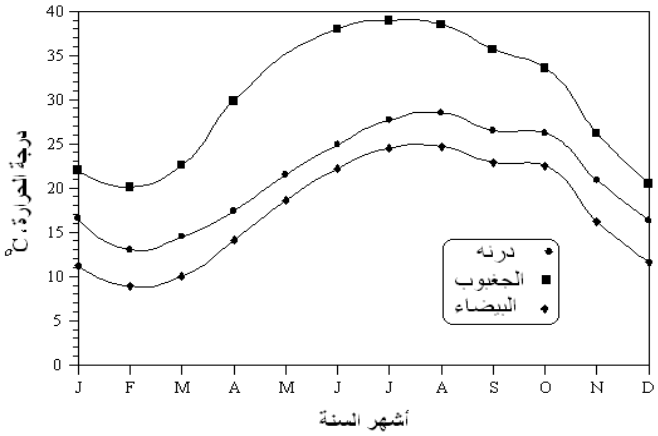
مقدمــة

تحضن الجماهيرية العربية الليبية مساحة تُقدر بزهاء $1,759,540\ km^2$ ، و ثلاث مناطق مناخية مُختلفة (الشكل رقم 1)، المنطقة الساحلية و تمتد على طول شمال الجماهيرية، و بساحل يطل على البحر الأبيض المتوسط يُقدر بزهاء $2000\ km$ ، و يقع على هذا الساحل العاصمة طرابلس، و مُدنٍ سكنية كمِصراته – و سِرت – و بنغازي. و المنطقة الجبلية كالجبل الأخضر فتقع في الشمال الشرقي، و تضم مُدنٍ كالبيضاء و شحات، أما الجبل الغربي فيقع غرباً، و تضم هضابه مُدنٍ كغريان – و نالوت، و يقدر إرتفاع المدن الجبلية من 200 إلى $650\ m$ عن سطح البحر، اما المنطقة الصحراوية فتضم مُدنٍ كا سَبها – و هُون – و مُرزق و هي تقع على مستوي سطح البحر إلي أقل من سطح البحر بقليل. و الحاجة لتوفير الراحة الحرارية لقاطني المباني السكنية بتلك المناطق بالإمكان و بكل يُسر مُلاحظتها من الشكل رقم (2) [4]، حيث يبين هذا الشكل التغير بمُتوسط درجة الحرارة الشهرية لبعض المناطق المُختارة الواقعة بجوار منطقة الجبل الأخضر كمدينة درنة وهي من المُدن الساحلية الواقعة شرق الجماهيرية، و تبعد مسافة $80\ km$ عن مدينة البيضاء، بينما مدينة الجغبوب فتقع ناحية الجنوب الشرقي وتبعد $600\ km$.

عموماً، التصميم الحراري للمباني السكنية بالجماهيرية لم يتطرق له الإهتمام بعد و بالجهد الذي يطرح النتائج التي تفيد صاحب القرار لتصل ثماره للمواطنين. فالإجراءات الرسمية لمنح الأذن بتشييد مبني سكني، تتطلب من المواطن إعداد خارطة إنشائية فقط، و هذه الخارطة لا تأخذ في الاعتبار التصميم الحراري للمبني السكني، و بالتالي الحد من الفقد الحراري. تباعاً، و حال الانتقال للمبني السكني يجد المواطن لازاماً عليه اختيار نظام تدفئة مُناسب ليوفر له الدفء شتاءً، حيث جرت العادة استخدام : مدافئ ؛ الكيروسين – و الغاز – و الكهرباء.

لذا تمثلت مشكلة الدراسة في مُلاحظ تماثل الشكل العام، و التركيبة الإنشائية للمباني السكنية بكل مناطق الجماهيرية على الرغم من اختلاف المناطق المناخية، بهذا تستهدف هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلات التالية : هل التركيبة الإنشائية للمباني السكنية تتوافق مع الحالة المناخية للمنطقة الجغرافية التي يقع بها المبني ؟ و في حالة الإجابة بالنفي، إلى أي حد تساهم التركيبة الإنشائية في الحد من الفقد الحراري ؟ و ما دور التركيبة الإنشائية للمبني في استهلاك الطاقة ؟ و ماهي الأنماط المُستخدمة لتوفير التدفئة بتلك المباني ؟

شـــكل رقـــم (1) : المنـــاطق المناخيـــة المُختلفـــة بالجماهيريـــة.



شكل رقم (2) : مُتوسط درجة الحرارة الشهرية لبعض المناطق المُختارة بالجماهيرية [4].

للأجابة عن هذه الأسئلة ، يتطلب الانخراط في عمل بحثي يتم فيه إجراء التحليل الحراري للتركيبة الإنشائية للمباني السكنية، و ليضم نماذج مُختارة للمباني السكنية بمُعظم مناطق الجماهيرية، و لكل فصول السنة، إلا أن القيام بمثل هذا العمل لدولة شاسعة المساحة و مُختلفة المناطق المناخية كالجماهيرية يتطلب الكثير من الوقت و الجهد، لهذا اقتصرت حدود هذه الدراسة على مدينة البيضاء كحالة دراسية، و لفصل الشتاء تحديداً ، كما تكمن أهمية الدراسة في إرساء ثقافة هندسية تُساهم في توعية المُواطن إلى السُبل المُناسبة لترشيد الطاقة، و كذلك حَث المشرع الليبي على إصدار التشريعات اللازمة لتنفيذ مُواصفات تشييد المباني السكنية لتهتم بالتصميم الحراري.

وتتابع منهجية هذه الدراسة في أستعرض الحالة المناخية لمدينة البيضاء، و التركيبة الإنشائية للمباني السكنية بها، و تصنيف المباني السكنية إلى ؛ بيت شعبي – و شقة – و بيت غير مُحاط (فيلا)، و أختيار نموذجاً قياسياً لكل منها، مما مَكن من حِساب المُقاومة الحرارية، و المُعامل الكلي لانتقال الطاقة الحرارة لغرض بيان مُساهمة المُكونات الإنشائية في الفقد الحراري الكلي لكل نموذج من المباني السكنية المُختارة. فالتحليل الحراري يوفر الفرصة لتحديد قدرة التصميم الإنشائي للمبني على التقليل من الفقد الحراري، كما تطرقت الدراسة إلى الأنماط السارية المُستخدمة بمدينة البيضاء لتوفير التدفئة خلال فصل الشتاء، و أخيراً طرحت الدراسة استنتاجاتها و توصياتها للمساهمة في تقليل الفقد الحراري للمباني السكنية، و بالتالي استهلاك الطاقة.

تطرقت بعض الأدبيات البحثية الهندسية إلى إستعراض دِراسة مُقارنة لمفهوم الاستفادة من أنظمة الطاقة الشمسية السالبة و الفعالة لغرض تدفئة المباني السكنية [8]. كما أوضحت بعض الدراسات أنه بالإمكان توفير الكثير من الأحَمال الحرارية لمباني سكنية نموذجية تقع بأماكن مختلفة بالجماهيرية ؛ أحمال التدفئة و التبريد و المياه الساخنة،

باستخدام الأنظمة الشمسية [9]. كما أن بعض الأوراق البحثية تدارست إمكانية توفير منهجية تُمكن من اختيار أنسب تصميم للغلاف الخارجي للمباني السكنية (الغلاف الخارجي للمبني السكني الحَاوي على الجدار الخارجي و النوافذ و البواب)، و ذلك لغرض تبني أفضل تصميم يتوافق مع المعايير و المقاييس الموضوعة من قبل الجمعية الأمريكية الهندسية للتدفئة و التبريد و تكييف الهواء ASHRAE [5]. كما أن الهيئة الإنشائية للمبني السكني، و التي تُمكن من الحصول على الحالة الحرارية المُناسبة تحت ضُروف البيئة الصحراوية لمبني سكني (bungalow) بمدينة الموصل بالجمهورية العراقية، بينت أن أدني درجة لحرارة الغرفة، و لضروف فصل الصيف، بالإمكان الحصول عليها باستخدام عوازل فعالة تمتد إلى الناحية الخارجية لجدار المبني [6]. برامترات هندسية مثل : إتجاه المبني – و نوعية الزجاج المُستخدم – و عدد ألواح الزجاج المُستخدمة – و عوازل الجدران – و نوعية الأرضية، أيضاً تحقق من تأثيرها لمبني سكني نموذجي للفقد الحراري للمباني السكنية لغرض التوصل إلى التصميم الحراري المُناسب [2]. كذلك أوضحت بعض الدراسات أن تحسين أداء الغلاف الخارجي يقلل الفواقد الحرارية [10]. أيضاً بينت بعض الأدبيات الهندسية إلى أن المباني السكنية الفعالة طاقياً تتطلبت التوصل إلى أداء عالي للغلاف الخارجي للمبني، و كذلك إلى إستثمار الإضاءة الطبيعية و استخدام الأرض كمضخة حرارية و الاستفادة مِن الطاقة الحرارية لنظام التهوية، و بينت النتائج أن مُتطلبات الطاقة لمثل هذا النوع من المباني أقل بكثير من نظيراته [7]. يجدر الذكر لما تقدم أن الدراسات البحثية الوطنية لا تتعاطي مع المحاور الأساسية للسلوك الحراري للمباني السكنية، أما الدراسات الأخري فمعظمها تتعلق بدراسة مُكونات إنشائية ليست خرسانية، و بالتالي لا تتوافر إستفادة مباشرة منها، فقط بالإمكان استثمار المفاهيم و التصورات التي تتعلق بها، و التي جلها تركز على مبداء الحفاظ على الطاقة للتوصل للمبني السكني ذو المتطلبات الطاقة الدنيا.

الحالة الجغرافية و المناخية لمدينة البيضاء

تتمثل الحدود الإدارية لمدينة البيضاء، في طول $7\,km$ و عرض $4\,km$، و بزهاء 150,000 نسمة، و هي تقع عند $15''\,46'\,21^o\,E$ و $20''\,13'\,32^o\,N$، على أحد هِضاب الجبل الأخضر الشاسِعة، شمال شرق الجماهيرية، و ترتفع عن سطح البحر بزهاء $650\,m$، و تضم المدينة سبعة عشرة (17) منطقة سكنية، مُحاطة بغابات طبيعية أو مزارع. و تتمتع البيضاء بمناخٍ جبلي، و يختبر سكانها حالة من البرد القارس نسبياً في فصل الشتاء، و أقرب الشواطئ هو الحمامة الذي يبعد $25\,km$. و الرياح السائدة، رياح شمالية إلى شمالية غربية، سرعتها تتراوح في المُتوسط

14 km/hr، و بمُتوسط سنوي لهطول الأمطار 400 mm ، و المدي المُتوسط لأدني درجة حرارة خلال أشهر البرد بالمدينة (ديسمبر – و يناير – و فبراير) هو $5.5 \geq T \geq 8.3\ ^{o}C$ ، أما المُتوسط السنوي لأدني درجات الحرارة 12.3 ^{o}C، و مُتوسط مِقدار السُحب 5.2 $Okts$، أما المُتوسط الشهري لفترات السطوع الشمسي فيُقدر بزهاء 5.2 hr، و مُتوسط عدد أيام الضباب خمسة (5) أيام [4].

الهيئة الإنشائية و أنواع المباني السكنية

عموماً، تشيد المباني السكنية بالجماهيرية من قواعد – و أعمدة – و جدران – و أسطح خرسانية مُسلحة – و أرضية، و غلاف خارجي يُحجب الفراغ الحيوي لقاطني المبني عن البيئة المُحيطة، و يوفر الخصوصية اللازمة، و هو يتكون من الجدار الخارجي الحَاوي لكل من الأبواب و النوافذ. و يُشيد الجدار الخارجي من الطوب الإسمنتي أو الطوب الجيري، و يُغطي من الداخل و الخارج بطبقة رقيقية من خلطة إسمنتية سمكها 1.5 cm يطلق عليها "الياسة"، أما الشكل العام للنوافذ فيتكون من طبقة واحدة فقط من اللوح الزجاجي، و السقف عبارة عن خرسانة مُسلحة سُمكها يتراوح بين 12 – 15 cm، و مُغطى من داخل المبني بطبقة إسمنتية يطلق عليها "الياسة"، و بطبقة من الخارج يطلق عليها "باتوته". عموماً، لا يتوافر شكل قياسي للتصاميم الإنشائية للمباني السكنية بالجماهيرية، و لغرض التحليل الحراري بالإمكان تصنيف المباني السكنية إلي :

1. **البيت الشعبي :** و هو من أكثرها شيوعاً بمدينة البيضاء، و مِن أبسطها تصميماً و إنشاءً، و يتواجد دائماً في وسط المدينة مُحاطاً بمثيلاته من المباني السكنية التي تشكل شوارع المدينة، و تختلف المساحة الإنشائية لهذا النوع من المباني، وهي في المتوسط من $8\times10\ m^2$ إلى $8\times12\ m^2$، عموماً يتمتع هذا النوع بواجهة واحدة فقط إذا وقع بين المباني السكنية المجاورة، مع توافر باب واحد فقط و أربع نوافذ على الأكثر، إثنان على كل جانب من المدخل، أما إذا وقع في ركن الشارع فقد يكون له أكثر من واجهة، مع حرية اختيار موقع الباب الرئيس، و عدد النوافذ، و قد يكون البيت الشعبي من طبقة سكنية واحدة أو إثنان، و حال إحتوائه على ثلاث طوابق فأكثر، يطلق عليه عِمارة سكنية.
2. **الشقة :** و هي مبني صغير يتواجد في مبني سكني كبير يطلق عليه "عِمارة"، و في المُتوسط تبلغ مساحة الشقة 180 m^2 ، و للشقة بباب رئيسي واحد، على الأقل، و نافذتين على الأكثر للشقة ذات الواجهة الواحدة فقط، أما في حالة توافر أكثر من واجهة، فقد يكون لها بابين و أكثر من نافذتين.

3. **البيت غير المُحاط "الفيلا"** و هو نسبياً أكبر مساحة من البيت الشعبي و الشقة، و تتراوح مساحته في المُتوسط من 120 إلى 240 m^2 ، و بالتالي فهو أعلى تكلفة، إلا أنه يوفر الكثير من الحرية و الخصوصية لقاطنيه، و تتوافر الكثير من الأشكال العِمرانية لمثل هذا النوع من المباني، و يُبنى عادة من دور واحد أو إثنين، و المبني الأساسي يكون له أكثر من باب، و يقع داخل مساحة فضاء (فراغ هوائي) مُحاطة بسور خارجي له بابين على الأقل، لأكبر لدخول الأليات.

يتضح مما سبق من نِقاش، أن لكل نوع من المباني السكنية السابقة الذِكر الكثير من الاخِتلافات الفردية في كل من الأبعاد الهندسية و بالتالي المساحة المسقوفة، و كذلك عدد الأبواب والنوافذ، و هذا ما صعب دراسة كل نوع من تلك المباني على حِدا، إلا أنها مَكنت من الولوج إلى تبني ثلاث مباني نموذجية تتماثل أُسسها التصميمية مع المباني السكنية السابقة الذِكر بمدينة البيضاء (الأشكال رقم 3 و 4 و 5)، و اختيرت المباني النموذجية الثلاث لتكون مباني سكنية من دور واحد فقط، و ذلك لغرض إظهار دور السقف و الأرضية في الفقد الحراري الكلي للمبني. و يبين الجدول رقم (1) الأبعاد النوعية لكل من هذه المباني النموذجية المختارة.

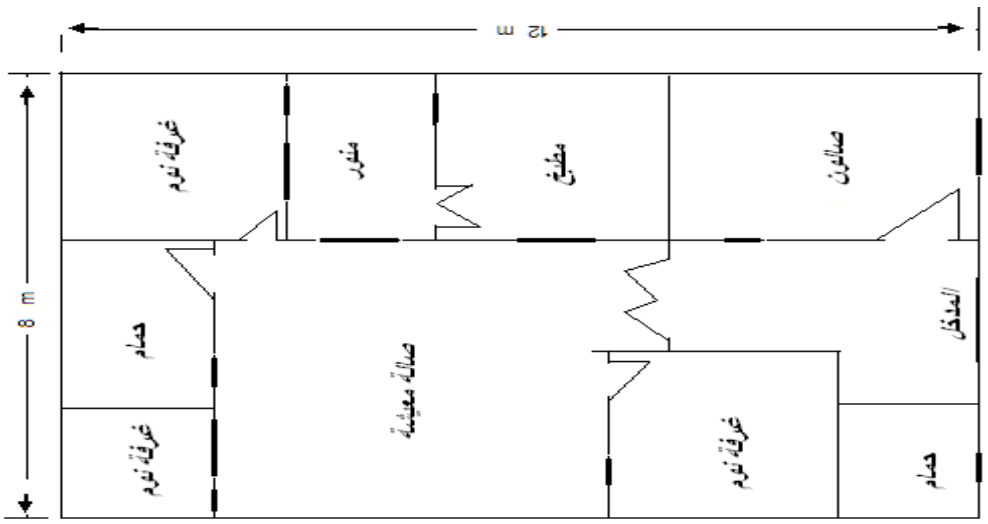
جدول رقم (1) : الأبعاد النوعية للمباني النموذجية الثلاث المُختارة.

رم	المكونة	البيت الشعبي		الشقة		البيت غير المُحاط	
		المساحة، m^2	العدد	المساحة، m^2	العدد	المساحة، m^2	العدد
1	الأبواب الرئيسية	1.5×2	1	1.5×2	1	1.5×2	1
2	الأبواب الخلفية	–	–	–	–	1.5×2	1
3	أبواب التيراس	–	–	0.95×2	3	0.95×2	3
4	أبواب المنور	0.9×0.9	1	–	–	–	–
5	أبواب المطبخ	0.95×2	1	0.95×2	1	0.95×2	1
5	نوافذ الغرف	0.95×1.15	2	0.95×1.15	3	0.95×1.15	5
7	نوافذ المطبخ	0.9×0.9	1	0.9×0.9	1	0.9×0.9	1
8	نوافذ الحمام	0.9×0.9	1	0.6×0.6	1	0.6×0.6	2

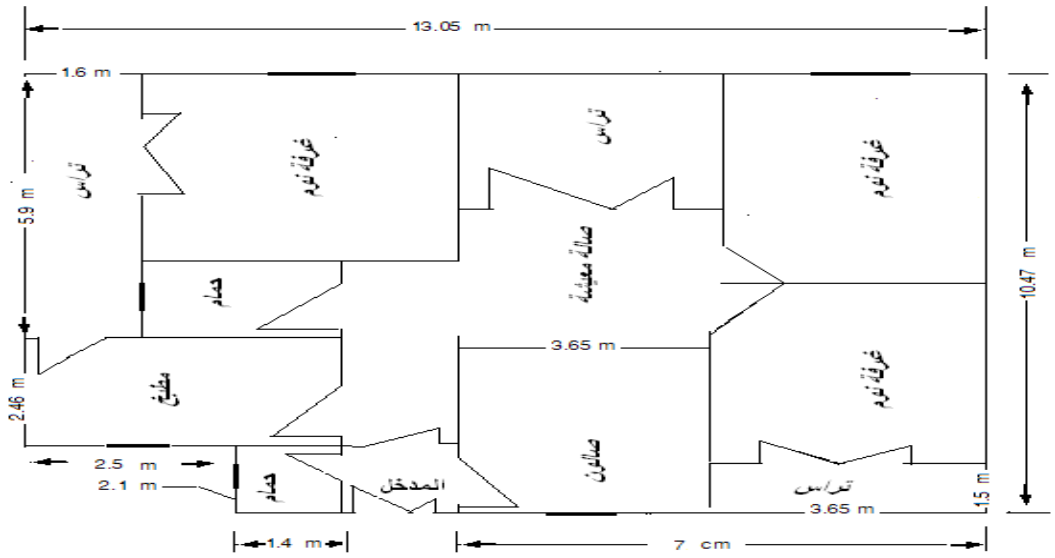
التحليل الحراري لمُكونات المباني النموذجية المُختارة

لأجل دراسة الأداء الحراري للمُكونات الإنشائية للمباني المُختارة طرحت الفرضيات التالية :

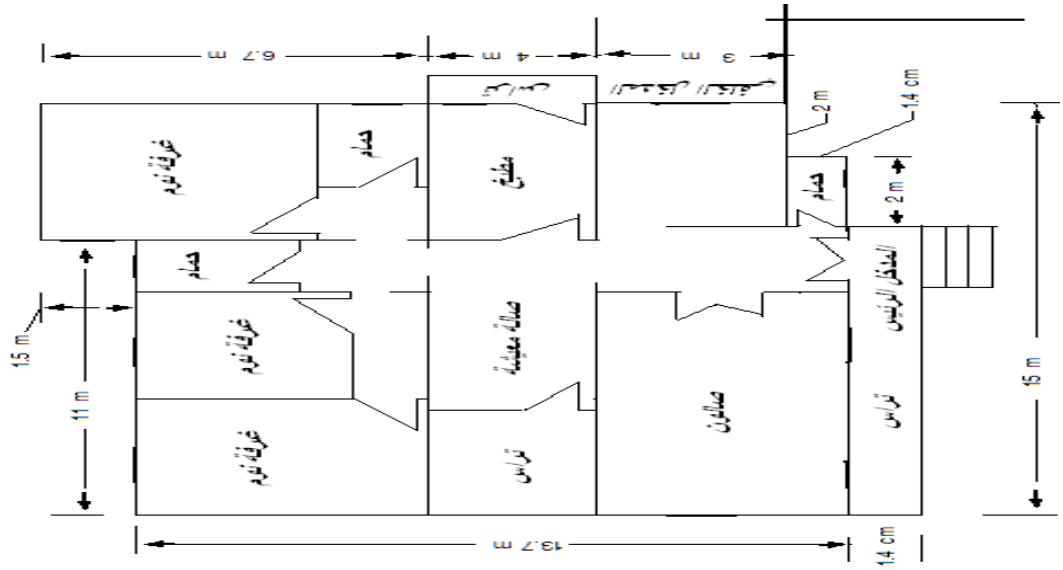
- يختبر المبني و مُكوناته الإنشائية انتقال مُستقر للطاقة الحرارية.
- يتم الانتقال الحراري عبر المواد المُتماسكة للمبني السكني بآلية التوصيل الحراري فقط.
- تختبر الأسطح المُعرضة لفراغ هوائي انتقال للطاقة الحرارية بآليتي الحمل الحراري و الإشعاع الحراري، و هذا يُمثل بالمواصلية الحرارية (Thermal Conductance).
- الخواص الحرارية لمُكونات المبني السكني ثابتة.
- لا وجود لانتقال الكتلة المائية.
- درجة الحرارة الخارجية للبيئة المُحيطة بالمبني السكني تساوي المُتوسط الأدني لدرجة الحرارة بفصل الشتاء، أي $7.1\ ^{o}C$.
- درجة حرارة التربة أسفل أرضية المبني السكني تساوي المُتوسط السنوي الأدني، أي $12.3\ ^{o}C$.



شكل رقم (3) : مُخطط نموذجي لبيت شعبي.



شكل رقم (4) : مُخطط نموذجي لشقة.



شكل رقم (5) : مُخطط نموذجي لبيت غير مُحاط (فيلا).

باعتبار الفرضيات السابقة الذكر، بالإمكان صياغة المُقاومة الحرارية الكلية، R_t ، لأي مُكونة من مُكونات المبني السكني كالتالي [3]: (1)

$$R_t = \frac{1}{h_{\infty,o}} + \left(\sum \frac{L}{k}\right) + \left(\sum \frac{1}{C}\right) + \frac{1}{h_{\infty,i}}$$

والفقد الحراري الكلي، Q_t ، عبر المبني السكني، هو مجموع مُعدل الفقد للطاقة الحرارية عبر كل مُكونة من مُكونات المبني : [3]

$$Q_t = \sum_{j=1}^{n} U_j A_j (T_\infty - T) \qquad (2)$$

تمثل المُقاومة الحرارية، R ، القدرة على مُقاومة التدفق الحراري، لذا فكلما ارتفعت قيمة المُقاومة الحرارية إزداد تأثير العزل الحراري، أما المُعامل الكلي لانتقال الطاقة الحرارية، U، فهو مِقياس لمُعدل التدفق الحراري عبر مُكونات المادة، و كلاهما يُنسب للآخر كالتالي [3]:

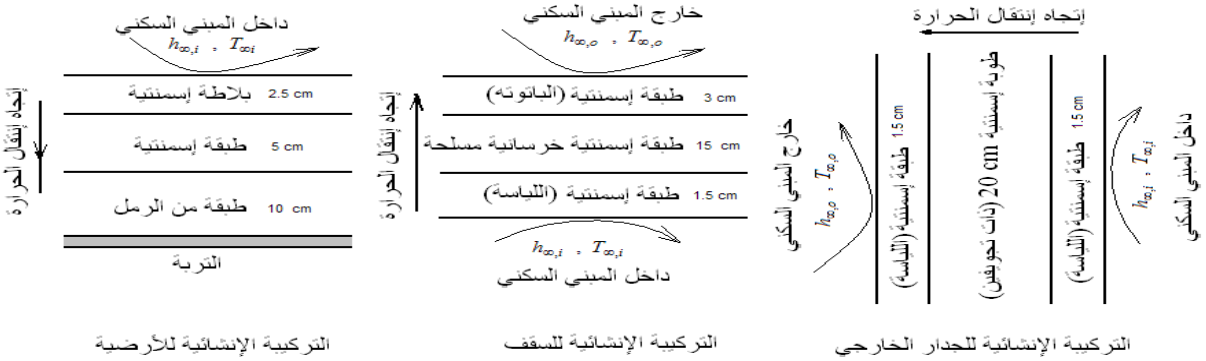
$$U = R^{-1} \qquad (3)$$

الفقد الحراري عبر مُكونات المباني النموذجية المُختارة

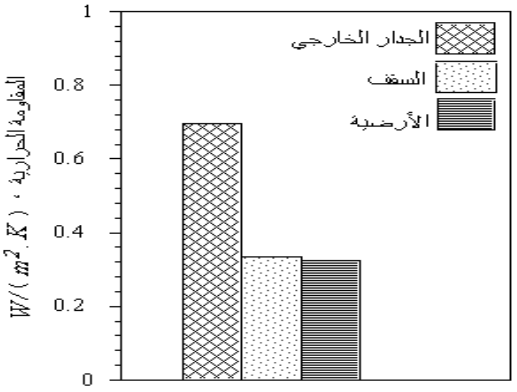
يوضح الشكل (6) التركيبة الإنشائية الأكثر شيوعاً في مدينة البيضاء لكل من : الجدار الخارجي (حائط مُركب بسيط) و السقف و الأرضية، و بالأخذ في الاعتبار المُعادلة (1)، و البرامترات المُتواجدة بها، بالإمكان حِساب المُقاومة الحرارية لكل من تلك المُكونات (الشكل رقم 7) [1]. و باعتبار المساحة السطحية لكل من : الجدار الخارجي (بإرتفاع $3\ m$) – و السقف – و الأرضية و باستخدام المُعادلتين (2) و (3)، بالإمكان حِساب الفقد الحراري لمُكونات المباني النموذجية المُختارة الثلاث (الشكل رقم 8).

الأبــواب الحديدية المُجلفنة هي النوع الشائع الاستخدام كباب خارجي لمعظم أنواع المباني السكنية بمدينة البيضاء، أما أبواب التراس و المناور فهي من الألومنيوم ذو لوح زجاجي مُفرد و إطار بسُمك $3\ mm$ $10\ cm$، على التوالي، و بالأخذ في الاعتبار قيمة المُوصلية الحرارية للحديد المُجلفن $34.25\ W/(m.K)$ و المُعادلة (1) نجد أن المُقاومة الحرارية للأبواب $0.1926\ W/(m^2.K)$. و بما أن الشكل التصميمي لأبواب الألومنيوم لكل من أبواب التراس و المناور يُماثل ذاك للنوافذ، إذاً و بإتباع طريقة (ASHRAE) لأنواع النوافذ التي ليس لها ساتر حراري، و الأخذ في الاعتبار أبعاد أبواب التراس و المنور، فإن المُعامل الكلي لانتقال الحرارة $6.6762\ W/(m^2.K)$ [3]. أما **النوافــذ** الشائعة الاستخدام بمدينة البيضاء فهي مُكونة من إطار من الألومنيوم و لوح زجاجي مُفرد بسُمك، $10\ cm$ و $3\ mm$ ،على التوالي، بالأخذ في الاعتبار طريقة ASHRAE، و أبعاد النوافذ، فإن المُعامل الكلي لانتقال الحرارة $6.7788\ W/(m^2.K)$. و أخيراً، و بتعداد الأبواب و النوافذ (الأشكال 3 و 4 و 5)، و باستخدام المُعادلة (2)، بالإمكان إظهار الفقد الحراري عبر هذه المُكونات (الشكل 9)، حيث يُلاحظ أن الفقد الحراري عبر أبواب و نوافذ البيت غير المُحاط هو الأعلى، و هذا يرجع في الأساس إلى عدد النوافذ في كل مبني. و يظهر الشكل رقم (10) **الفقد الحراري الكلي لكل من** : البيت الشعبي – و الشقة – و البيت غير المُحاط

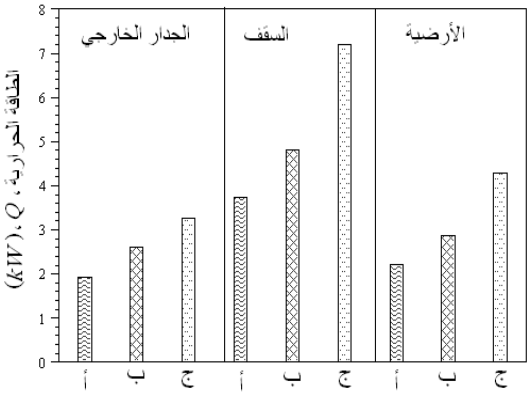
8.8 kW و 11.5 kW و 16.2 kW ، على التوالي، و هو المُعدل اللحظي فقط، ففي حال أن مصدر الطاقة المُستخدم بالمبني السكني يعمل على الأقل عشرة (10) ساعات، و لمدة أشهر البرد



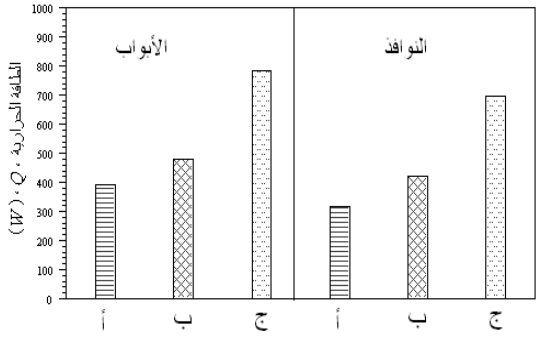
شكل رقم (6) : التركيبة الإنشائية لكل من الجدار الخارجي (حائط مُركب بسيط)، و السقف و الأرضية للمباني المُختارة الثلاث.



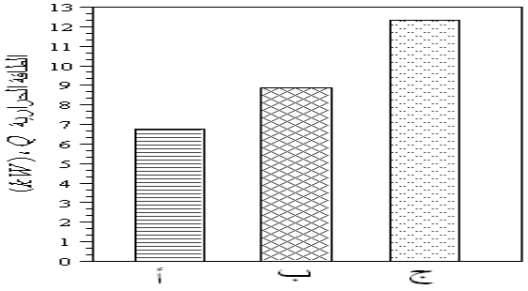
الشكل رقم (7) : المُقاومة الحرارية لكل من الجدار الخارجي و السقف و الأرضية للمباني النموذجية المُختارة الثلاث.



الشكل رقم (8) : الفقد الحراري للمباني النموذجية المُختارة الثلاث ؛ البيت الشعبي (أ)، و الشقة (ب) و البيت غير المُحاط (ج).

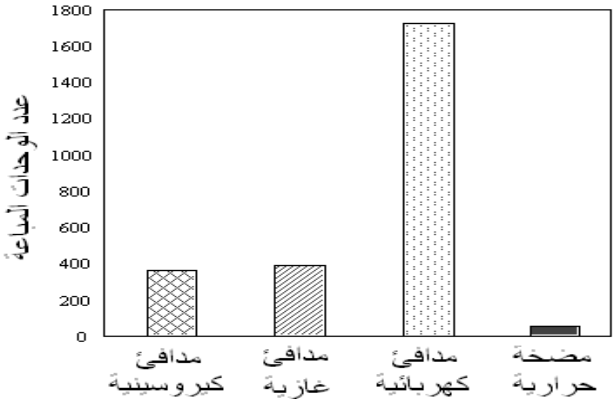


شكل رقم (9) : مُساهمة الأبواب و النوافذ في الفقد الحراري للمباني النموذجية المُختارة الثلاث ؛ البيت الشعبي (أ)، و الشقة (ب) و البيت غير المُحاط (ج).

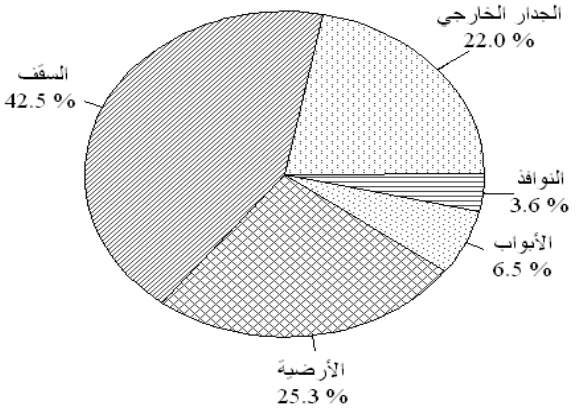


شكل رقم (10) : الفقد الحراري الكلي للمباني النموذجية المُختارة الثلاث ؛ البيت الشعبي(أ)، و الشقة (ب) والبيت غير المُحاط (ج).

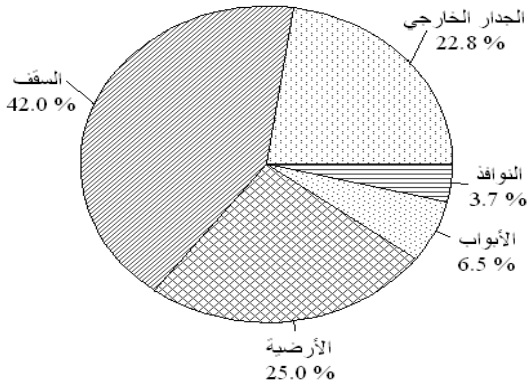
الـــــثلاث، فهـــــذا يعنـــــي أن إســـــتهلاك الطاقـــــة للمبـــــاني النموذجيـــــة الـــــثلاث، علـــــى التـــــوالي، ستكون، 14.58 *MW* و 10.35 *MW* و 7.92 *MW* ، و بالأخذ في الاعتبار عدد المباني السكنية بمدينة البيضاء، نجد أن هذا و بكل المقاييس إحتياج طاقي كبير جداً. و يوضح الشكل (11) أن النمط الطاقي الأكثر شيوعاً لتغطية أحمال التدفئة شتاءً بمدينة البيضاء، هو الطاقة الكهربائية، و هذا يؤكده مُعدل استهلاك الطاقة الكهربائية بأشهر البرد لسنة 2006 ف الذي يقدر بزهاء 80 *MW* (لحظي) و ينخفض إلى أقل بقليل من النصف في فصل الصيف. أما مُساهمة المُكونات الإنشائية في الفقد الحراري الكلي للمباني النموذجية لكل من : البيت الشعبي، و الشقة و البيت غير المُحاط، فتظهرها الأشكال (12) و (13) و (14)، على التوالي، حيث يُلاحظ تماثل النمط العام للفقد الحراري لمُكونات المباني النموذجية المُختارة الثلاث.



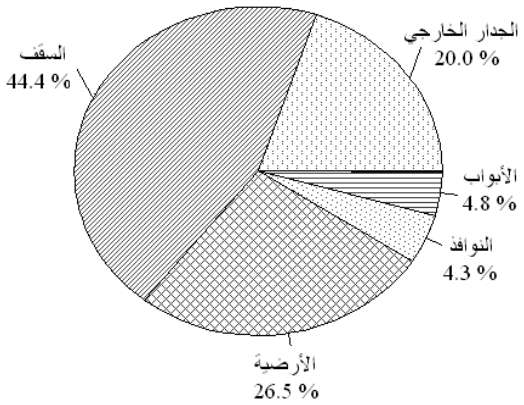
شكل رقم (11) : أنماط الطاقة المُستخدمة للتدفئة بمدينة البيضاء.



الشكل رقم (12) : مساهمة المُكونات الإنشائية في الفقد الحراري الكلي لنموذج البيت المُختار.



شكل رقم (13) : مُساهمة المكونات الإنشائية في الفقد الحراري الكلي لنموذج الشقة المُختارة.



شكل رقم (14) : مُساهمة المُكونات الإنشائية في الفقد الحراري الكلي للنموذج المُختار للبيت غير المُحاط (الفيلا).

مما سبق، يتضح أن التصميم الإنشائي مُتمثلاً في المباني السكنية النموذجية المُختارة الثلاث، لا يأخذ في اعتباره مبادئي الحِفاظ على الطاقة، لذا فهي تختبر فقداً حراري كبير جداً، مما يستلزم وضع الخُطط المُناسبة لتقليله. فتغطية هذا الفقد الحراري باستخدام الطاقة الكهربائية، كما هي الحالة الراهنة سيزيد من أعباء تشغيل و صيانة خطوط توزيع الطاقة الكهربائية نظراً للأحمال غير المحسوبة.

و أخيراً، تعتبر المباني السكنية الأساس الذي تعد له البني التحتية لتخدمها و قاطنيها، و هي في مجملها ثروة وطنية يجب الحفاظ عليها، و تقليل تكاليف الطاقة اللازمة لها، و هذا لا يتأتي إلا بتوجيه الدراسات البحثية لتوثيق و دراسة مُتطلباتها الطاقية.

الاستنتاج :

الدراسة الحالية لتأثير التركيبة الإنشائية للمباني السكنية على استهلاك الطاقة طرحت ما يلي :

- تصنيف المباني السكنية إلي بيت شعبي – و شقة – و بيت غير مُحاط (فيلا)، و اختيار مباني نموذجية لكل منها ساهم كثيراً في تسهيل التحليلات الحرارية.
- التصميمة الإنشائية للمبني السكني يجب أن تتوافق مع البيئة المناخية المُحيطة به.
- للمباني النموذجية المُختارة يختبر كل من ؛ الجدار الخارجي – و السقف – و الأرضية، فقد حراري كبير جداً، مما يحتم إيجاد سبل مُناسبة لتقليله.
- صناعة البناء في الجماهيرية لازالت بعيدة عن الأخذ بمبادئي الحفاظ على الطاقة أو ترشيدها.

كما توصي الدراسة بما يلي :

- إنشاء مركز وطني يُعنى بضمان جودة المباني السكنية، و ليوثق احتياجاتها الطاقية، و ليأخذ في اعتباره مبادئي ترشيد الطاقة عند تشييد المباني السكنية.
- تبني مباني سكنية نموذجية ، و إعداد معايير و مواصفات لها، لغرض القياس عليها هندسياً.
- توجيه الدراسات البحثية لبرامج الدراسات العليا بالجماهيرية إلى المحاور البحثية الخاصة بالمباني السكنية.

المراجع :

[6] Amhalhel, G. A and Abdul-Wahab, W. A. (The Insulation Potential and Its Role in minimizing the Energy Consumption of Residential Buildings : El-Beida City – A case Study) (in Arabic), Proceedings of The First Conference on Building Establishments in

Desertification Districts, Sabah University, Faculty of Engineering Science and Technology – Brak - Great Jamahiriya, 22-24 December (2008).
[7] Ansari, F. A., et al., "A Simple Approach for Building Cooling Load Estimation.", American Journal of Environmental Sciences, Vol. 1, No. 3, pp. 209-212, 2005
[8] ASHRAE Hand Book of Fundamentals Volume, American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 1989.
[9] Benghazi, Meteorological office, The National Meteorological Center, Libyan-Jamahiriya, 2003
[10] Iliescu, S., "A case-based reasoning approach to the designing of building envelopes", PhD, 2000, Concordia University, Canada.
[11] Korsgaard, V., "Energy Conservation in Buildings" Proceedings of Energex 88, The Global Energy Forum, Tripole-Libya, November 25-30, 1988, pp. I-29-I-37.
[12] McDougall Tom, and The Weidt Group " Low Energy Building Case Study: The Rest of the Story." ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, pp. 3-184 - 3-195, 2006.
[13] Misellati, M. M. and El-Twaty, A. I., Solar Energy for Space Heating in Libya., Proceedings of Energex 88, The Global Energy Forum, Tripole-Libya, November 25-30, 1988, pp. VIII-31-VIII-39.
[14] Muneer T and Hawas M,. "Efficiency of Solar Energy use for Residential Heating and cooling." Energy The International Journal, vol. 6, No. 6, pp. 519-527, 1981.
[15] Sheng He1 Hua and Amin Hammad2, and Paul Fazio1., "Application of IT and International Standards to Evaluate Building Envelop Performance." Ninth International IBPSA Conference, Montréal, Canada, August 15-18,pp.389-396, 2005

الرموز المستخدمة :

A : المساحة، (m^2).

C : التواصلية الحرارية (thermal conductance)، $(W/(m^2.K)$.

h : معامل الحمل الحراري $(W/(m^2.K)$.

k : الموصلية الحرارية، $(W/(m.K)$.

l : سُمك مكونة المبني، (m).

Q : معدل الطاقة الحرارية، (W).

R : المقاومة الحرارية، $(W/(m^2.K)$.

T : درجة الحرارة، (^oC)

U : المعامل الكلي لانتقال الحرارة $(W/(m^2.K)$.

الرموز السفلية :

t : كلي.

j : المُكونة.

∞ و i,∞ و o,∞ : البيئة المُحيطة، (i) الداخلية، و (o) الخارجية، على التوالي.

عيوب الطرق الإسفلتية بمنطقة فزان وطرق الإصلاح والصيانة

د.محمد السيد جبر أ.عبد القادر المدني إبراهيم أ. علي رزيج مخلف أ.محمد عبد السلام السبهاوي
قسم هندسة البناء والتشييد– المركز العالي للمهن الشاملة بسبها قسم الهندسة المدنية–جامعة سبها
Almadny505@yahoo.com sephawy@yahoo.com

الملخص :

تمثل شبكة الطرق استثمارا كبيراً في اقتصاد الدول يجب المحافظة عليه وإطالة مردودة الاقتصادي. تعتبر منطقة فزان الواقعة في جنوب الجماهيرية الليبية ذات مناخ قاري حيث أنها منطقة صحراوية وبعيدة عن البحر المتوسط ولها ظروف بيئية مميزة لها تتمثل في الجفاف وارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وانخفاضها إلى حد الصعيق في فصل الشتاء بالإضافة إلى أنها تحتوي على كثبان رملية في بعض المناطق وكل هذا العوامل تؤثر على كفاءة الطرق وعمرها الافتراضي في هذا الإقليم بالإضافة إلى عوامل أخرى مثل طبيعة مواد إنشاء الطرق والأحمال المرورية و أنظمة تصريف المياه الأرضية أسفل الطرق وكل هذا العوامل لها تأثير مباشر على طريقة إنشاء الطرق وطريقة صيانتها. وعند إنشاء طرق جديدة أو إعادة إنشاء طرق موجودة يجب معايرة هذه العوامل جيدا وفحصها قبل عمل تصميم الطريق. وفي بعض الأحيان يمكن أن يكون تصميم الطريق جيداً ولكن تظهر بعض عيوب الإنشاء بسبب عدم إجراء اختبارات الجودة أثناء عملية إنشاء الطريق.

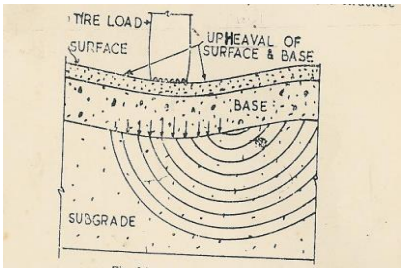
1. المقدمة

عند إنشاء طريق بمواصفات جيدة فإن الصيانة الدورية للطريق يجب أن تطبق جيداً. أن الصيانة الغير جيدة للطريق ليست تقاس فقط بسوء الحالة المرورية للطريق ولكنها أيضاً تودي إلي ارتفاع معدلات الحوادث على الطريق بسبب العيوب الموجودة في هذه الطريق. ولذلك يجب تطبيق أنواع من نظم الصيانة لإصلاح العيوب أو تأخير ظهورها وقد تشمل أنواع الصيانة : الصيانة الوقائية – الصيانة العلاجية – الإصلاح – إعادة التأهيل. كما تشمل طرق الصيانة الترقيع ، وملأ الشقوق وإعادة السفلتة أو وضع طبقة عزل على سطح الطريق. كما يستخدم مستحلب الأسفلت أو الأسفلت المسال أو مركبات خاصة من الأسفلت المحسن والمسال في ملأ الشقوق أو تغطية سطح الطريق بطبقة ملاط أو عزل تغطية كاملة لملأ الشقوق وتحسين حالة سطح الطريق. و لخفض تدهور الطرق إلى المستويات الادني فإنه يجب تطوير أو تطويع نظام إدارة صيانة للرصف يشمل برنامج فحص و صيانة مناسب و منظم و فعال يزيد من فاعلية الاعتمادات المالية للصيانة.

ولن نستطيع تحديد حجم الصيانة قبل معرفة أنواع الانهيارات لهذه الطرق. وفي هذه الدراسة ثم تصوير انهيارات الطرق وتقيمها لعدة طرق في منطقة فزان مثل : 1- طريق سبها - براك 2- طريق سبها - تراغن 3- طريق تراغن - أم الأرانب 4- طريق سبها - بنت بيه وهذا على سبيل المثال لا الحصر وثم تصنيف هذه الانهيارات وعمل التوصية بالصيانة المطلوبة.

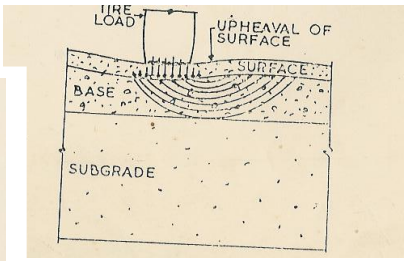
2. انهيارات الطرق الإسفلتية

يرجع سبب انهيار الطرق الإسفلتية إلى :- انهيار التربة المنشأ بها الطريق (Sub- grade) - انهيار طبقة الأساس (Base Course) - انهيار طبقة الرصف الإسفلتية (Wearing course) . وينتج عن هذه الانهيارات ظهور انخفاضات أو ارتفاعات بسبب هبوط طبقات الرصف المرن وانخفاض منطقة في الطريق يؤثر علي النقاط المتصلة بها وهذه الانخفاضات والارتفاعات (Corrugations) تسبب انبعاج للطريق في صورة سطح مموج للطرق. ويوضح الشكل (1) ، (2) ، (3) انهيارات التربة الطبيعية للطريق وانهيار طبقة الأساس وانهيار طبقة الخرسانة الإسفلتية للطريق على التوالي [1] .



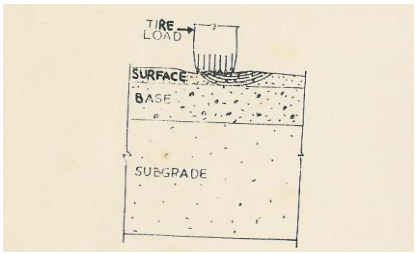
شكل (1) انهيار طبقة التربة الطبيعية

(Sub- grade)



شكل (2) انهيار طبقة الأساس

(Base Course)



شكل (3) انهيار الطبقة السطحية

(Wearing Course)

وتبين الأشكال الثلاثة السابقة أن التنفيذ الجيد لكل طبقة له تأثيرات كبيرة على الطبقات التالية لها حيث أن إذا كانت طبقة الأرض الطبيعية ضعيفة وتم عمل طريق فوقها بمواصفات جيدة أي طبقة أساس وطبقة سطحية قوية فإن الطريق سوف ينهار عند طبقة الأرض الطبيعية كما في شكل (1). وأيضاً التنفيذ السيئ لطبقة الأساس ينتج عنه حدوث

انهيارات بالطريق. كما أن انهيار الطبقة السطحية للطريق يرجع إلى ضعف مكونات الخلطة الإسفلتية وعدم استيفاء أبعادها التصميمية ينتج عن حدوث تموجات بالطريق وظهور الحفر في أماكن مختلفة من الطريق.

2.1. انهيار طبقة التأسيس الطبيعة (Sub- grade failure)

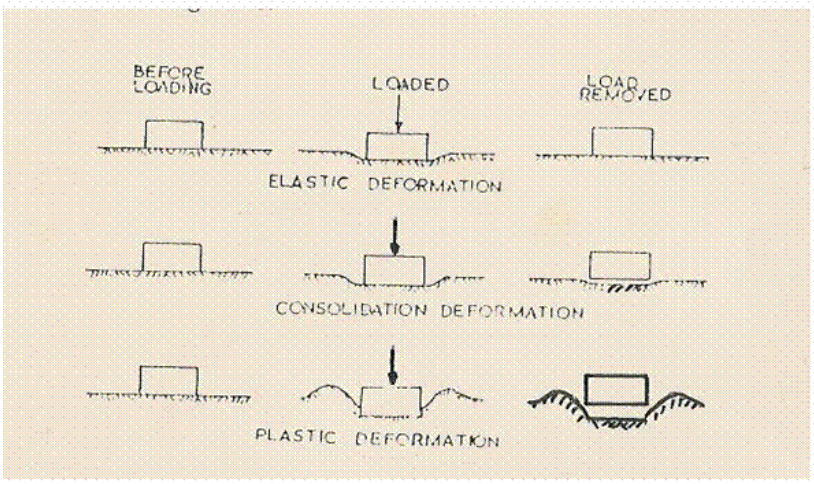
تعتمد مشكلة انهيارات طبقة الأرض الطبيعية للطرق على خواص التربة وبالتحديد تشوهات التربة نتيجة الأحمال المطبقة عليها وهناك ثلاثة أنواع من تشوهات التربة هي:

2.1.1 . التشوه المرن (Elastic Deformation)

وهي مقاومة التربة للأحمال المطبقة عليها بدون حدوث أي تشوه أو انهيار لها ويرجع ذلك إلى أنه عند تطبيق حمل علي التربة فإن التربة سوف تتعرض للتشوه حيث أن الهواء الموجود في فجوات التربة سوف ينضغط وعند إزالة الحمل المطبق فإن الهواء المضغوط داخل فجوات التربة سيفقد ضغطة وترجع التربة إلى وضعها الأول بدون تشوه.

2.1.2 . **التشوه نصف اللدن (Consolidation Deformation)**

وينتج عند تطبيق الحمل على التربة وعند إزالتة لا تعود التربة أي وضعها الأول وذلك بسبب أن الأحمال المطبقة تضغط الهواء والماء الموجود في فجوات التربة وينتج عن ذلك هروب جزء من الماء خارج الفجوات وعند إزالة الحمل المطبق فإن جزء من التربة يسترجع وضعة الأول وجزء آخر لا يسترجع وضعة وينتج عن ذلك نشوة دائم للتربة.



شكل (4) تشوهات التربة

2.1.3 - التشوه الدن (Plastic deformation)

وينتج عند عدم استرجاع التربة إلى شكلها الأصلي بعد إزالة الحمل الطبق عليها وبين شكل (4) تشوهات التربة نتيجة الأحمال المطبقة عليها [1] . وينتج هبوط التربة (Deflection) من التشوهات اللدنة للتربة نتيجة تكرار الأحمال الكبيرة على التربة وهو يعتبر المسبب الرئيسي لأنهيارات سطح الطرق . وبدراسة الشكل (1) بعناية نجد أن نوع الانهيار هو انهيار قص مصاحب لتأثير حركة طبقات التربة. ويعتبر السبب الرئيسي لانهيار الطرق المرنة أو الرصف الإسفلتي هو التشوه اللدن الزائد في طبقة الأرض الطبيعية والذي يظهر في صورة تموجات وتعرجات على سطح الطريق. كما أن ارتفاع سطح الطريق على جانبي عجلة السيارة (Rutting) يحدث بسبب انهيار القص لطبقة الأرض الطبيعية وضعف اتزان التربة الناتج عن زيادة المحتوى المائي للتربة أو ضعف التربة. أن اتزان و تشوه التربة عاملان مرتبطان ببعضها حيث أن اتزان التربة هو مقاومة التربة للتشوه تحت تأثير الأحمال. والإجهاد الزائد على طبقة الأرض الطبيعية يكون بسبب صغر سمك طبقة الإسفلت أو بسبب الأحمال المرورية العالية ويمكن التغلب على هذان العاملان بزيادة سمك طبقة الرصف للطريق.

2.2. انهيارات طبقة الأساس للطريق (Base failure)

يرجع انهيار طبقة الأساس للطريق الموجودة بالشكل (2) إلى الأسباب الآتية [1] .

* ضعف المواد المستخدمة في عمل طبقة الأساس (Poor material used in base course)
* نقص المواد الرابطة لطبقة الأساس (Loss binding and inter locking)
* نقص المواد الأساسية المكون للطبقة (Loss material from base)
* ضعف مقاومة المواد المستخدمة (Poor properties of material)
* قلة سمك الطبقة عن السمك التصميمى المطلوب (Insufficient thickness of surface layer)
*عدم وجود حماية جانبية لطبقة الأساس على جانب الطريق (Loss of lateral support to the base)
* عدم وجود نظام صرف مياه أسفل طبقة الأساس وطبقة الأرض الطبيعية .
* الدمك غير السليم أو غير الكافي (Improper and inadequate compaction)

2.3- انهيار الطبقة السطحية للطريق (Failure of wearing course)

يرجع انهيار الطبقة السطحية للطريق الموجودة بالشكل (3) إلي الأسباب الآتية:

* استخدام خلطة ضعيفة وغير مطابقة للمواصفات

*عدم استخدام مواد ناعمة رابطة للطبقة

* زيادة المواد الناعمة والرابطة تؤدي إلى ضعف الطبقة

* استخدام مواد رابطة تحتوي على مؤكسدات تؤدي إلى أن تصبح طبقة الاسمنت هشة وسهلة التشرخ.

2.4- تشققات الطرق الإسفلتية

تظهر الشقوق في الطرق بأشكال مختلفة. في بعض الأحيان يكون ملأ هذه الشقوق بالمادة الأسفلتية السائلة هو أنسب الحلول. و في أحيان أخرى يكون من اللازم إزالة جميع طبقة الأسفلت وتركيب نظام تصريف مياه أو تحسين طبقة الأساس بالأسمنت قبل القيام بأي أعمال صيانة سطحية. ولذلك يجب معرفة مسببات الشقوق قبل القيام بأي أعمال إصلاح. من الملاحظ عادة أن الشقوق تأخذ نفس الشكل العام عندما تكون المسببات واحدة أو عند مرحلة معينة من التشقق. وعادة ما تنقسم أنواع الشقوق إلى ما يلي:

1- شقوق الكلل (جلد التمساح)
2- شقوق جانب الطريق .
3- شقوق الفواصل (الوصل) .
4- شقوق انعكاسية.
5- شقوق انكماشية.
6- شقوق الزحف.

4.1 شقوق الكلل (جلد التمساح) (Alligator or map cracks)

شقوق الكلل (Alligator) هي شقوق تحدث بسب تكرار الأحمال المرورية وهي غالباً ما تحدث في مسار العجلات وتبدأ خفيفة انفرادية وتزداد شدة حتى تشكل شبكة من الشقوق شبيه بجلد التمساح صورة (1). وغالباً ما يكون ضعف أساس الطريق عاملاً أساسياً في حدوث شقوق الكلل، حيث تلاحظ كثرتها في الطرق التي تتعرض أساساتها للمياه الجوفية. إن ظهور شقوق الكلل دليل على تدهور القوة الإنشائية للطريق، وإذا تركت شقوق الكلل دون علاج فإنها تتحول إلى حفر خطرة على سلامة مرتادي الطريق. تتم عملية الإصلاح بقطع وإزالة الطبقات المتأثرة وترقيعها. وقد تتكون تشققات

التمساح نتيجة تعرض أي من طبقة الأساس أو طبقة الأرض الأساسية إلى التشبع بالماء ، لذلك فقد يشمل الإصلاح إزالة الطبقة المبللة وتركيب نظام تصريف للمياه أو تحسين طبقة الأساس باستخدام الإسمنت. وبعد ذلك يمكن وضع طبقة أسفلتية كاملة مكونة من خلطة أسفلتية ساخنة. أما إذا تعذر وجود الخلطات الأسفلتية الساخنة ، فمن الممكن الاستعاضة عنها بتربة حجرية جديدة مدكوكة دكاً جيداً على طبقات يتم بينها رش طبقات خفيفة من الأسفلت المسال ومن ثم يتم وضع طبقة سطحية محسنة [5] .

4.2 شقوق جانب الطريق

تكون هذه الشقوق على شكل تشققات طولية تتركز على جانب الطريق وتكون قريبة من الطرف الخارجي للطريق، ويصاحبها أحياناً شقوق عرضية متجهة إلى كتف الطريق صوره (2). عادة ما يكون سبب هذه الشقوق هو عدم وجود دعم جانبي أو لعدم وجود كتف للطريق. ومن الممكن أن يكون سبب هذا النوع من الشقوق هو حدوث تصدعات أو تشوهات في طبقة الأساس تحت المنطقة المتشققة. و يكون هذا نتيجة لعدم جودة نظام تصريف المياه أو تشبع الأساس أو نتيجة لانكماش طبقة الأساس. ولإصلاح هذه الشقوق يتم ملؤها بمستحلب الأسفلت أو بأسفلت مسال مخلوط بالرمل. وإذا صاحب هذه الشقوق تصدع في كتف الطريق فيمكن إعادة مستوى سطح الكتف إلى المستوى الأصلي بواسطة الترقيع باستخدام خلطات أسفلتية ساخنة .

4.3 شقوق الفواصل (الوصل)

هناك نوعان من شقوق الوصل ، أولهما شقوق الوصل الجانبية ، والتي تحدث بين طبقة الرصف وكتف الطريق صورة (2). أما النوع الآخر فهي شقوق وصل المسارب والتي تتكون بين أي مسربين متجاورين من مسارب الطريق . وتمثل دورات البلل والجفاف للطبقات الواقعة تحت كتف الطريق المسبب الأكثر شيوعاً لحدوث تشققات الوصل الجانبية. وتكون عادة نتيجة لعدم جودة نظام تصريف المياه حيث تتجمع المياه تحت الوصلة (الفاصل) بين الطريق والكتف. كما تؤدي تقلبات درجة الحرارة إلى انكماش طبقة الأسفلت السطحية وظهور الشقوق. أما تشققات وصل المسارب، فتكون عادة نتيجة لعدم جودة الربط بين المسارب عند إنشاء الطريق ، عندما يكون للمياه دور في تكون الشقوق ، فيجب إنشاء نظام تصريف مياه جيد. ومن ثم يتم ملأ الشقوق بمستحلب أسفلت مخلوط بالرمل. ومن الممكن استخدام أنواع من الأسفلت أكثر كثافة أو خلطات أسفلتية أكثر كثافة لملأ الشقوق الأكثر اتساعا.

4.4 الشقوق الانعكاسية

تتكون الشقوق الانعكاسية في طبقات الرصف التي تُبنى فوق طبقات أسفلتية قديمة. وتكون هذه الشقوق أساساً في الطبقات القديمة ومن ثم تمتد إلى الطبقات الجديدة. وأكثر ما تكون هذه الشقوق في طبقات الرصف الأسفلتية التي يتم إنشائها فوق طبقات الرصف الإسمنتية أو فوق طبقات الأساس المعالجة بالإسمنت.

تتكون الشقوق الانعكاسية نتيجة للحركة الجانبية أو الحركة العمودية لطبقات الرصف السفلية نتيجة لحركة المرور ، أو تغير درجات الحرارة ، أو تحرك طبقات الأساس السفلية. إذا كان عرض الشق أقل من 3 مم فمن الممكن ملأ الشق بمستحلب أسفلت أو بأسفلت مسال ومن ثم تغطية الشق برش طبقة رملية رقيقة فوقه. أما إذا كان عرض الشق أكثر من 3 مم فيمكن ملأه بالأسفلت المحسن أو بخليط من مستحلب الأسفلت والرمل أو خليط من الأسفلت المسال والرمل .

4.5 الشقوق الانكماشية

تتكون الشقوق الانكماشية من عدد من الشقوق المتصلة ببعضها مكونة قطعاً كبيرة وعادة ما تكون ذات زوايا حادة صورة (5). و يكون عادة من الصعب معرفة إذا كان سبب الشقوق الانكماشية هو التغير في حجم الخلطة الأسفلتية ، أو طبقة الأساس أو طبقة الأرض الأساسية. وغالباً ما يكون السبب هو التغيير في حجم الخلطة الأسفلتية ذات الحصمة الناعمة والتي تحتوي على أسفلت عالي اللزوجة. ومما هو جدير بالذكر ، أن قلة المرور على الطريق يؤدي إلى الإسراع في تكون هذه الشقوق. يجب ملأ شقوق الانكماش بخليط مستحلب الأسفلت والرمل ومن ثم وضع طبقة مستحلب أسفلت على السطح كاملاً أو وضع طبقة أسفلتية مع استخدام الأنسجة الصناعية.

4.6 شقوق الزحف

تأخذ شقوق الزحف شكل الهلال وتحدث نتيجة لقوى سطحية من جراء القوى الناتجة عن مرور المركبات. وتكون نتيجة ضعف الرابطة بين طبقة السطح الأسفلتية والطبقات السفلى ويكون هذا الضعف نتيجة وجود غبار ، أو أوساخ ، أو زيوت، أو لعدم وجود طبقة اللصق الأسفلتي بين طبقة السطح الأسفلتية والطبقات السفلى .إن الطريقة المثالية الوحيدة لإصلاح تشققات الزحف هو إزالة طبقة السطح التي تحيط بالشقوق إلى عمق يكون فيه الدك بين الطبقات جيداً. ومن ثم ترقيع المنطقة بخليط أسفلتي ساخن.

5. تجميع البيانات للمنطقة تحت الدراسة

تم عمل جولة ميدانية لمجموعة من الطرق الإسفلتية في منطقة فزان وهي 1- طريق سبها براك 2- طريق سبها تر اغن 3- طريق تراغن أم الأرانب 4- طريق سبها بنت بية وتم تصوير الانهيارات والشقوق لهذه الطرق وتصنيفها كالتالي:

صورة (1) انهيارات شقوق الكلل (جلد التمساح) (Alligator) والفواصل الطولية طريق سبها براك

صورة (2) انهيارات شقوق الكلل و الفواصل طولية طريق سبها –براك

صورة (3) انهيارات الكلل شقوق جلد التمساح (Alligator) مدخل طريق براك

صورة (4) انهيارات حفر Holes مدخل طريق – براك

صورة (5) انهيارات الشقوق الانكماشية مدخل طريق براك

صورة (6) انهيارات حفر Holes في كتف مدخل طريق براك

6. نظام إدارة صيانة الطرق

التقييم الموضوعي لشبكة الطرق هو شرط أساسي لبرنامج صيانة رصفات ذا مردود اقتصادي. يلزم تقييم خصائص الرصفة التي تدل على حاجة الرصفة لصيانة بشكل دوري. هذه الخصائص تتضمن مسح العيوب و نعومة القيادة و مقاومة الانزلاق والقدرة الإنشائية. تجمع بيانات العيوب بالفحص البصري بينما تجمع البيانات الأخرى بمساعدة الأجهزة المناسبة. و لكون كميات كبيرة من البيانات تجمع في مرحلة التقييم فان المعالجة اليدوية لهذه للبيانات تكون بطيئة ومملة. ونتيجة للتقدم في تقنية الحاسبات الآلية فقد أصبحت معالجة مثل هذه البيانات بالحاسبات أسرع وأسهل كثيراً.

تتبع كل إدارة طرق برنامجا محددا لكي تحفظ رصفاتها في حالة مريحة وآمنة . ولأن تدهور الرصفة بأسباب المرور وعوامل البيئة لا يمكن أن تمنع فان برنامج الفحص و الصيانة المناسب و المنظم و الفعال يمكن أن يخفض هذا التدهور إلى ادني المستويات. إذا لم يطبق هذا البرنامج بشكل فعال فان الرصفة ستكون عرضة للتدهور وتنتهي إلى الفشل. وعلى أية حال، فيمكن لنظام بسيط أن يوفر كميات ضخمة من أموال الصيانة. وقد تم بهذا الخصوص تطوير أنظمة عديدة لإدارة صيانة الرصف من أشهرها نظام بيفر " PAVER " لتقييم الطرق و الذي طوره سلاح المهندسين الأمريكي [2] و تبنته العديد من الوكالات حول العالم [3] . قد تبنيت هذه الطريقة أيضا من قبل الجمعية الأمريكية للاختبار و المواد [4]

في نظام "بيفر" يجرى مسح بصري لسطح الطريق لتقييم أنواع العيوب وشدتها وكثافتها كما هو مبين في الجدول (1) والتي تستخدم لتحديد حاله الرصف [2] . إن حاجات وأولويات الصيانة والتصليح يتعلقان بمؤشر حالة الرصفة (دليل حالة الرصف) إلى حد كبير لأن دليل حالة الرصف يحسب بناء على العيوب الموجودة على الطريق و الذي هو العنصر الأساسي لتحديد متطلبات الصيانة للرصفة. يعرض الجدول (2) أنواع الصيانة والإصلاح لرصفات الأسفلت والتي تستعمل على نحو واسع في صيانة الطرق [5] . و قد تم تقسيم أنواع الصيانة إلى 12 نوع . كما يظهر الجدول (3) مصفوفة الصيانة للرصفات المرنة حيث تتغير الصيانة حسب نوع العيب و مستوى شدته و كثافته.

جدول(1) دليل سريع لعيوب طرق الأسفلت

الرقم	نوع العيب	درجة الشدة		
		منخفض	وسط	عالي
1	شقوق الكلل	دقيقة بدون شظايا	نمط واضح مع بعض الشظايا	قطع محددة بشكل واضح و يمكن نزع بعضها
2	نزف الأسفلت	يرى بعض أيام السنة	يلتصق بالحذاء	يلتصق بالحذاء و يدوم أسابيع
3	الشقوق الانكماشية	< 10مم غير معبأة أو معبأة بأي عرض	11-76مم غير معبأة أو معبأة أو غير معبأة مع شقوق عشوائية	> 76مم غير معبأة أو أي شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة أو عالية الشدة
4	النتوءات و الهبوطات	جودة قيادة بشدة منخفضة	جودة قيادة بشدة متوسطة	جودة قيادة بشدة عالية
5	التموج	جودة قيادة بشدة منخفضة ؛ < 20 مم في العمق.	جودة قيادة بشدة متوسطة ؛ < 20مم في العمق.	جودة قيادة بشدة عالية ؛ < 20 مم في العمق.
6	المنخفظات	عمق 13-25مم	عمق 25-51مم	عمق >51مم
7	شقوق جانبية	شقوق منخفضة إلى متوسطة الشدة بدون تطاير الحصمة	شقوق متوسطة الشدة مع بعض التكسر و تطاير الحصمة	تكسر و تطاير للحصمة معتبر على طول جانب الطريق
8	شقوق انعكاسية	<10مم غير معبأة أو معبأة بأي عرض	شقوق10-76مم غير معبأة أو معبأة \ غير معبأة مع شقوق عشوائية	>76مم غير معبأة أو أي شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة إلى عالية الشدة
9	هبوط الكتف	25-51مم فرق في الارتفاع	51-102مم فرق في الارتفاع	>102مم فرق في الارتفاع
10	شقوق طولية وعرضية	<10مم غير معبأة أو معبأة بأي عرض	شقوق10-76مم غير معبأة أو معبأة \ غير معبأة مع شقوق عشوائية	>76مم غير معبأة أو أي شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة إلى عالية الشدة
11	تَرقيع و رقع قطوع الخدمات*	رقعة جيدة مع جودة قيادة بشدة منخفضة	متحللة بشكل بسيط مع جودة قيادة بشدة متوسطة	متحللة بشكل سيئ مع جودة قيادة بشدة عالية
12	صقل الحصمة	لا توجد درجات للشدة		

13	الحفر	معدل القطر ، مم العمق الأقصى / 203-102 / 203-457 / >457 13-25 مم / منخفض / منخفض / وسط 26-51 مم / منخفض / وسط / عالي 51 < مم / وسط / وسط / عالي		
14	تقاطع سكة حديد	جودة قيادة بشدة منخفضة	جودة قيادة بشدة متوسطة	جودة قيادة بشدة عالية
15	التخدّد	عمق 6-13مم	عمق 14-25مم	عمق >25مم
16	الزحف	جودة قيادة بشدة منخفضة	جودة قيادة بشدة متوسطة	جودة قيادة بشدة عالية
17	شقوق الانزلاق	عرض < 10مم	عرض 11-38مم	عرض > 38مم
18	الانتفاخ	جودة قيادة بشدة منخفضة	جودة قيادة بشدة متوسطة	جودة قيادة بشدة عالية
19	التعري و تطاير الحصمة	الحصمة أو رباط الأسفلت قد بدأ يتعرى (يتفكك)	الحصمة أو رباط الأسفلت قد تعرى (تفكك)	الحصمة أو رباط الأسفلت قد تعرى (تفكك) بشكل كبير

جدول (2) أنواع الصيانة الرئيسية و الثانوية لمعالجة الرصفات الأسفلتية.

نوعِ الصيانة	الوصف
1	عمَل لاشيء
2	فرد رمل حار و دكه
3	ختم ضبابِ / عزل أسفلتي
4	تعبئة شقوق
5	ترقيع سطحي/تسوية سطحية
6	تَرقيع عميق
7	تعبئة الأكتاف
8	ملاط أسفلتي
9	قشط و إعادة رصف
10	تصليح القاعدة وإعادة الرصف/إعادة الإنشاء
11	طبقة أسفلت رقيقة

12	طبقة أسفلت سميكة

جدول (3) الصيانة الرئيسية و الثانوية المقترحة لمعالجة العيوب في الرصفة الأسفلتية.

العيب	مستوى الشدة	مستوى الكثافة			العيب	مستوى الشدة	مستوى الكثافة		
		10>	10 –50	50 <			10>	10 –50	50 <
شقوق الكلل	منخفض	1	4	4	تَرقيع و رقع قطوع الخدمات*	منخفض	1	1	1
	وسط	6	6	9		وسط	4	4	4
	عالي	6	6	9		عالي	6	6	6
نزف الأسفلت	منخفض	1	1	1	صقل الحصمة	منخفض			
	وسط	1	2	2		وسط			
	عالي	1	2	9		عالي	1	1	8
الشقوق الانكماشية	منخفض	1	4	8		منخفض	5	5	5
	وسط	4	4	4 و 8		وسط	6	6	6
	عالي	4 و 8	4 و 8	4 و 8	الحفر	عالي	6	6	6
النتوّات و الهبوطات	منخفض	1	1	1	تقاطع سكة حديد	منخفض	1	1	6
	وسط	6	6	6		وسط	5	5	6
	عالي	6	6	6		عالي	5	5	6
	منخفض	1	1	1		منخفض	1	5	5
	وسط	6	6	10		وسط	5	5	6

التموج	عالي	6	6	10	التخدّد	عالي	6	6	6
المنخفظات	منخفض	1	1	1	الزحف	منخفض	6	6	6
	وسط	5	5	10		وسط	6	6	6
	عالي	6	6	10		عالي	6	6	6
شقوق جانبية	منخفض	1	4	4	شقوق الانزلاق	منخفض	4	4	4
	وسط	4	4	4		وسط	5	5	5
	عالي	6	6	6		عالي	5	5	5
شقوق انعكاسية	منخفض	1	4	4	الانتفاخ	منخفض	1	1	1
	وسط	4	4	4		وسط	6	6	6
	عالي	5	5	5		عالي	6	6	6
هبوط الكتف	منخفض	1	7	7	التعري و تطاير الحصمة	منخفض	1	1	1
	وسط	7	7	7		وسط	1	8	8
	عالي	7	7	7		عالي	8	8	11
شقوق طولية وعرضية	منخفض	4	4	4					
	وسط	4	4	4					
	عالي	4	5	5					

7. النتـائج والتوصيـات

1- أن معدل تدهور حالة الرصف لمعظم مقاطع الطرق كبير ، كما أن ما يقارب 85% من المقاطع هي في حالة انهيار وتحتاج إلي إزالة وإعادة إنشاء كما هو الحال في طريق سبها – براك وطريق تراغن أم الأرانب.

2- وجد أن الطرق الشريانية والسريعة لها أعلى معدل تدهور بالمقارنة مع الفئات الأخرى وذلك بسبب اختلاف مستوى الأحمال المرورية وطبيعة التحميل المروري إضافة إلى ارتفاع نسبة الشاحنات المستعملة لها .

3- أظهرت الدراسة بان الأحمال المرورية كانت العامل الأساس وراء وجود بعض المقاطع في حالة ضعيفة في حين كان العامل البيئي اقلها تأثيراً .

4- إعادة النظر في طريقة تصميم الرصف للطرق المحلية الواقعة في المناطق الصناعية والتجارية بما يتناسب مع طبيعة الأحمال ونوع المركبات المستخدمة لها .

5- بما أن الدراسة خلصت بأن الأحمال المرورية هي السبب الأساسي في تدهور حالة الرصف في العديد من مقاطع الطرق ذات الحالة السيئة فأن الأمر يستدعي حساب هذه الأحمال بدقة عالية أثناء تقييم وتصميم طبقات الرصف كما نوصي بوضع موازين علي الطريق لمراقبة الأحمال المرورية علي الطريق.

6- إجراء المزيد من البحوث بهدف الدقة في التنبؤ بحالة الطرق المستقبلية ويتحقق ذلك بدراسة تأثير عوامل أخرى على أداء شبكة الطرق مثل الشاحنات الثقيلة والقدرة الإنشائية لطبقات الرصف وخصائص المواد التي تستخدم في إنشاء هذه الطبقات .

المراجـع

[1] High Way Engineering, Third Edition, by Clarkson H. Oglesby . Arabic language Edition Copy right (1986) by John Wiely & Sons, Inc . All.

[2] USACERL (1981). Pavement maintenance management for roads and parking lots. Technical Report M-294. US Army, Construction Engineering Research Laboratory, Illinois, USA.

[3] FAA (1982). Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavement. Advisory Circular AC: 1505380-6. Federal Aviation Administration . US Department of Transportation, Washington DC. USA.

الحجارة واستعمالاتها في البناء

د.إبراهيم محمد الحاج الفقهي
أستاذ مشارك بجامعة 7 أكتوبر
كلية الهندسة – قسم الهندسة المدنية بني وليد
DrEngIMI@yahoo.com

الملخص :

تعتبر الحجارة أحد أنواع مواد البناء الرئيسة نظراً لكثرة استخدامها في المشاريع الهندسة المختلفة حيث يستعمل الحجر الجيري في صناعة الإسمنت وكذلك تستعمل في صناعة الجبس وفي إنتاج الركام الحجري وفي رصف الطرق وفي مجال التكسية الحجرية وتكسية الحوائط ومن الحجارة ينتج الرخام والمرمر الذي يستعمل بكثرة في الوقت الحاضر في الأعمال المعمارية والجمالية وكذلك

كوحدات بنائية أساسية مثل تنفيذ الحوائط الحاملة وفي صناعة مواد البناء مثل البلاط وغيرها. والحجارة تلائم أغلب الظروف المناخية وخاصة في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية وتم استخدامها منذ أقدم العصور وإلى الوقت الحاضر وسوف يتم التطرق لأنواع الحجارة وطرق البناء ومواصفاتها وخواصها في هذه الورقة.

المقدمـــة:

يقصد بأعمال الحجارة هو استعمالها في البناء كوحدات بنائية، تستخدم في أعمال الجدران والأساسات وغير ذلك من الاستعمالات الهندسية وأساليبها لتنفيذ العمل بصورة جيدة وذلك وفق التصاميم المطلوبة والمرغوبة [1]. وبالرغم من أن البناء بالحجارة هو من أساليب البناء القديمة جداً وتشهد على ذلك الآثار الباقية كما في الصورة رقم (1) إلا إن العصر الحاضر يشهد انحساراً في استخدام الحجارة كوحدات بنائية إنشائية للأسباب التالية:

أ- محدودية انتشار الحجارة البنائية الصالحة.

ب- الصعوبة في تهيئة الحجارة من الناحية الهندسية وارتفاع التكلفة المالية لها.

ج- وجود البدائل المناسبة والأكثر اقتصادياً وأسهل إنتاجاً والأسرع في أعمال البناء والتشييد.

د- عدم ملاءمة بعض خواص الحجارة الهندسية كزيادة الكثافة وغيرها.

استخدامات الحجارة في البناء:

تنحصر استخدامات الحجارة حالياً في أعمال البناء بالحالات الآتية:

أ- كوحدات بنائية أساسية مثل تنفيذ الحوائط الحاملة والجدران الساندة والقواطع وغيرها وذلك في المناطق التي تتوفر فيها الحجارة بكميات كبيرة وتكلفتها المالية قليلة (تكلفة التهيئة المناسبة وأكثر اقتصادياً).

ب- في أعمال التغليف والإكساء للجدران من الخارج أو الداخل وكذلك للأرضيات ويشمل استعمال الحجارة المعدة بسمك قليل وأشكال منتظمة كما في الإكساء بالحجارة الكلسية المعدة للواجهات أو التغليف بالمرمر أو الرخام.

ج- في تشييد بعض المباني التي يستوجب أن تكون مشيدة من الحجارة لأسباب معمارية أو تراثية كما في المتاحف أو الأبنية ذات الطابع الخاص.

استخدامات الحجارة كمواد بناء:

بالرغم من انحسار استخدام الحجارة كوحدات بنائية إلا أن للحجارة أهمية خاصة في الصناعة الإنشائية مثل:

أ- في صناعة المواد الإنشائية فالصخور الكلية (الحجر الجيري) وتستعمل في صناعة الإسمنت المائي وكذلك الصخور الجبسية في صناعة الجبس بأنواعه.

ب- في الخرسانة كركام حجري.

ج- في صناعة البلاط كركام ملون.

د- في أعمال الردميات في مشاريع السكك الحديدية.

الحجارة البنائية:

تعتمد الحجارة التي تستخدم في أعمال البناء على أساس تكوينها الجيولوجي وذلك عن طريق تصنيف الصخور جيولوجياً والتي تصنف إلى ثلاث أصناف وهي[1]:

أ- الصخور النارية: وهي الصخور الناتجة عن تصلب الحمم البركانية السائلة والمندفعة من باطن الأرض.

ب- الصخور الرسوبية: وهي الصخور التي تكونت وتصلدت نتيجة انتقال المواد الناعمة وترسبها بشكل طبقات بفعل الماء أو الهواء ومن أهم أنواع الصخور الكلسية أو الصخور الرملية.

ج- الصخور المتحولة: وهي الصخور التي تكونت من أصل ناري أو رسوبي ثم تحولت نتيجة تعرضها إلى ضغط عال أو حرارة مرتفعة ومن أهم الأنواع المستعلمة في البناء الرخام الاردواز.

الخواص الهندسية للحجارة:

تعتبر الخواص الهندسية للحجارة من أهم العوامل التي تحدد استعمال الحجارة البنائية ومن الخواص الهندسية الأساسية للحجارة هي:

أ- التركيب العام للحجارة تكون إما حبيبية التركيب أو طبقية التركيب أو رقائقية.

ب- الدوام: يعتمد دوام الحجارة على تركيبها العام وعلى تكوينها الكيميائي وكذلك على موقعها في البناء.

ج- نعومة الحبيبيات: تتناسب نعومة الحبيبات تناسباً طردياً مع سهولة التشكيل والصلاحية للاستعمال في الأعمال الفنية التي تتطلب نحت الحجارة.

د- المسامية والامتصاص: تؤثر المسامية والامتصاص على نوعية البناء.

هـ- التحمل: لا يعتبر تحمل الضغط في الحجارة من الأمور المهمة كثيراً عند استعمالاتها في البناء لأن تحمل الضغط في أنواع الحجارة البنائية يتراوح بين (15 Mpa – 100) بينما الإجهاد المسلطة على الحجارة في أغلب الأبنية لا يزيد عن (1.0 Mpa) تقريباً.

و- الصلادة: تعتبر من الخواص المهمة عند تعرض الحجارة إلى تأثير الاحتكاك.

ز- الكثافة: وتسمى الوزن أحياناً ولا تكون من الخواص المهمة عند استعمال الحجارة في الأبنية إلا أن أهميتها تكون في المنشآت البحرية والسدود والجدران الساندة.

ح- المظهر: هذه الخاصية مهمة من الناحية المعمارية للحصول على لون ونسجة سطح معينة حسب التصميم المعماري.

أنواع الحجارة والشائعة الاستعمال:

يمكن تقسيم الحجارة من الناحية العملية إلى أربعة أنواع رئيسية وهي:

أ- الكرانيت وأنواع الحجارة النارية: وهي من الصخور النارية المتبلورة وتتكون من الكوارتز والفيلسبار وتستعمل في الأعمال الهامة فقط وذلك لتكلفتها العالية.

ب- الحجارة الرملية: وتتكون من الرمل أو الكوارتز المتماسك بواسطة مواد إسمنتية مثل الجير والمغنيا والألومينا أو اكسيد الحديد.

ج- الحجارة الكلسية: يعتبر الحجر الجيري من الصخور الرسوبية الحاوية بصورة أساسية على كربونات الكالسيوم مع نسبة ضئيلة من مواد رملية وأكسيد الحديد وتعتبر جيدة للبناء لأنها سهلة القطع والتشكيل.

د- الاردواز: وهو حجارة متحولة وتتكون أساساً من السليكا والألومينا ولها استعمالات عديدة في إكساء الأرضيات والمرافق الصحية وغيرها.

البناء بالحجارة وطرق إعدادها:

تستخرج الحجارة من المقطع بطرق خاصة ثم تقطع أو تعدل أو تجفف حيث عملية التجفيف ضرورية لأن الحجارة حال استخراجها من المقالع تحتوي في الغالب على رطوبة معينة تجعلها سهلة القطع والإعداد إلا أنه ليس من الصحيح البناء بالحجارة بهذه الدرجة من الرطوبة لأنها تسبب تحلل الحجارة مستقبلاً وتتم عملية التجفيف بترك الحجارة وهي مغطاة من الأعلى ولكن معرضة للهواء لفترة تتراوح بين 6 – 12 شهراً لتصبح بعدها صالحة للبناء والغرض من عملية التجفيف مساعدة الأملاح القابلة للذوبان على الحركة والتبلور على السطوح الخارجية للحجارة . لذا يفضل إعداد الحجارة أي تحويلها إلى القطع البنائية بعد عملية التجفيف.[2]

إعداد الحجارة للبناء:

ويقصد به تحضير الحجارة وقصها ونحت الوجه أو صقله وضبط الحواف حسب نوع البناء ويكون الإعداد بأشكال متعددة منها:

أ- المتروك: ويعني الحجارة المستعملة بحالتها الطبيعية شرط أن يكون مقاسها ملائماً من دون تعديل ويكون الوجه خشناً والشكل غير منتظم.

ب- المعدل: ويعني قص الزوايا البارزة غير المنتظمة بالفأس وجعل قطع الحجارة ذات أبعاد شبه منتظمة وقد يعالج وجه الحجارة بالمنقار لاعطاءها مظهر منتظم وخشن ويسمى في هذه الحالة المنقور.

ج- المنشور: ويقصد بها تعديل الحجارة ثم قصها بالمنشار بحيث يكون وجه الحجارة مستوٍ مع وجود أثر المنشار بشكل خطوط متوازية أو مائلة.

د- الممشط: ويكون الإنهاء بمشط حديدي خاص يترك أثره على الوجه وتستعمل الحجارة غير الصلدة في هذا الإنهاء.

هـ- المصقول بالفأس: ويكون الإنهاء بصقل الوجه تماماً بالفأس أولاً ثم باليد وقد حلت المعدات الآلية الخاصة للصقل وحل العمل اليدوي في الوقت الحاضر . إن الحجارة الصلدة القابلة للصقل مثل الرخام والجرانيت هي الشائعة لهذا النوع من الإنهاء.

أشكال البناء بالحجارة:

تبنى الحجارة إمام بناءً منتظماً صقيلاً أو اعتيادياً ولكل من الحالتين أشكال متعددة:

أ- بناء منتظم بالحجارة المستوية: هو نوع البناء الذي تستعمل فيه الحجارة بإعداد مستوى وتكون القطع قائمة الزوايا

ومنتظمة جداً وكذلك المفاصل البنائية، ويستعمل هذا النوع من البناء في الأبنية ذات الطابع الخاصة وتكون تكلفة البناء مرتفعة ويكون البناء إما جدران مصمتة أو مجوفة أو بشكل إكساء.

ب- بناء جدران مصمتة: وهو الطراز التقليدي لهذا البناء حيث تؤخذ الحجارة بإعداد مستوى ذات سمك قليل في وجه الجدار لإعطاء لمظهر المطلوب.

ج- بناء جدران مجوفة: وتستعمل الحجارة المعدة المستوية ذات السمك المنتظم أو الحجارة المصبوبة في بناء الورقة الخارجية للجدار المجوف.

إكساء الجدران:

يعتبر هذا النوع في الوقت الحاضر من أنواع البناء الأكثر شيوعاً حيث يستعمل الرخام أو بقية أنواع الحجارة في إكساء الجدران المبنية.

1- الإكساء بالرخام والمرمر: بما أن الرخام مادة بنائية ثمينة لذا يفضل استعمالها في المباني ذات النوعية العالية حيث يتطلب توفر نواحي الجمال والمقاومة العالية . ويستعمل المرمر في المحلات المحافظة من العوامل الجوية وحسب النوع واللون المحدد وتستعمل ألواح الرخام التي تكون صقيلة تماماً ومقطعة بصورة هندسية منتظمة وبسمك يتراوح ما بين (30 – 40) مم.

2- الإكساء بالحجارة البنائية: وهو أقل تكلفة من الإكساء بالرخام ويستعمل في الوقت الحاضر بكثرة والحجارة التي تستخدم في هذا النوع يكون قطعها بشكل مستوٍ في الغالب وبسمك يتراوح ما بين (50–120) مم.

مقاومة الأحمال واتجاه الطبقات:

- تكون الصخور الطبقية التركيب أضعف تحملاً باتجاه الطبقات لذا يجب وضع الحجارة في البناء بحيث تكون قوى الضغط عمودية على اتجاه الطبقات.

- **وتبنى** الحجارة **بحيث تقاوم الأحمال المسلطة عليها وفق القواعد التالية:**

أ- تكون الاجهادات المسلطة على الحجارة اجهادات ضغط.

ب- في حالة وجود أحمال جانبية أو أحمال عمودية مسلطة على الجدار بوضع لا تمركزي فيجب أن تكون محصلة جميع القوى المؤثرة على البناء واقعة ضمن الثلث الأوسط لأي مقطع عرضي في الجدار [1].

الاختبارات والمواصفات للحجارة:

تجرى الاختبارات اللازمة للحجارة في حالة عدم معرفة خواصها بدرجة كافية أو في حالة استخدام الصخور في ظروف خدمة أو عوامل جوية قاسية.[3]

حيث الاختبارات الأساسية التي تم تحديدها قبل استعمال الحجارة هي:

أ- الانثناء (معاير الكسر).

ب- اختبار مقاومة الضغط.

ج- اختبار الكثافة.

د- اختبار الانجماد والذوبان.

هـ- اختبار التبلور.

و- اختبار المسامية ومعامل الإشباع والتآكل بالاحتكاك.

المواصفات:

تستخدم المواصفات الأمريكية مثل بقية مواد البناء الأخرى وهي[3]:

أ- **ASTM C543** مواصفات حجر الاردواز.

ب- **ASTM C568** مواصفات حجر الاردواز.

ج- **ASTM C615** مواصفات حجر الاردواز.

د- **ASTM C616** مواصفات حجر الاردواز.

الخلاصـة والاستنتاجات

1) يوصى باستخدام الحجارة في أعمال التكسية والرصف وخاصة في المدن الأثرية للمحافظة عليها.

2) انتشار الصخور وبكميات كبيرة في الجماهيرية العظمى الأمر الذي يتطلب المسح الجيولوجي الهندسي الكامل للاستفادة من هذه المواد الطبيعية لكثرة استخدامها في صناعة الإسمنت والجبس والركام الحجري.

3) قدرة الحجارة على الديمومة وتحملها لإجهادات عالية ومقاومتها للاحتكاك الناتج عن المرور والحركة.

4) تعتبر الحجارة من المواد ذات الكثافة العالية والوزن المناسب فيما يجعلها عنصر رئيسي في استقرار المنشأ وكذلك

كما في أنواع الجدران الساندة والسدود التعويقية.

صورة رقم (1) حوائط من مباني قديمة بالحجارة والمادة الرابطة تتكون من الطين والماء

صورة رقم (2) حوائط من مباني قديمة بالحجارة والمادة الرابطة تتكون من الطين والماء

صورة رقم (3) حوائط من مباني حديثة بالحجارة والمادة الرابطة تتكون من الإسمنت والماء

صورة رقم (4) حوائط من مباني حديثة بالحجارة والمادة الرابطة تتكون من الإسمنت والماء

صورة رقم (5) أحد أنواع الحجارة المستخدمة في البناء قبل صقلها وتتكون من الصخور النارية

المراجـــع :

[1] ارتين ليفون ، زهير ساكو . (إنشاء المباني) . الطبعة الأولى . 1983.

[2] أ.م. نيفل . (خواص الخرسانة) . الطبعة الثالثة . 1981.

[3] المواصفات الأمريكية لاختبار مواد البناء **(ASTM)**.

المعالجة البيئية لمشكلة زحف رمال زلاف على الطريق العام براك – سبها

آمنة خير صابر[1] محمد عبد السلام الفيتوري[2] عبد السلام محمد المثناني[1] محمد علي السعيدي[1]
1. كلية العلوم الهندسية والتقنية– جامعة سبها 2. كلية العلوم– جامعة سبها

الملخـص :

استهدفت هذه الدراسة اقتراح احد المعالجات البيئية للحد من مشكلة زحف الرمال بمنطقة زلاف على الطريق العام براك الشاطيء – سبها ، وذلك من خلال اقتراح حزام واقي يتم فيه إعادة استخدام مياه الصرف بمنطقتي براك وسبها والحمأة المصاحبة لها في تنمية واستزراع أنواع أشجار الاكاسيا (الطلح – العراد – القرض) ونبات الأثل والتي يلائم نموها الظروف البيئية والمناخية السائدة بالمنطقة ، بالإضافة إلى إمكانية استزراع فسائل أشجار النخيل في مرحلة متأخرة . وقد أظهرت

نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي والزراعي بمنطقة براك–اشكدة الشاطيء وكذلك المياه المعالجة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة سبها مدى ملائمة تلك المياه في تنمية أنواع من أشجار الاكاسيا والأثل والنخيل . كما أظهرت النتائج كفاءة عالية في عملية أنبات بذور الاكاسيا تحت الظروف البيئية المحلية بالإضافة إلى فعالية شتلات نبات الاكاسيا في مقاومة مستويات معنوية تحث ظروف الإجهاد البيئي كالملوحة والجفاف . كما تعرضت الورقة إلى نموذج مقترح لتصميم أحزمة واقية حول الطريق العام براك سبها ، وذلك من خلال نموذج يتناول ارتفاع الأشجار المزمع زراعتها والمقطع العرضي للحزام الواقي (المربع أو المستطيل) ، بالإضافة إلى حسابات اتجاه المصدات ونفاذيته .كما عرضت الورقة عدد الصفوف والمسافات فيما بينها وكذلك إلى أنواع الأشجار والمسافات الفاصلة بينها في شكل نموذج يمثل أحد البدائل لحل مشكلة زحف الرمال بالمنطقة .

كلمات الكشاف : زحف الرمال – الاكاسيا – الأثل – النخيل – الأحزمة الواقية – مصدات الرياح – المناطق الجافة وشبه الجافة– سبها – ليبيا.

المقدمــة :

يوجد الجزء الأكبر من الكثبان الرملية في العالم في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث تمتاز هذه المناطق بطول مدة الجفاف وندرة الأمطار أو انعدامها وارتفاع درجات الحرارة صيفا وشدة الرياح و استمراريتها على مدار السنة . وتقدر مساحة تلك المناطق بحوالي 47.7 مليون كم^2 منها 22.4 مليون كم^2 تقع في المناطق الجافة وحوالي 6.64 مليون كم^2 بالمناطق شديدة الجفاف والباقي في مناطق شبه جافة. ويتحكم المناخ في التغيرات النوعية للغطاء النباتي ويسبب في هجرة الكثبان الرملية من مكان إلي آخر، إضافة إلى الدور الأساسي الذي يلعبه في عمليات تكون التربة، لذا فان تحليل عناصر المناخ السائدة في المنطقة يعتبر ذو أهمية كبيرة عند دراسة مشكلة حركة الكثبان الرملية. وقد أظهرت العديد من الدراسات أن المنطقة الجنوبية من الجماهيرية تمتاز بمدى واسع في التغييرات المناخية صيفاً وشتاءً (عليا ودنيا : 39 – 6.5 ^{o}م) بمتوسط سنوي يصل إلى 15 ^{o}م . أما الأمطار شحيحة جدا وغير منتظمة على مدار العام ، وقد بلغ المعدل السنوي الإجمالي (8.5 ملم) وفي أغلب الأشهر لم تتجاوز كميتها (1 ملم) . ويقل المتوسط الشهري للرطوبة النسبية عن 29% خلال شهور الخريف والصيف وربما أوائل الربيع (دنيا وعليا : 6 – 67%) ، ويتجاوز معدل البخر 21 ملم ، ويبلغ متوسط سرعة الرياح السنوية في المنطقة حوالي (9.7) عقدة/ساعة ، إلا أن سرعة الرياح تختلف باختلاف أشهر السنة

نظرا لتغير الضغط الجوى (عليا ودنيا: 28.8 – صفر كم/ساعة) ، فقد تصل سرعة الرياح في بعض أيام الشتاء والربيع والخريف إلى أكثر من (30) عقدة/الساعة مما يسبب في إثارة العواصف الترابية الشديدة وانعدام الرؤية على الطرق ، وتبعاً لذلك فأنها تصنف ضمن مجال سرعة الرياح القوية (6 عقدة) . وقد بينت الدراسات إن 18% من الرياح تهب في الاتجاه الغربي ، بينما كان اتجاه الرياح السائد في هذه المناطق هو اتجاه الجنوب الشرقي. أما بالنسبة لرياح القبلي فهي من اخطر أنواع الرياح التي تهب على المنطقة خلال فصل الربيع وأوائل فصل الصيف والخريف . [3 ، 2 ، 1] . وتنتج الكثبان الرملية عن التعرية التي تسببها الرياح والمتكونة في كثير من الأراضي الجافة عندما تهب الرياح بانتظام على المناطق التي لا يكسوها غطاء نباتي كاف حيث تزحف في الاتجاه السائد للرياح بسرعة تقارب 10 أمتار في السنة. وتقوم حبيبات الرمال بالانتقال عند هبوب الرياح وذلك حسب حجمها ، حيث يتراوح قطر الجسيمات القابلة للقفز ما بين 0.5 – 1.1 ملم وعدد الجسيمات التي ترتفع لأكثر من متر ضئيلة للغاية ، كما أن 90% منها تقفز إلى ارتفاع يقل عن 30 سم ، أما قيمة الذروة الأفقية فتتراوح بين 0.5 – 1.0 م .وتقدر المساحة المتدهورة بفعل الرياح في ليبيا بحوالي 859.6 ألف هكتار ، منها 141 ألف هكتار تصنف من النوع ذو الانجراف الحاد [4]. ويمكن التحكم في حركة الرمال وحماية المنشآت من خلال التثبيت البيولوجي ، وذلك بإنشاء المجموعات الشجرية التي تروى بمياه الصرف الصحي حيث يمثل استخدام مياه الصرف الصحي لإنتاج المحاصيل الزراعية والأشجار أسلوباً له أهمية في العديد من البلدان الجافة . ويمكن تثبيت التلال المتكونة بصورة نهائية عن طريق زراعة نبات دائم الخضرة ، مع مراعاة اختيار الفصائل النباتية الأكثر تأقلماً حيث استخدم في ليبيا عدة أنواع من جنس الكافور والاكاسيا لتثبيت الكثبان الرملية. وقد أظهرت تجارب عديدة أن الري بواسطة مياه الصرف الصحي يزيد من نمو الأشجار . حيث ذكرت بعض الدراسات أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة تزيد من إنتاجية المحصول بمعدل 10 إلى 30% . كما تستخدم الحمأة كسماد عضوي طبيعي . [7 ، 6 ، 5] . وبالرغم من تضارب آراء الباحثين في تأثير استخدام تلك المياه فقد أظهرت العديد من الدراسات نتائج ايجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة [10 ، 9 ، 8] بينما أشارت دراسات أخرى إلى أثارها السلبية [13 ، 12 ، 11]. ومن أهم المشاكل التي تعيق الزراعة في الدول النامية هو نقص مصادر المياه المتجددة بحيث تتناسب مع الزيادة المتسارعة في نمو السكان ، وندرة سقوط المطر في المناطق الجافة وشبة الجافة إلا في بعض الأوقات المتباعدة من السنة . حيث برز خلال العقود القليلة الماضية اهتمام متزايد باستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة عالميا ، وذلك بسبب قلة المياه الصالحة للري زيادة الطلب على المياه الصالحة للزراعة. حيث استعملت في المغرب على مدى واسع ، وفي فلسطين المحتلة

تستخدم 67% من الماء المستخدم في الاحتياجات الزراعية وفي الهند 25% وفي جنوب إفريقيا 24%. بينما تعتبر سوريا من الدول التي استعملت مياه الصرف الصحي مباشرة في الري بدون خلطها بمياه أخرى نقية أو معالجة. [6،7،19]. وتؤكد الدراسات أن مصادر المياه في ليبيا والمتمثلة في الأمطار والمياه الجوفية ومياه العيون غير كافية من حيث الكمية وفي أحيان كثيرة غير مناسبة من حيث الجودة **[20]**؛ ولهذا لابد من البحث عن مصادر إضافية جديدة أو بديلة لمياه الري ، وقد جربت تجارب كثيرة في هذا الاتجاه ومن أمثلتها مشروع القوارشة الزراعي (بنغازي) الذي أنشئ عام 1972 حيث اعتمد على مياه الصرف الصحي المعاملة لري المحاصيل الزراعية. وبالتالي يعد استخدام هذه المياه من أكثر العوامل المحددة للزيادة في الإنتاج الزراعي وخاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة وبالرغم من تضارب آراء الباحثين في تأثير استخدام تلك المياه فقد أظهرت العديد من الدراسات نتائج ايجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة **[8،9،10]** بينما أشارت دراسات أخرى إلى أثارها السلبية **[10،11،13]**. وتتميز بذور النباتات الصحراوية بالكمون نتيجة لصلابة قشرتها **[14]** ، وقد أجريت العديد من البحوث والدراسات استهدفت اختراق صلابة البذور وبالتالي تسريع عملية الإنبات **[15]**. أقدم تلك الدراسات ذكرت أن أفضل وأسرع السبل هو تليين قشرة البذور الصلبة . كذلك المعاملة البذور بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) الذي أعطى نتائج جيدة في زيادة نسبة إنبات بذور بعض أنواع النباتات **[16]**. كما وجد إن التخديش بالأحماض أفضل الطرق لتسريع الإنبات في أنواع من أشجار الاكاسيا الاسترالية *Acacia bidwilli; A. farnesiana; A. fulva; A. fasciculifera & A. stenophylla* **[17]**. ومعظم هذه المعاملات تستخدم على نطاق واسع حول القارة الإفريقية

المواد والطرق :

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات الجغرافية 34 27 شمالا و 16 14 شرقا حيث تمر بها الطريق الرابط بين المناطق الساحلية والجنوبية. تمتد هذه الطريق مسافة 75 كم وهي تتجه من الشمال إلي الجنوب ، ويتعرض الطريق بالكامل إلي مخاطر زحف الرمال فيما عدا الجزء الواقع داخل الحزام الزراعي [3 ، 1].

المواد المستعملة:

أ. **التربة:** جمعت التربة من منطقة تنمو بها نباتات الاكاسيا المحاكاة ، وأجريت جميع القياسات المتبعة لمعرفة خصائص التربة الفيزيائية والميكانيكية جدول رقم (1) ، بالإضافة إلى خصائصها الكيميائية جدول رقم (2).

جدول (1) :الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للترب المدروسة :

الخصائص الفيزيائية						الخصائص الميكانيكية " النسجة"					أنواع التربة
Water Content	O.M %	C.E.C meq/100 mg	E.C mmohs/cm/25 C^o	pH	Clay %	Silt %	Fine Sand %	Coarse Sand %	Sand %		
0.06	0.13	1.90	0.93	8.7	7.7	1.3	78.4	21.6	91		Sandy Soil
0.190	0.22	4.78	0.67	7.9	11.2	2.8	81.5	18.5	86		Loamy Sand Soil

جدول (2): يبين خصائص التربة الكيميائية :

الايونات السالبة الذائبة			الايونات الموجبة الذائبة				أنواع التربة
SO_4	Cl	HCO_3	K	Na	Mg	Ca	
53	355	185	52	81	55	110	Loamy Sand
34	06	303	20	114	62	43	Sandy Soil

ب. مياه الصرف الصحي المعالجة:

استخدمت في تجارب الري مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه المجاري بمدينة سبها واعتمادا على نتائج بحث نشر في نفس السنة ، ويبين الجدول رقم (3) الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه المعالجة نهائيا بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سبها ومياه الصرف الزراعي بمنطقة براك – اشكدة الشاطئ . [10].

جدول رقم (3): يبين الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه المعالجة نهائيا بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سبها ومياه الصرف الزراعي بمنطقة براك – اشكدة الشاطئ

المتغيرات المدروسة	الوحدة	محطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سبها					الصرف الزراعي بمنطقة الشاطئ	
		أين النار 1	النوار 2	الربيع 3	الطير 4	الماء 5	براك	اشكدة
الأس الهيدروجيني pH	–	7.19	7.24	7.45	7.67	7.78	–	–
الايصالية الكهربائية EC	*dS/m*	2.74	2.63	2.66	2.59	2.55	1	1
نسبة ادمصاص الصوديوم SAR	–	10.80	10.66	6.81	5.53	5.27	5.17	4.33
المواد الذائبة الكلية TDS	*mg/l*	1.87	1.76	1.71	1.68	1.57	0.64	0.64
البورون B	*mg/l*	0.65	0.53	0.48	0.47	0.42	0.31	0.29
النيتروجين N	*mg/l*	7.71	7.25	5.61	4.01	3.12	2.87	0.96
الفوسفور PO_4	*mg/l*	6.67	6.00	5.63	5.61	5.45	0.004	0.005
الصوديوم Na	*mg/l*	323.86	291.76	165.04	119.22	109.12	6.57	11.22
الكالسيوم Ca	*mg/l*	30.54	26.11	20.07	16.53	15.91	–	–
الماغنيسيوم Mg	*mg/l*	22.81	18.62	14.79	11.34	10.08	–	–
الكادميوم *Cd*	*mg/l*	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	–	–
الكروم *Cr*	*mg/l*	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	–	–
النيكل *Ni*	*mg/l*	7.49	7.24	7.05	6.67	6.78	–	–
الرصاص *Pb*	*mg/l*	2.74	2.63	2.66	2.59	2.55	–	–
الزنك *Zn*	*mg/l*	1.87	1.76	1.68	1.68	1.67	–	–
الاحتياج الحيوي للأكسجين	*mg/l*	6.22	6.17	6.13	6.03	5.90	–	–

BOD								

ج. جمع البذور : تم تجميع البذور على مراحل ومن مناطق مختلفة ، حيث جمعت بذور نبات العراد من موقع مركز البحوث الصحراوية بسبها ، وبذور نبات الطلح من موقع بالقرب من الكيلومتر 18 في طريق غدوة مرزق ، ومن منطقة تمسان بوادي الشاطئ جمعت بذور نباتات القرض .

د. أنواع أشجار الأكاسيا المستخدمة : تنمو أشجار الاكاسيا في الأراضي القاحلة وشبه الجافة . وهي ذات انتشار أوسع في أفريقيا واستراليا وبشكل ملحوظ ، حيث يتوزع منها حوالي 900 نوع في المناطق المدارية وتحت المدارية في هاتين القارتين ، وهي أشجار أو شجيرات ذات أغصان شوكية أو غير شوكية يصل ارتفاعها إلى 10 متر . وتصَنف نباتات الاكاسيا تحت العائلية الطلحية وجنس الاكاسيا [21] ، وقد استخدم في هذه الدراسة الأنواع الآتية :

الطلح :	*Acacia tortilis*
القرض :	*Acacia nilotica*
العراد :	*Acacia etbaica*

د. الطرفاء (الأثل):

أشجار **الأثل** تتحمل الجفاف وملوحة التربة كما تتحمل وتقاوم الرياح لذا يمكن استخدامها في إقامة مصدات الرياح في الأراضي المالحة والكلسية في المناطق الجافة والساحلية.

هـ. أشجار النخيل :

من أكثر الأشجار تكيفاً مع البيئة الصحراوية حيث تتحمل درجات الحرارة المرتفعة والجفاف والملوحة (تقاوم الملوحة حتى 2250 ppm). كما تتلائم هذه الأشجار مع كل أنواع الأتربة . وتعتبر من الأشجار المعمرة التي يمكن أن يصل عمرها إلى مائة وخمسون عاماً **[22]** .

الطرق المستعملة :

أ. إنبات البذور : Seed germination

في كل طبق بتري (قطر 11 سم) وضعت 25 بذرة ، على ورق ترشيح (Whatman No.1) بعدد ثلاث مكررات لكل معاملة في حاضنات خاصة بالإنبات (Germination cabinets) يمكن التحكم في درجة الحرارة وزمن الإضاءة ، وقد تم قياس نسبة الإنبات كل 24 ساعة [24،23] طبقا للمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النامية}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

ويعتبر بزوغ الجذير دليل على حدوث الإنبات تم عد البذور المستنبتة بعد اليوم الأول من بدء التجربة مع إزالة البذور النابتة في كل مرة عند حساب نسبة الإنبات ، وقد خضعت المعاملات للضوء والظلام بواقع 8 و16 ساعة على التوالي

ب. الإجهاد البيئي :

بعد وضع النباتات في الأصص تركت النباتات لفترة زمنية لكي تتأقلم مع البيئة الجديدة والحجم الأكبر، تم ري جميع النباتات المدروسة لمدة أربعون يوما بعدها تم قياس كل من الأس الهيدروجيني pH (7.71) والموصلية EC في التربة (1430S µ) ودرجة حرارة السائل (34°م) ثم رويت بمستويات مختلفة من الملوحة 75 ، 100 ، 200 مللي مول ، كان عدد المشاهدات 90 مشاهدة وأخذت النتائج كل أسبوع مع ملاحظة وجود شاهد للمقارنة في كل أسبوع على مدى الخمسة أسابيع خمسة مكررات لكل عينة واستمرت التجربة خمسة وثلاثين يوما قبل موعد الحصاد وأخذت النتائج كل أسبوع إلى خمسة أسابيع في وجود شاهد مع كل أسبوع . أجريت قياسات مؤشرات النمو الجزء الخضري للنباتات (مساحة الورقة، عدد الأوراق ، عدد الأفرع ، عدد الأشواك، سمك الساق وبالإضافة إلي الوزن الرطب والجاف) وعلى الجزء الجذري (الوزن الرطب والجاف ونمو الجذور) في الأسبوع الأول أخذت ثلاثة مكررات لكل نبات (الطلح والقرض والعراد) وبعد ذلك ، وتم إزالة الأصيص وأخذت القراءات ، وتم إجراء نفس المعاملات على الشاهد للمقارنة ، ووزن المجموع الخضري والجذري الرطب ثم وضعت جميع العينات في فرن التجفيف تحت درجة 80°م لمدة 24 ساعة وتسجيل الوزن الجاف لكل من المجموع الجذري والخضري .

النتائج والمناقشة:

تختلف نوعية الأشجار المستخدمة في مصدات الرياح والأحزمة الخضرية من منطقة إلى أخرى ولكنها جميعاً تحقق الهدف المطلوب. ويفضل استخدام بعض الأنواع المحلية لضمان نسبة عالية من النجاح. ومن الأنواع الموصى بها أجناس من الاكاسيا والأثل [25،26،27] ، وعند اختيار أصناف الأشجار كمصدات للرياح ينبغي مراعاة الصفات التالية :

- أن تكون سريعة النمو مع القدرة على النمو في مناطق تفتقر عادة إلى العناصر الغذائية ، ومع تقلبات ضخمة في درجات الحرارة بين النهار والليل .

- أن تكون ذات ساق مستقيمة وذات كثافة في الأجزاء العليا .

- أن تكون قادرة على مقاومة الرياح .

- أن تكون لها شبكة جذور عميقة ، بشرط ألا تمتد إلى الحقول المجاورة .

- مقاومة للجفاف .

- انتقاء الأشجار والشجيرات التي لها صفات مظهرية مرغوبة (مستديمة الخضرة طوال السنة أو جزءً من السنة).

إنبات البذور :

تبين النتائج بشكل عام أن أفضل معاملات الإنبات كانت باستخدام حامض الكبريتيك التي أعطت أنجح النتائج مع جميع البذور في الضوء والظلام ، كما يتضح أن معاملة الحك كانت أفضل من معاملة الرج في استجابة بذور نبات الطلح (91.8%). مقارنة ببذور نبات العراد (91.6%) والقرض (78.4%). أما معاملة الرج كانت أفضل في بذور نبات العراد (82%) مقارنة بذور نبات الطلح (52.8%) والقرض (26%). وهذا اتفق مع **[26]** وفي بذور *A. karroo* ، *50%* ، *67%* ، *%6 ; %88 ،* *Alhagi maurorum* و *%22A. Cynophylla ;%100* ، *%74A.Cyclops ;%100* رج ، حك *على* التوالي ، وهذه أهم النتائج المتحصل عليها في الإنبات .

إن استعمال درجة الحرارة 25ْ ُم أدى إلي زيادة معنوية في نسبة إنبات بذور العراد حيث وصلت أعلى نسبة إنبات إلى 99.6% وفي بذور نبات الطلح 96% وفي بذور نبات القرض 54.6% هذا يتفق مع ما وجده كل من

[28،29،30،31] مع بذور نبات *Muntingia calabura* ، وبذور *Prosopis flexuosa* ، وبذور *P.Chilensis* ، و بذور *Pringlea antiscorbutica* و أن نسبة الإنبات للأنواع الثلاثة عند درجة الحرارة 20° م كانت اقل وهي كالأتي 88% للعراد *A. etbaica* ، و 76% الطلح *A.tortilis* و 8% القرض *A. nilotica* هذه النسب على خلاف ماذكره **[32]** ، في بذور *Poa kerguelensis* وبذور *P.Cookii* ، أما عند درجة حرارة 35 °م فكانت استجابة الإنبات مختلفة كذلك 78% ، 38% ، 10% العراد *A. etbaica* ، الطلح *A. tortilis* ، القرض *A. nilotica* على التوالي إلا أن هذه النسبة تتفق مع ما ذكره **[33]** في بذور *Prosopis Alpataca* وبصفة عامة تعد درجة الحرارة 25° م هي الأفضل لإنبات بذور العراد والطلح والقرض . في حين وجد أن أفضل درجة حرارة للإنبات بذور *A. ferruginea* ، *A. senegal and A. catechu A.* كانت 30° م وسجلت نسبة إنبات تراوحت ما بين 85 إلى 96% **[34]**.

إن أفضل تأثير لعملية الغسيل اتضح في بذور القرض التي أظهرت استجابة عالية بعد الغسيل لمدة 12ساعة (28%) وقد وصلت في 72ساعة إلى (21%) وهي أعلى من الشاهد الذي لم يتعدى (7.9%).مما يدل إن الغسيل له تأثير ايجابي ومهم في إنبات بذور نبات القرض . أما بذور نبات الطلح كانت ذات تحفيز اقل حيث أعطت 23% مع 72ساعة بالمقارنة مع الشاهد 15.8% وبعكس باقي بذور النباتات حيث لم يتضح اثر الكبير بل على العكس كانت عملية الغسيل مثبطة لإنبات بذور العراد حيث أعطى اقل من الشاهد مع زمن 72 ساعة غسيل كانت 26% وهي أعلى نتيجة والشاهد41.3% ، وهذا ما يتفق مع دراسة أثبتت إن أفضل زمن غسيل كان 12 ساعة تحث الماء الجاري لبذور *Cerataonia siliqua* 70% ولبذور *Acacia Karroo* 40% أما غسيل البذور 6 ساعات فكانت أفضل نسبة مئوية لبذور *Acacia cyclops* 64% **[26]**.

الإجهاد البيئي (الجفاف والملوحة):

أن أشجار *A. tortilis A. Faidherbia* and *A. albida* في مدى تحملها ابتعاد الماء الأرضي في تربة غرين وأن مستوى الهبوط 10سم يوميا ، ووجد أن *A. albida* أعطت أفضل نمو في المجموع الخضري ولكن *A. tortilis* كانت ذات جدر طويلة مما يمكنه من النمو في ظرف الجافة **[35]**. وهذا ما يتفق مع نتائج هذا البحث ومع ما وجده العديد من الباحثين **[37،38،39،36]** . ويمكن ربط هذه النتيجة بتوزيع النباتات في الصحارى بشكل عام وفي البيئة الليبية على وجه الخصوص حيث تتوزع نباتات الطلح بشكل ملحوظ في المناطق الجافة والشبه جافة أما نبات القرض فان نموه يقارب

المناطق المأهولة أو المزروعة من قبل الإنسان وكذلك العراد فهو منتشر في الصحراء المصرية **[40]**. وفي دراسة أخرى على أربعة أنواع من الاكاسيا وهي *A. xanthophloea A. tirtilis A.nolitica A.albida* في مشتل في كينيا تبين أن هناك اختلاف في أنتاج الوزن الجاف وكفاءة استخدام المياه وكانت النباتات *A. tortilis* ، *A.albida* أفضل من *A. xanthophloea A.nolitica* وقد اقترح استعمال نبات *A. tortilis* **[36]**. وفي مقارنة بين أشجار الاكاسيا مع الكافور (Eucalyptus) ثبت أن الاكاسيا لها قدرة عالية على التكيف مع البيئة الجافة الحارة وان الكافور يكمن سر تحمله للجفاف في وجود نظام من الجذور يمكنه تجهيز الماء بشكل نشط إلى الأوراق **[38]**.

وفي دراسة على مجموعة من الأشجار لمعرفة أفضلها تحملا للملوحة وجد أن *A. nilotica* قد أعطت نموا عاليا تحت الإجهاد الملحي ربما بسبب نمو الرايزوبيا على هذا النوع من الأشجار التي لوحظت عند استخدام تراكيز عالية من كلوريد الصوديوم تصل إلى 250 مول/لتر **[42،41]**. وفي بحث اجري في الباكستان على أربعة أنواع من أشجار الاكاسيا وهي *A. maconochieana; A. nolitica; A. ampliceps; A. ctenophlla* وكان النبات الأكثر تحمل للملوحة *A. maconochieana* ثم *A. Ctenophlla* وكانت النباتات الأكثر قدرة على التحمل *A. ampliceps* و *A. nolitica* من بين النباتات المدروسة **[44،43]** وهذا ما أكدته نتائج هذا البحث . ومما سبق يمكن استنتاج ان نبات القرض هو الأفضل من بين النباتات المدروسة في استجابته للزيادة في تركيز الأملاح .

جدول رقم (4): يبين معاملة نباتات الاكاسيا بمياه الصرف الصحي :

اسم النبات	التخفيف المستعمل	الصفات المدروسة						
		مجموع خضري	مجموع جذري	عدد الأوراق	عدد الأشواك	عدد الأفرع	سمك الساق	مساحة الورقة
الطلح	**control**	5.5	3.4	1697.0	273.3	4.0	6.3	20.0
	10	2.8	1.5	1025.0	146.6	2.6	5.0	17.3
	20	2.9	2.9	1401.3	161.0	4.0	5.3	20.6
	30	3.7	3.0	1461.0	250.0	3.0	5.3	22.0
	40	3.9	3.9	2169.3	269.3	6.0	6.0	21.6
	50	4.8	4.6	2766.3	466.6	12.0	5.6	18.0

القرض	control	5.5	3.9	1666.6	183.3	3.0	5.6	16.6
	10	3.6	2.7	933.3	112.3	4.3	5.6	10.6
	20	3.7	2.5	1256.3	120.0	2.0	6.3	19.0
	30	4.1	2.6	1267.3	147.3	6.3	6.6	21.0
	40	4.8	3.7	1280.0	212.3	4.0	7.6	20.3
	50	6.2	3.9	2008.0	226.3	6.3	7.3	17.6
العراد	control	5.6	5.8	2640.0	108.0	1.0	5.6	15.3
	10	2.4	2.7	2497.3	98.3	1.0	4.3	16.0
	20	4.1	4.5	2673.3	119.3	1.0	5.0	18.0
	30	4.0	5.1	3516.6	120.3	1.3	5.3	17.3
	40	4.8	5.2	2811.3	123.3	1.3	6.0	17.0
	50	5.0	4.5	4340.0	130.0	1.3	5.3	16.0

نبات الطلح أفضل تكيفا مع ظروف الجفاف حيث زاد في الوزن الجاف مع زيادة في الجفاف وكذلك يزداد عمق الجذور مع زيادة الجفاف وقد أعطى وزن أفضل من الشاهد على عمق 50 سم في التربة وكذلك زاد عدد الأشواك مع زيادة في الجفاف وهي وسيلة من طرق التكيف مع الجفاف . وكذلك العراد كان قريبا من الطلح ولكن لا يصل إلى مستوى الطلح في التكيف أما القرض وقد زاد عدد الأشواك مع نقص في جميع المقاييس. أما بالنسبة لتأثير الملوحة على شتلات الاكاسيا عرضت شتلات الاكاسيا الطلح القرض والعراد ونتج عن هذا أن نبات القرض أفضل في تحمله لتراكيز عالية من الملوحة حيث يظهر القرض تكيفا مع زيادة واضحة في أن القرض أعطى اكبر أوزان وأعداد في التركيز 200 ملي مول، وهذا النبات الأقرب إلى الشاهد من باقي النباتات ويليه الطلح الذي يتفوق على القرض فقط في عدد الأشواك.

النموذج المقترح :

خلصت العديد من الدراسات إلى أن استخدام أنواع المصدات من نوع متجانس في الارتفاع ذو كثافة معقولة هو الأفضل بين كافة الخيارات في الحد من تأثير الرياح على المناطق المراد حمايتها ، بالإضافة إلى مراعاة إن يكون المصد شبه منفذ للرياح (نفاذية 40–50%) من خلال اختيار نوع الأشجار المستخدمة أو استخدام خليط من أجناس مختلفة منها العالية والمنخفضة الارتفاع . وقد اعتمدت هذه الدراسة إلى استخدام ثلاثة أجناس من أشجار الاكاسيا (ارتفاع 5–8 أمتار) بالإضافة إلى أشجار الأثل (ارتفاع 8–10 أمتار). حيث تلائم هذه الأجناس البيئة المحلية السائدة في منطقة زلاف من حرارة وجفاف وملوحة ، بالإضافة إلى تكوينات الترب الهشة التركيب (غالبا رملية) .

وتقترح هذه الدراسة نموذج مستطيل الشكل من مصدات الرياح ، ذو ارتفاع واحد ومتجانس بمتوسط 8 أمتار من أشجار الأثل والاكاسيا وهذا الارتفاع سيعمل على حماية حوالي 160 متر خلف ذلك الحاجز ، حيث أثبتت الدراسات أن الحواجز تعمل على حماية ما يقارب من 20 ضعف ارتفاع الأشجار المستخدمة **[45]** . وحيث أن عرض الحاجز يجب ألا يزيد عن 5 أضعاف ارتفاع الأشجار المستخدمة فان هذا الحاجز سيكون بعرض حوالي 40–50 مترا ، وعلى ذلك تكون عدد الصفوف في المصد من 8–10 صفوف وتكون المسافة بين كل صف وأخر حوالي 5 أمتار ، والمسافة بين كل شجرة الأخرى في حدود 3–4 أمتار حسب نوع التربة . وعند الأخذ بعين الاعتبار المسافة التي يمكن حمايتها باستخدام الحاجز المقترح (160 م) فان الدراسة تقترح إقامة هذا الحاجز بعيدا عن الطريق العام سبها – براك بمسافة تبلغ 50–75 متر علي جانبي الطريق على إن تكون تغرس أشجار الأثل في الجانب الخارجي للحاجز ، وهذا يتيح مستقبلا مساحة كافية لإمكانية استزراع أنواع جديدة أخرى تجود بها المنطقة كأشجار الزيتون والنخيل .

وتعتبر الأشجار المختارة في هذه الدراسة من الأنواع سريعة النمو متوسطة الحجم تنمو في البيئة المحلية وبنجاح كبير وهذه لا تعتبر من الأجناس الدخيلة على المنطقة مثل أشجار الكافور (Eucalyptus) ، وقد أثبتت العديد من التجارب العملية في المنطقة على نجاح فكرة استخدام الأجناس المحلية المتكيفة مع بيئتنا وظروفها المناخية . فالأثل والاكاسيا تلائم الأراضي الرملية الخفيفة بالإضافة إلى ملائمتها لظروف الترب القلوية وهو الطابع السائد للتربة بهذه المنطقة خاصة أشجار الأثل والتي تتحمل إضافة إلى ذلك تراكيز عالية من الملوحة مما يعمل على تحسين خصائص التربة .

المراجـــع

1. السبهاوي ، محمد عبدا لسلام ، حامد ، محمد إبراهيم يحيى. بن موله ، عبد المولى أحمد علي (2007): "دراسة مشكلة زحف الرمال على طريق سبها الشاطئ واقتراح الحلول لتثبيتها" .

2. وحدة المناخ ، مصلحة الأرصاد الجوي " معلومات عن الرياح ودرجات الحرارة لمحطات : سبها ، تراغن ، اوباري ، و الكفرة) " تقرير غير منشور– طرابلس 2006 .

3. الشريف ، إبراهيم محمد عبدالسلام (2001): "دراسة بيئية عن بعض النباتات الصحراوية في منطقة زلاف " .رسالة مقدمة لاستكمال جزء من متطلبات الإجازة العليا (الماجستير) قسم علوم البيئة– كلية العلوم الهندسية والتقنية / جامعة سبها .

4. Al-Ofi ، K.R. ، and Melkawi ، K. ، (2004) ، "Design features of highways in drifting sand areas" Second Gulf Conference on Roads ، Abu-Dhabi ، UAE

5. السلاوي ، محمود (1981) الموارد المائية بالجماهيرية . نشرة رقم (3) جامعة الفاتح كلية الزراعة ، منشورات جامعة الفاتح ليبيا.

6. Asano ، T. and Levine ، A.D. (1998) Wastewater reclamation ، recycling and reuse: an in troduction. In: Wastewater reclamation and reuse Lancaster ، PA: Technomic Publishing.

7. Falkenmark ، M. (1989) The massive water scarcity now threatening Africa. Why isn't itbeing addressed? *Ambio* 18 ، 112-118.

8. Shuval ، H.I. (1991).Health guidelines and standards for wastewater reuse in agriculture: historical perspectives. Water Science and Technology.

9. FAO. (1992).Wastewater treatment and use in agriculture. M.B. Pescod. FAO Irrigation and Drainage Paper 47 ، FAO ، Rome

10. Elssaidi ، M. A. (2005). Assessement of Using Treated Sewage effluent and Accompained Sludge in Agricultural Purposes. Ph.D Thesis ، Institute of Environmental Studies & Research ، Ain-Shams University.

11. Banin ، A. and J Navrot . (1981). Accumulation of heavy metals in acid Zone soil irrigated Whit treated Sewage effluents and their uptake by Rhodes drass Jour of Eng. Qu;10:356-540

12. Bole ، T .B and J.M.Carefoot. (1981). Effects of waste water irrigation and leaching percentage on Soil and ground water chemistry .Journal. of Eng.Qu;10:177-183.

13. Amahmid ، O; Bouhoum ، K. (2005). wastewater reuse: Transmission of geohelminthic infections (Marrakech ، Morocco).Internation Journal of Environmental Health. International Journal of Environmental 2 ، April 2005 ، pp. 127-133 (7)

14. Bebawi, F.P.and Mohamed,SM.(1985).The pretreatment of seeds of six Sudanese Acacias improve their germination response. Seeds Sci and Technol.

15. Loch, D.S.and Harvey ,G.L(1992) .Comparison of methods15For reducing hard seed levels in three subtropical Legumes. Fourth Australian seeds Research con- Ference Review and contributed papers.

16. Tao, K.L.J.(1982).Improving the germination of johns-ngrass seeds .J.seed tech ,

17. Doran, J.C;Turnbull,J.W.,Boland,D,Jand Gunn,B.V.(1983).In Handbook on seeds of dry zone acacia.Publ.FAO ,Roma.

18. Baskin , J.M;Baskin ,C.C and Nan,X.(1998).Acomparative study of seed dormancy and germination in an annual and aperennial species of Senna (Fabaceae) ,Seed Science Research .

19. Darwish, M. R., El Awar, F. A., Sharara, M., and Hamdar, B(2000). Economic-environmental approach for optimum wastewater utilization in irrigation: a case study in Lebanon.

20. السلاوي ، محمود (1981) : "الموارد المائية بالجماهيرية ". نشرة رقم (4) جامعة الفاتح كلية الزراعة .منشورات جامعة الفاتح .

21. Jafri ، S.M.H and El-gadi A. (1978).Flora of Libya.University Faculty of Science Department of Botany Tripoli –Libya.

22. عبدالجبار البكر (1972): " نخلة التمر ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجارتها" .مطبعة العاني – بغداد العراق .

23. Boland ، D.J. (1997).Testing and storage of Eucalyptus and acacia seed Proceeding of a Workshop on Taxonomy and seed Handilig of Australian tree .Page 1 ، WWW.reference@idrc.ca

24. Danthu ، P.Roussel ، J.R ، Dia ، M. and Sarr.A. (1991).Effect of different pretreatmets on the germination of Acacia Senegal seeds. Seed Sci &Technol ، 1992).20;111-116.

25. بلبع ، عبد المنعم (1995):" استزراع الصحارى والمناطق الجافة في مصر و الوطن العربي" . منشاة المعارف بالإسكندرية جمهورية مصر العربية.

26. زعطوط ، مسعود مصطفى (2000): "تأثير بعض المعاملات الكيمائية والفيزيائية والميكانيكية على إنبات بذور بعض الأشجار والشجيرات "، رسالة ماجستير علوم البيئة ، كلية العلوم الهندسية والتقنية ، جامعة سبها.

27. Mohemed ، S.H.Smouni.A.Neyra.M.Kharcnaf D.and Filali.Maltouf A. (2000).Phenotypic characteristics of Acacia spp grown in Libya Plant and soil .224.171-183.

28. Denslow, J.S.(1980).Gap partiioning among rainforest trees Biotropica,12:47-55.

29. Fleming,T.H.Williams.C.F,Bonaccorso.F.Jand.Herbst,L.H.(1985).Phenology seed dispersal and colonization in Muntingia calabura a neotropical pioneer tree American . Journal of Botany,72:383-391.

30. Laura,V.A;Alvarenga, A.A.de and Arrigoni ,de.F.(1994) Effects of growt regularenga ,temperature, light . Storage and factors on the Muntingia calabura L.seed germination .Seed Sic.&Technol

31. Catalan, L.A.(1991).Laboratory germination conditions for seed of Prosopis flexuosa D.C.and P.chilensis (Molina)Stuntz. Seed sic&Technol .20:289-292.

32. Hennion, F.and Walton ,D.W.H.(1997). Seed germination of endemic species from Kerguelen phytogeographic zone.Polar Biology .17(2):180-187.

33. Vilagra , P.E (1995) Temperature effect on germination of P.alpataco Prosopis argentina and (Fabaceae,Mimosoideae). seed Sic,& Technol.,

34. Girase,-U-S; Jambhale,-N-D; Suryawanshi,-Y-B(2002) Germination and seed dormancy studies in Acacia species (BIBLIOGRAPHIC CITATION) .

35. Jørn Stave. Gufu Oba, Aud B. Eriksen, Inger Nordal and Nils Chr. Stenseth. (2005)Seedling growth of Acacia tortilis and Faidherbia albida in response to simulated groundwater tables.Forest. Ecology and Management.

36. Kireger,-E-K; Blake,-T-J?(1994) Genetic variation in dry matter production, water use efficiency and survival under drought in four Acacia species studied in Baringo,Kenya Soil-erosion,-landdegradation-and-social-transition:-geoecological-analysis-of-a-semi-arid-tropical-region,-Kenya..

37. Nativ,-R; Ephrath,-J-E; Berliner,-P-R; Saranga,-Y.(1999). Drought resistance and water use efficiency in Acacia saligna. Australian-Journal-of-Botany.

38. HuanCheng ,Ma; McConchie,-J-A;Chen-DeQiang(2002).Thedrought resistance of Acacia and Eucalyptus in Yuanmou dry-hot valleyYunnan Province. (BIBLIOGRAPHIC CITATION):

39. Nadaf,-A-B; Bhosale,-L-J (2002) Drought evading mechanism in Acacia auriculiformis under southwestern climatic conditions of (Kolhapur (Maharasthra State, India. International- Journal-of-Forest-Usufructs-Management.

40. مجاهد ، احمد محمد ، أمين عبد الرحمن ،البازيونس احمد، عبدالعزيز مصطفى (1990): " علم البيئة النباتية".مكتبة الانجلو المصرية .

41. Altef-Hussain; Pazir-Gul;Hussain-A;Gul-P(1991)Selection of tree species forsaline and waterlogged areas.Pakistatn-Journal-of-forestry.

42. Qureshi-RH;Aslam-M;Rafiq-M;Davidson-N(ed);Galloway-R-(1993).Expansionin the use of forage halophytes in Pakistan.Productive use of saline land : Proceedings of a workshop heid at Perth Western Australia,

43. Gill,-H-S; Abrol,-I-P(1991). Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating influence. International-Tree-Crops-Journal..

44. Marcar,-N-E; Ansari,-R; Khanzada,-A-N; Khan,-M-A; Crawford,-(2003)Performance of several tree species on a saline site in Southern Pakistan. Journal-of-Tropical-Forest-Science..

45. منير الصغير (1986) مصدات الرياح والاحزمة الواقية . الدار العربية للنشر والتوزيع والاعلان . الجماهيرية العظمى.

زحف الكثبان الرملية علي الطرق الصحراوية

د. محمد خليفة علي د. المبروك عبدالقادر السنوسي جيولوجي / الهادي خليفة علي الصويعي
قسم الهندسة المدنية–جامعة الفاتح الهيئة العامة للمياه
mkhalifaali@yahoo.co.uk طرابلس ليبيا

الملخص :

تغطي الصحراء الرملية مساحات شاسعة من المساحة السطحية لليبيا ضمن حدودها الحالية والتي تمتد من البحر المتوسط شمالا حتى حدود تشاد والنيجر والسودان جنوبا. تعتبر الكثبان الرملية ظاهرة حديثة من الناحية الجيولوجية ناتجة عن التآكل والتعرية التي حدثت على مر العصور في بيئة جافة فوق سطح الأرض، وتغطي الرمال طبقة رسوبية سميكة تعرف بالمنبسط الصخري الإفريقي العربي وهي التي تشكل حجر الأساس. تختلف رمال الصحراء من حيث الشكل والتركيب إذ تتألف غالبية الرمال من حبيبات الكوارتز المكونة للحجر الرملي الأكثر شيوعا في مثل هذه المناطق، وهي مواد مستقرة ناجمة عن التعرية لمعظم أنواع الصخور. في هذه الورقة سوف يتم تسليط الضوء علي مشكلة زحف الرمال علي الطريق الحيوي الذي يربط بين مدينة براك ومدينة سبها (جنوب ليبيا). تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات الجغرافية 34 27 شمالا و 16 14 شرقا حيث تمر بها الطريق الرابط بين الساحل والصحراء الجنوبية. تمتد هذه الطريق مسافة 75 كلم وهي تتجه من الجنوب إلي الشمال بالنسبة إلى المتجهين نحو براك، لكن المسافة التي تتعرض إلي زحف الرمال تتراوح ما

بين 15 إلي 20 كلم (منطقة الزلاف)، بينما إجمالي المسافة الحرجة لا يتعدى 900 متر. تشير الدراسات إلي أن أكثر من 4000 مركبة تعبر هذا الطريق يوميا. تقدر التكاليف المادية لفتح وإبعاد الرمال عن هذه الطريق (سبها–براك) علي مدار السنة مئات الألف من الدينارات سنويا إضافة إلي الخسائر في الأرواح والأضرار المادية الأخرى الناتجة من حوادث المركبات وضياع الوقت نتيجة عرقلة الكثبان الرملية. تم أجراء تحليل منخلي وتحديد الخواص لعينات الرمل التي تم أخذها من جانبي الطريق وفي المناطق التي يكثر بها الترسيب ، ومن دراسة وتحليل نتائج هذه الاختبارات وكذلك دراسة العوامل البيئية والمناخية في المنطقة (منطقة صحراوية ذات مناخ حار – جاف) سوف يتم وضع الاستنتاجات والتوصيات المناسبة وبما يتلاءم والظروف المناخية لمثل هذه المناطق.

الكلمات الدالة: الكثبان الرملية، زحف الرمال، المسافة الحرجة، الترسيب الرملي، مقطع الديناميكا الهوائية

1. مقدمــة

تغطي الصحراء الرملية مساحات شاسعة من المساحة السطحية لليبيا ضمن حدودها الحالية والتي تمتد من البحر المتوسط شمالا حتى حدود تشاد والنيجر والسودان جنوبا. تعتبر الكثبان الرملية ظاهرة حديثة من الناحية الجيولوجية ناتجة عن التآكل والتعرية التي حدثت على مر العصور في بيئة جافة فوق سطح الأرض، وتغطي الرمال طبقة رسوبية سميكة تعرف بالمنبسط الصخري الأفريقي العربي وهي التي تشكل حجر الأساس. تختلف رمال الصحراء من حيث الشكل والتركيب إذ تتألف غالبية الرمال من حبيبات الكوارتز المكونة للحجر الرملي الأكثر شيوعا في مثل هذه المناطق، وهي مواد مستقرة ناجمة لتعرية لمعظم أنواع الصخور، باستثناء الصخور الكربونية.

يعتبر بانجولد [1] أول من قام بعمل دراسة على حركة الكثبان الرملية وفي هذه الدراسة أفرد فصلا لدراسة الكثبان الرملية بالصحراء الليبية، حيث استعمل تجربة أنفاق الرياح Wind Tunnels لتتبع حركة حبيبات الرمل وكيفية تجمعها. توصل بانجولد إلى ما يعرف بالسرعة الحرجة Critical Velocity والتي تبتدئ عندها حبيبات الرمل بالتحرك، هذا وقد بين بانجولد انه عند بدء تحرك حبيبات الرمل فأنها تأخذ إحدى التكوينات التالية:

- حبيبات عالقة Suspension وتشمل الحبيبات التي يقل قطرها عن 0.08 مم وتصل نسبتها إلى حوالي 5% من كمية الرمل الكلية في الكثيب المتحرك.

- حبيبات متوسطة الحجم Medium-Sized Sand وتشمل الحبيبات الرملية التي يتراوح قطرها من 0.08 مم – 0.50 مم وتتحرك هذه الحبيبات عندما تشتد سرعة الرياح (عندما تصل سرعة الرياح إلى بدائيات بانجولد الانسيابية Bagnold Fluid Threshold) . وتغطي هذه الظاهرة ما نسبته 75% من كمية الرمل الكلية في الكثيب المتحرك.
- ظاهرة الزحف السطحي للكثيبات Surface Creep، هذا النوع من الحركة يحدث للكثيبات الرملية التي يزيد قطر حبيباتها عن 0.50 مم [2].

هذا ويلاحظ أن حركة الكثبان الرملية وتشكيلاتها واتجاهها يختلفان بصورة واضحة من منطقة إلى أخرى، ولغرض الحصول على تفسيرات علمية لهذه العملية المعقدة سعى الجيولوجيون إلى تحديد أنواع أساسية خاصة لأشكال الكثبان الرملية، حيث تبين آن هناك أنواع عديدة من الكثبان الرملية في الجماهيرية، ولكن تبقى الأنواع الهجينة أو المتوسطة هي السائدة بين هذه الكثبان.

2. تجارب بعض الدول الاخرى

1.1. ساحل كارولينا الشمالية (الولايات المتحدة الأمريكية)

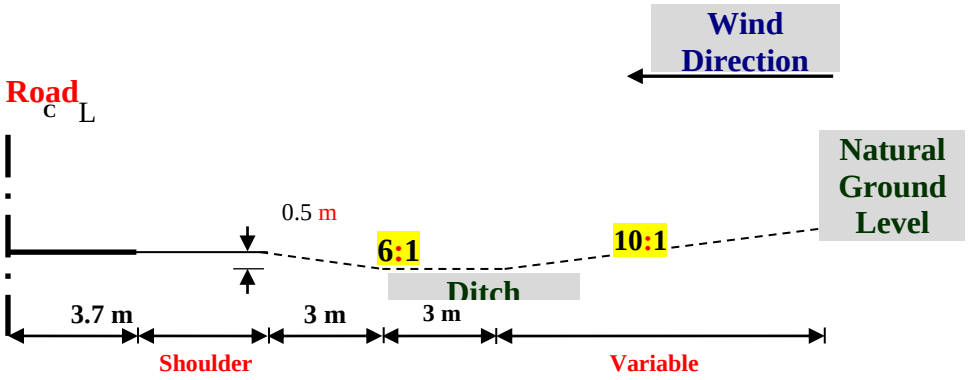
في هذه المناطق الكثبان الرملية تكون متحركة في شكلين، رمال منفوخة بالرياح أو كثبان رملية متحركة.وللحد من زحف هذه الكثبان تم إتباع بعض الحلول كالتالي: زيادة الترسيب باستخدام (الخنادق . سياج . نطاق من الأشجار)

- الخنادق(ditches): يجب أن توضع أعلى مجرى الهواء لتمسك السطح الزاحف من الرمال ،ويكون عرضها من (3 . 4) متر. وبالتالي فان الرمال المتحركة تتجمع في الخنادق التي تحتاج بعد ذلك إلي تنظيف.
- السياج(fencing): تحدث الكثبان الرملية الكبيرة عندما تتراكم الرمال ضد السياج وفي مستواه، وهذا يؤثر على حركة الرمال، حيث أن حركة الرياح ضد هذا السياج تكون كثبان رملية، فالرمال تتجمع في مسافة من (1 . 2) ضعف السياج، ومن (6 . 8) مرة من طول السياج وذلك أسفل مجرى الرياح. فإذا كان السياج متعدد الذي تم استخدامه فيجب أن يوضع من (6 . 8) مرة من طول السياج السياج.

- نطاق من الأشجار(Tree Belts): تعتبر الأشجار كحاجز ترسيب ناجح جدا"، فاختيار الأشجار يجب أن يكون معدل نموها اكبر من معدل تراكم الرمال، فالأنواع المختارة في الماضي Tamarix و Eucalyptus. والنباتات الطبيعية في تلك المنطقة يجب أن تكون فعالة جدا"، فحياة الأشجار تعتمد على وفرة المياه خاصة في مرحلة التبرعم وذلك للحد من معدل تراكم الرمال.

2.2 طريقي(الوفرة–ميناء عبدا لله)و(الوفرة– ميناء الزور)(دولةالكويت)

في هذه المناطق تم استخدام تجربة ما يسمى بـ (مقطع الديناميكا الهوائية)[2] لقياس مدى فاعليته في الحد من مشكلة ترسيب الرمال.حيث يبلغ طول الطريقين حوالي 35.00 كيلو متر لكل منها، ويمتد باتجاه (شرق–غرب) ويربطان منطقة الوفرة الجنوبية بميناءي عبدا لله والزور ويبين الشكل رقم (1) رسم تخطيطي لهذا المقطع



شكل (1) المقطع الديناميكي

3.2 تثبيت الكثبان الرملية بمنطقة المصران (جمهورية الجزائر الديمقراطية)

تقع منطقة المصران بالسهول الجزائرية وسط سلسلة من الكثبان الرملية شمال منطقة الجلفة،مناخ هذه المنطقة حار جاف صيفا" وبارد شتاء" ممطر أحيانا". واهم مميزات المنطقة قلة سقوط الأمطار وعدم انتظامها في السنة.كما ترتفع درجة الحرارة خلال فصل الصيف وطول فترة الجفاف ،وكذلك انخفاض درجات الحرارة خلال فصل الشتاء وهبوب الرياح الشديدة والسريعة ذات الاتجاهات المختلفة.وإذا كانت المنطقة الممتدة من الحدود المغربية إلي الحدود التونسية تعاني ظاهرة التصحر وذلك

على طول امتداد سلسلة الكثبان الرملية. ونتيجة لهذه الوضعية المعقدة والخطيرة الناتجة عن التدهور الشديد للبيئة برزت ضرورة التصدي لهذا الخطر الداهم بالعمل على أكثر من جبهة[3]:

- القضاء على أهم أسباب التدهور بهذه المناطق ذات الحساسية الكبيرة والمتمثل في الاستغلال المفرط للموارد الطبيعية كالرعي الجائر– قطع النباتات المعمرة التوسع في الفلاحة في ارض غير صالحة لذلك.
- العمل على إعادة وتكوين غطاء نباتي يتلاءم مع المعطيات البيئية للمنطقة.
- تثبيت الكثبان الرملية في المرحلة الأولى واستصلاحها في المراحل لاحقة .

أهم مميزات المنطقة من الناحية المناخية قلة سقوط الأمطار وعدم انتظامها من سنة لأخرى وخلال السنة نفسها، ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف وطول فترة الجفاف ،انخفاض درجات الحرارة وكثرة أيام الصقيع خلال فصل الشتاء.هبوب الرياح السريعة ذات الاتجاهات المختلفة حسب فصول السنة. هذا وتوضح الجداول 1 و2 اهم المزاد وطرق التثبيت التي تم استخدامها في المنطقة.

جدول (1): المواد وطرق التثبيت[3]

المـــادة	طريقــة التثبيت
البتومين	بعد تسخين المادة الي درجة مناسبة حوالي 50 م ترش بالوسائل المتوفرة على الرمال لتكوين طبقة رقيقة فوقها تمنعها من الانتقال.
التكسون	وهو عبارة عن نسيج متكون من خيوط رقيقة جدا" من البلاستيك ينشر فوق سطح الرمل ويثبت بأوتاد.
السماد الطبيعي	يوضع فوق الرمال ليكون طبقة تحميها من تأثير الرياح.
الحلفاء،الدرين	يوضع فوق الرمال ليكون طبقة تحميها من تأثير الرياح.
صـــــفائح الاســـــمنت المموجه	توضع بشكل عمودي في خنادق ذات عمق مناسب ويجب ترك مسافة بين الصفائح او تنقيبها للحصول على نفا دية ملائمة.

النباتات الجافة أغصان الصـــــنوبر الحلبـــــي_ الدفلة_ القصب.	توضع الأغصان في خنادق ذات عمق 30الي 40 سم ثم تغمر الخنادق بالرمال لنحصل على مصدات ريحية صغيرة ذات علو 30 إلي 50 سم شكل المصدات والبعد بينهما متوقف على اتجاه الرياح والموقع ودرجة الانحدار.
النسيج البلاستيكي	حفر خنادق ذات عمق 10الي20سم. وضع اوتاد خشبية او حديدية في الخندق إلي عمق يزيد عن 50 سم البعد بينهما 2م. وضع النسيج في الخندق عموديا" على الأرض وبعد تمديده جيدا" يربط بواسطة سلك متين إلي الأوتاد. تردم الخنادق ليدفن النسيج البلاستيك تحت الرمل.

جدول (2): مزايا وعيوب المواد المستخدم في التثبيت الميكانيكي[3]

المـــادة	المزايا	العيوب
البتومين	. يحمي بشكل جيد الرمال من تأثير الرياح. ـ سريع الإنجـاز خاصـة وان وسـائل الـرش قابلـة للتحسـين والتطوير.	ـ لا يسـتطيع منـع تـراكم الرمـال فوقـه يعيـق انتشار النباتات العفوية.
التكسون	ـ يحمـي الرمـال مـن التحـرك تحـت تـأثير الريـاح. . يمسـك البذور المنقولـة بواسطة الريـاح من الأمـاكن المجـاورة مما يساعد النباتات العفوية على احتلال المكان. . سهل وسريع الإنجاز.	. لا يستطيع منع تراكم الرمال. ـ فوقـه مـادة مسـتوردة ممـا يزيـد فـي كلفتهـا خاصة من العملة الصعبة.
صفائح الاسمنت	. توفر حماية جيدة لمدة طويلة بشـرط أن تكون لها النفاذية الملائمة. . نستطيع استعمالها مرة أخرى.	. معرضـة للانكسار عند النقـل وعند وضـعها في مكانها. . ذات كلفة مرتفعة لذا لا ينصـــح باستخدامه إلا فـــي المشـــاريع الهامـــة ذات المـــردود الاقتصادي والاجتماعي.
السمـــــاد الطبيعـــــي	. تساعد النباتات العفوية على احتلال المكان.	. لاتستطيع ان تمنع تراكم الرمال فوقها.

الحلفاء،الدرين	ـ تعمل على تحسين خصوبة التربة الرملية لأنها مادة عضوية. . التربة الرملية فقيرة من هذه المادة.	ـ غير متوافرة بشكل يسمح بحماية مساحات كبيرة. ـ يؤدي قلع هذه النباتات بشكل واسع إلي تعرية هذه المناطق مما يجعلها عرضه للتعرية الهوائية والمائية.
النباتات الجافة أغصـــــــــــــان الصنوبر،الدفلة،القصب	. تعمل على الحد من التعرية الهوائية. ـ توفر ظروفا" أحسن لانتشار النباتات القوية وحماية الشتلات المغروسة.	. تتطلب عددا" كبيرا" من الأيدي العاملة. ـ بطيئة الإنجاز لا تستطيع تحسينها ومكنتها غير متوافرة غالبا".
النسيج البلاستيكي	. يوفر حماية جيدة . ـ سهل النقل وسريع الإنجاز ولا يتطلب إعداد كبيرة من الأيدي العاملة. ـ مصنع محليا" ومتوافر بكمية كبيرة نستطيع تحسينه من حيث النفاذية والصلابة.	. يتطلب أوتادا" كثيرة ويتقطع في نقاط الرباط بالأوتاد عند هبوب الرياح القوية.

3. أنواع الكثبان الرملية

يمكن تقسيم الكثبان الرملية إلى عدة أنواع وذلك حسب طريقة تجمع حبيبات الرمل والشكل العام الذي تظهر به هذه التجمعات' ومن أهم أنواع هذه الكثبان الرملية[4,5]:

- كثبان البرجان Barchan dunes: وهي عبارة عن تجمع لحبيبات الرمل على شكل هلال (Crescent Shape) وهذا النوع لا ينتشر بصورة كبيرة، يتكون عادة في المناطق التي لا توجد بها كميات من حبيبات الرمل بصورة كبيرة. ويقدر أقصى ارتفاع لهذه الكثبان حوالي 40 متر وصل امتدادها الأفقي إلى حوالي 400 متر.
- الكثبان المكافئة Parabolic Dunes: عبارة عن كثبان رملية تتشابه إلى حد كبير مع كثبان البرجان، ويكون لها شكل هلالي ولكنها تتكون في اتجاه معاكس لاتجاه الرياح ويكون امتداد هذه الكثبان خلف المركز نتيجة لحركة الحبيبات التي تنتقل من مركز الكثبان إلى الأطراف.
- الكثبان الطولية Longitudinal Dunes: تتكون من امتدادات رملية موازية لاتجاه حركة الرياح، وفي الغالب تتكون هذه الكثبان في المنخفضات التي تنتج عن تشققات طولية في الصخور، حيث تترسب حبيبات الرمل على طول هذه التشققات، كذلك تظهر هذه الكثبان في المناطق التي بها منحدرات وهي تعرف محليا بالسيوف.

- الكثبان المستعرضة Transverse Dunes: عبارة عن كثبان رملية تتكون في اتجاه زاوية ميل الرياح ويمكن أن تتطور هذه الكثبان نتيجة لظروف معينة، بحيث تمتد إلى مسافات كبيرة نسبيا. هذه النوع من الكثبان غير ثابت ويمكن أن تنقسم إلى عدة كثبان نتيجة للتغير في سرعة واتجاه الرياح، وقد يصل امتداد هذه الكثبان إلى آلاف الأمتار.

هذه بعض أنواع من الكثبان الرملية، مع ملاحظة أن هناك أنواع مركبة من الكثبان الرملية وهي التي تتكون من تتداخل عدة كثبان من نفس النوع. في منطقة شمال أفريقيا يمكن ملاحظة جميع أنواع الكثبان. في السنوات الحديثة لاحظ الجيومورفولوجيين وجود تجمعات من الرمال لها امتدادات كبيرة تكون على هيئة حقول رملية يطلق عليها مصطلح (ادهان) Mega-Dunes وقد يصل امتدادها إلى آلاف الكيلومترات. في ليبيا نجد ادهان مرزق وادهان اوبارى في الجنوب الغربي ويمكن ملاحظة أن اتجاه هذه الكثبان على هيئة امتدادات رملية (لسان) تعرف هذه الامتدادات باسم (رملة) مثل رملة الزلاف. من هذه الكثبان يلاحظ أن الاتجاه السائد للرياح بهذه المناطق هو اتجاه جنوب – شرق، في حين نجد تجمعات رملية أخرى على شكل سيوف قد تقطع الطريق العام، خاصة في مناطق مزدة وكذلك طريق براك – سبها.

في المناطق الجنوبية الشرقية من ليبيا فأننا نجد بحر الرمال العظيم والذي يتميز بوجود الكثبان الرملية الطولية والتي تعطي الانطباع بأن اتجاه الرياح السائد في هذه المناطق هو اتجاه جنوب – شرق. كذلك يلاحظ وجود سيوف رملية عميقة تعرف بالعروق، كعرق الادريسي وغيره.

4. العوامل البيئية

يشكل المناخ (Climate) في المناطق الجافة عائقاً جدياً يحول دون ازدهارها وتطورها ويتحكم في التغيرات النوعية للغطاء النباتي مما يسبب في هجرة الكثبان الرملية من مكان إلي آخر، إضافة إلى الدور الأساسي الذي يلعبه في عمليات تكون التربة، لذا فان تحليل عناصر المناخ السائد ه في المنطقة يعتبر ذا أهمية كبيرة عند دراسة مشكلة حركة الكثبان الرملية.

تبين لنا من دراسة بيانات عناصر المناخ السائد في المنطقة أن الأمطار كانت شحيحة جدا وغير منتظمة على مدار السنة، وقد بلغ المعدل السنوي الإجمالي(8.5 ملم) وفي أغلب الأشهر لم تتجاوز كميتها (1مم). هذا بدوره يؤدي إلى زيادة الجفاف بحيث تنخفض معدلات الرطوبة النسبية ويزداد البخر، ففي خمسة اشهر من السنة هي (الطير والماء والصيف وناصر و هانيبال) يقل المتوسط الشهري للرطوبة النسبية عن 29% ويتجاوز البخر 21 مم، وقد تراوحت معدلات سرعة الرياح على مدار السنة بين 7.18 عقدة في شهر الفاتح و 11.91 عقدة في ناصر، وتبعاً لذلك فأنها تصنف ضمن مجال

سرعة الرياح القوية (6 عقدة) والعاصف الهوجاء (12 عقدة) ويتجاوز معدل الرياح (10 عقدة) في خمسة اشهر هي (الربيع 3، والطير،4 والماء،5 والصيف،6 وناصر،7) أي تقع في حدود العواصف الشديدة والعاصفه الهوجاء. هذا وقد بينت الدراسات ان 18.4% من الرياح تهب في اتجاه غربي، بينما يتكرر هبوب الرياح باتجاهات أخرى بين 5 – 9% أما بالنسبة للرياح المحلية أو الرياح القبلي فهي من اخطر أنواع الرياح التي تهب على أراضي المنطقة عادة في فصل الربيع وأوائل فصل الصيف (الربيع–الماء) وفي الخريف (الفاتح و التمور) وعند هبوب الرياح ترتفع درجة حرارة الجو وتتحرك الأتربة في الهواء وتساعد في حركة الرمال من مكان إلي آخر.

وتشير التسجيلات لمدى التغير في درجات الحرارة (الفارق في معدلات الحرارة العظمى والصغرى) إلى أن المتوسط السنوي لمعدلات التغير اليومي لدرجات الحرارة يصل الى 15 °م تقريباً هذا المدى الواسع للتغير اليومي لدرجات الحرارة من مواصفات المناخ الصحراوي. وتجدر الإشارة إلى أن الفارق في درجات الحرارة بين الليل والنهار قد بلغ 30 °م في بعض الأوقات. وبحساب المعامل الهيدروحراري ((كمية الأمطار الهاطلة على مدار السنة ×10) ÷ مجموع المعدلات اليومية لدرجات الحرارة على مدار السنة)) للمنطقة موضع الدراسة تبين لنا انه لا يتجاوز 0.01، وهذا يجعلها في حدود النطاق المناخي الجاف الصحراوي.

5. تجمع الرمل وتراكمها على بعض الطرق الصحراوية

في هذه الورقة سوف يتم تسليط الضوء علي مشكلة زحف الرمال علي الطريق الحيوي الذي يربط بين مدينة براك ومدينة سبها. تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات الجغرافية 34 27 شمالا و 16 14 شرقا حيت تمر بها الطريق الرابط بين الساحل والصحراء الجنوبية. تمتد هذه الطريق مسافة 75 كلم وهي تتجه من الجنوب إلي الشمال بالنسبة إلى المتجهين نحو براك، لكن المسافة التي تتعرض إلي زحف الرمال تتراوح ما بين 15 إلي 20 كلم (منطقة الزلاف)، بينما إجمالي المسافة الحرجة لا يتعدى 900 متر. تشير الدراسات إلي أن أكثر من 4000 مركبة تعبر هذا الطريق يوميا. تقدر التكاليف المادية لفتح وإبعاد الرمال عن هذه الطريق (سبها–براك) علي مدار السنة مئات الألف من الدينارات سنويا إضافة إلي الخسائر في الأرواح والأضرار المادية الأخرى الناتجة من حوادث المركبات وضياع الوقت نتيجة عرقلة الكثبان الرملية. هناك عاملان مهمان لحدوث عملية الترسيب وتراكم الرمال وهما:

1. وجود مصدرا مداد من الرمال وظروف مناخية مناسبة، وهذا متوفر لان الطريق تقع نهاية بحر رمال الزلاف من الناحية الشمالية الشرقية.

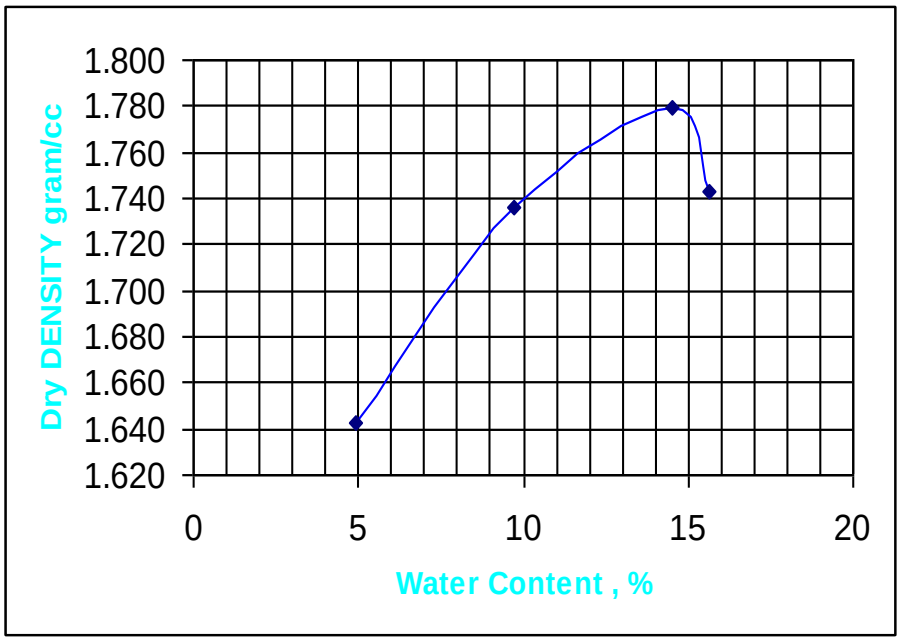
2. رياح قويه لها القدرة علي حمل حبيبات الرمل وإعطائها القدرة علي الحمل، وهذا العامل موجود لان منطقة الدراسة تقع في منطقة العواصف الهوجاء. يؤكد الباحث بانجولد]1[انه إذا توفرت هذه العوامل فأن كميات كبيرة من الرمل يمكن انتقالها مئات بل آلاف الكيلومترات.

1.5 طبيعة الرمل

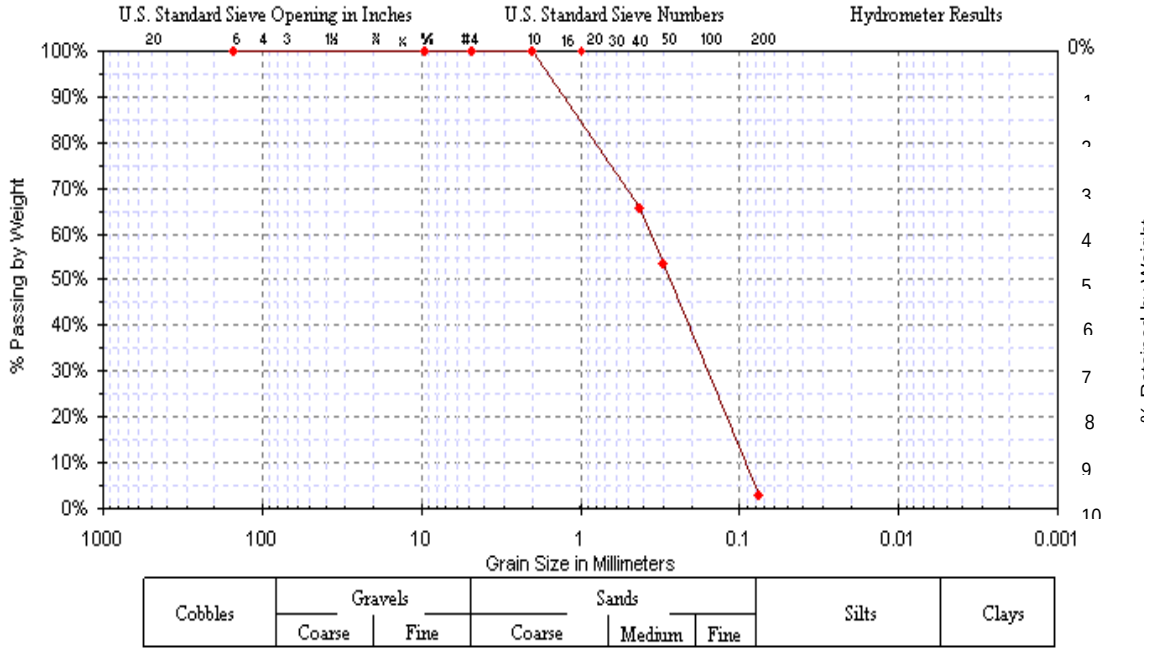
يعرف الرمل حسب قطره فمثلا الباحث بانجولد[1] عرف بأن قطر الرمل يتراوح ما بين 0.02 إلي 1.0مم، بينما عرفه الباحث هليبرانت[8] بأنه يتراوح ما بين 1.0 إلى 1.6مم. علية فأن معظم الباحثين أشاروا إلي أن أي حبة رمل خفيفة ويمكن حركتها أو زحفها بواسطة الرياح تعتبر رمل. أما تلك التي تصعد إلي طبقات الجو العليا فأنها تصنف علي أنها غبار(طمي أو طين). هذا وتتحرك حبيبات الرمل نتيجة دفع الرياح بطريقتين وهي.(Saltation and Surface Creep) الحركة الابتدائية للرمل Saltation ، حيث أنة عندما تهب الرياح علي منطقة الكثبان الرملية لها القدرة علي حمل حبيبات الرمل وإعطائها قوة دفع مما يجعلها تترسب مرة أخرى عندما تتعرض إلي عوائق أو تقل قوة الدفع وفي بعض الأحيان تمر حبيبات الرمل علي مناطق لا يمكن حصول عملية الترسيب فيها بهذا تنتقل الرمل إلي أماكن أخرى.وجزء آخر من الرمل يتدحرج علي السطح ويترسب في اقرب مكان من السطح. جزء كبير من حبيبات الرمل التي قطرها أقل من 0.02 مم فأنها تصعد مسافة 10متر فوق سطح الأرض وتترسب في مكان آخر عندما تتوفر الظروف الملائمة.

2.5 تحليل العينات

في إطار تجميع المعلومات والتأكد من تصنيف حبيبات الرمل ودراستها وتصنيفها وحساب قطرها تم آخذ عينات من جانبي الطريق، بعض من نتائج هذه الاختبارات موضحة بالشكلين 2و3. التحليل الحبيبي لعينات هذه التربة يعكس محتويات ونوعية هذه التربة الرملية والتي هي تربة رملية ناعمة الحبيبات إلى متوسطة الخشونة وذات تدرج ضعيف حيث انه لجميع العينات فان معامل الانتظام ($Cu<5$).



شكل (2) العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي



Date :	16/12/2007	D_{10} =	0.11	**Classification**	% Gravel
Tower	0	D_{30} =	0.20	SP, Poorly graded Sand	0.00%
Sample #:	1	D_{60} =	0.37		% Sand
Source:		C_C =	0.98	**Specifications**	97.08%
Project:	01/00/00	C_U =	3.44	#REF!	% Silt & Clay
Company	0	**Liquid Limit=**	#REF!		2.93%
Location:	براك	**Plastic Limit=**	#REF!	Fineness Modulus	Sample Meets Specs
Depth:	0.0	**Plasticity Index=**	#REF!	1.75	**No Data**

Coarse Section		Actual Cumulative	Interpolated Cumulative			Fines Section		Actual Cumulative	Interpolated Cumulative		
Sieve	Size	Percent	Percent	Specs	Specs	Sieve	Size	Percent	Percent	Specs	Specs
US	Metric	Passing	Passing	Max	Min	US	Metric	Passing	Passing	Max	Min
0	0.00		100.0%			#4	4.750	100.0%	100.0%		
4.00"	100.00		100.0%			#8	2.360		100.0%		
3.00"	75.00		100.0%			#10	2.000	100.0%	100.0%		
2.50"	63.00		100.0%			#16	1.180		82.2%		
2.00"	50.00		100.0%			#20	0.850		75.0%		
1.75"	45.00		100.0%			#30	0.600		69.5%		
1.50"	37.50		100.0%			#40	0.425	65.7%	65.7%		
1.25"	31.50		100.0%			#50	0.300	53.4%	53.4%		
1.00"	25.00		100.0%			#60	0.250		42.2%		
7/8"	22.40		100.0%			#80	0.180		26.5%		
3/4"	19.00		100.0%			#100	0.150		19.7%		
5/8"	16.00		100.0%			#140	0.106		9.9%		
1/2"	14.00		100.0%			#170	0.090		6.3%		
3/8"	9.50	100.0%	100.0%			#200	0.075	2.9%	2.9%		
1/4"	6.30		100.0%			#270	0.053				
#4	4.75	100.0%	100.0%								

Copyright Spears Engineering & Technical Services PS, 1996-2004

شكل (3) الترج الحبيبي لعينة من تربة الزلاف

6. الاستنتاجات والتوصيات

1.6 الاستنتاجات

من خلال هذا السرد المتواضع لبعض المعلومات ومحاولة أولية للتفكير في حل هذه المشكلة، مشكلة تراكم الرمال علي الطريق الحيوي سبها براك نستنتج التالي:

- تتراكم الرمال في مناطق معينة ومحدده ومعروفة ولا تزيد مسافتها في كل مقطع عن 40 متر ،
- لا تتراكم الرمال علي معظم مسار الطريق، وخصوصا في المناطق التي يرتفع منسوب الطريق عن منسوب ارض الطبيعي وفي المناطق التي بها مصدات رياح تمتد لمسافة أكتر من 50 متر كما هو الحال في المنطقة الزراعية المارة بها هذه الطريق.

2.6 التوصيات

- التركيز علي المعلومات المناخية وإنشاء مركز التجميع المعلومات المناخية،
- وضع خرائط للطرق بالبلدية وتحديد الأماكن التي تتجمع فيها هده الرمال
- تحديد كمية الترسيب اليومي والشهري والسنوي لهده الرمال واتجاهاتها وسرعات الرياح الناقلة لها
- يراعى الاستفادة من مياه الصرف الصحي لتشجير جانبي الطريق،
- يراعي التركيز علي زراعة النباتات الصحراوية علي جانبي الطريق والتي لا تحتاج إلي كميات كبيرة من الماء مثل الأثل والرسو وغيرها من تلك النباتات،
- يفضل عند خروج فريق المواصلات لفتح الطريق وجود خرائط معهم لتسهيل عملية إزاحة الرمال،
- يراعي أن تبعد الرمال عن الطريق مسافة 50 متر وتسوي وإزالة جميع الحواجز والعوائق الطبيعية والصناعية قدر الإمكان ،
- يراعى رش كميات من الطين وبسمك مقداره 10 سم في معظم المناطق الحرجة وذلك لغرض تغير خواص حبيبات الرمل،
- يراعي رش الماء المالح (هذه المياه موجودة في الزلاف) علي جانبي الطريق لتغير خواص الرمال،
- نرى في تطبيق مقطع الديناميكا الهوائية والذي تم تطبيقه بنجاح في دولة الكويت، نري فيه حل جذري لحل هذه المشكلة

7. المراجـع

[1]. Bangold, R.A., 1941 "The physics of wind blown sand and desert dunes" London, U.K, 1941.

[2] Al-Ofi, K.R., and Melkawi, K., "Design features of highways in drifting sand areas" Second Gulf Conference on Roads, Abu-Dhabi, UAE, 2004.

[3] شويعل علي، تثبيت الكثبان الرملية بمنطقة المصران (الجزائر)، مجلة الدراسات الصحراوية، العدد الاول، ربيع 1991

[4]. وحدة المناخ، مصلحة الارصاد الجوي " معلومات عن الرياح ودرجات الحرارة لمحطات: سبها، تراغن، اوبارى، و الكفرة) تقرير غير منشور – طرابلس 2006م.

[5] الهيئة القومية للبحث العلمي، المركز العربي لأبحاث الصحراء وتنمية المجتمعات الصحراوية، مجلة الدراسات الصحراوية، المجلد الأول، العدد الأول، ربيع 1991، ص 70–100.

دراسة عن حقول الكثبان الرملية وتقييم تراكم الرمال على الطريق مابين سبها وبراك – ليبيا

علي عكاشة مختار الأطرش محمد عبد الجليل
قسم علوم البيئة–كلية العلوم–جامعة المرقب قسم علوم البيئة–كلية العلوم–جامعة المنصورة
aly_okasha2002@yahoo.com

الملخص:

تشهد منطقة الدراسة تنمية شاملة لزيادة الرقعة العمرانية وتقليل العزلة الجغرافية. تواجه عمليات التنمية بمنطقة الدراسة بعض المحددات الطبيعية من أهمها مشكلة تراكم الرمال على الطرق حيث تتأثر منطقة الدراسة بمناخ جاف و ندرة فى المطر مع ذيادة فى معدل التبخر نتيجة لارتفاع درجة الحرارة فتلعب العمليات الرياحية (التذرية والنقل والترسيب) الدور الرئيسي في تشكيل السطح وتعتبر الكثبان الرملية احد أهم مظاهر السطح في المنطقة.

اشتملت الدراسة على قياسات حقلية ومعملية بهدف تحديد الظواهر الجيومورفولوجية الرئيسية مع التركيز على الكثبان الرملية وخصائص الرسوبيات وكذلك دراسة الرياح السائدة وقدرتها على حمل الرمال؛ كما أبرزت الدراسة مخاطر زحف الرمال على الأنشطة البشرية ممثلة بتراكم الرمال على الطريق المعبد الرابط بين مدينة سبها و مدينة براك. لقد تبين أن الجزء من الطريق المائل فى الاتجاة السائد لحركة الرمال أكثر تعرضا لتراكم الرمال.

قدمت الدراسة عدة مقترحات لتقليل أو منع زحف الرمال وكذلك لتثبيت الكثبان الرملية بالطرق الفيزيائية التي تشمل تغيير خفيف في تصميم الطرق القاطعة للاتجاه السائد لحركة الرمال واستعمال الأسوار الحاجزة والمحولة للرمال والطرق الكيميائية باستخدام المركبات التي لها القدرة على تماسك الرمال والطرق البيولوجية بتنمية الغطاء النباتي وقد أشارت الدراسة إلى أهم النباتات المحلية التي لها القدرة على تثبيت الكثبان الرملية.

الكلمات الدالة : تراكم الرمال ، تأثير الرياح، طريق سبها

المقدمــة :

يشكل الطريق الصحراوي بين مدينة سبها ووادي الشاطئ العصب الرئيسي لربط مدينة سبها والعديد من المدن الأخرى بجنوب الجماهيرية بالعاصمة طرابلس وغيرها من المدن الساحلية. تزايد التركيز على هذا الطريق بشكل كبير في السنوات الأخيرة حيث أصبح المنفذ البري الوحيد لمدينة سبها وذلك مع تراكم الكثبان الرملية على طريق سبها – هون،

ويعاني طريق سبها – براك من مشكلة تراكم الرمال عليه مما يعيق حركة المواصلات على هذا الطريق ويجعل دراسة ضرورة ملحة حتى يتسنى للجهات المختصة وضع الحلول المناسبة والعملية لهذه المشكلة وخاصة من حيث إمكانية صيانة الطريق وفق الاعتبارات التصميمية التي تحد قدر الإمكان من تراكم الرمال عليه.

تتركز هذه الدراسة في المنطقة الممتدة على جانبي الطريق المعبد الرابط بين مدينة سبها ومدينة براك وعلى مسافة 40كم من إجمالي طول الطريق البالغ 74كم وذلك للمنطقة الأكثر تعرضا للتأثر بحركة الرمال من مدخل مدينة سبها وحتى المشاريع الزراعية بمنطقة براك والتي تقع بين دائرتي عرض $27^{o}\ 10^{-}$ و $27^{o}\ 29^{-}$ شمالا وبين خطي طول $14^{o}\ 24^{-}$ و $14^{o}\ 32^{-}$شرقا (شكل 1).

يسود منطقة الدراسة مناخ قاري صحراوي يتميز بتذبذب كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار والشتاء والصيف حيث تبلغ أقصى درجة حرارة 046.2م واقل درجة حرارة –4.4 0م [3]، ويقل معدل المطر السنوي في المنطقة عن 6 ملم، وتسودها بشكل عام الرياح الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية تبعا لفصول السنة ويبلغ متوسط سرعة الرياح السنوية في المنطقة حوالي 7.9 عقدة/ساعة مع الأخذ في الاعتبار أن سرعة الرياح تختلف باختلاف أشهر السنة [2].

التحليل الكمي للعمليات الرياحية:

بتحليل سرعات الرياح المتحصل عليها من محطة الأرصاد بمدينة سبها ولمدة سنة كاملة تبين أن نسبة تواجد الرياح المؤثرة (القادرة على تحريك الرمال) في جميع الاتجاهات وعلى مدار السنة كانت 37.71% ، وأعلى نسبة تواجد للرياح كانت 10.33% و 9.75% من الاتجاه S60E خلال فصلى الربيع والخريف على التوالي كما بلغت 13.45% من الاتجاه N30E في فصل الصيف ، بينما في فصل الشتاء كانت نسبة تواجد الرياح المؤثرة اقل بشكل ملحوظ عنها فى باقي الفصول كما انها كانت غير مستقرة في اتجاه معين (شكل 2)، وإجمالا على مدار السنة تهب الرياح المؤثرة اساسا من الاتجاهات الشرقية (شكل 2).

جيومورفولوجية المنطقة:

تشمل جيومورفولوجية منطقة الدراسة عدة نطاقات حيث تمتد فرشة رملية (صحراء رملية منبسطة) تنتشر عليها بعض النباتات الصحراوية المتفرقة والممتدة على طول حوالي 12كم من مدخل مدينة سبها وحتى مسافة 47كم عن مدينة براك (شكل 3) ثم تمتد منطقة الكثبان الرملية على طول 22كم وحتى قبل مدينة براك بمسافة 25كم؛ وتتميز الكثبان الرملية بأنها طولية من النوع السيفي والتي يبلغ ارتفاعها الى أكثر من 6 متر في المناطق الملاصقة للطريق (شكل 4)، ثم

أخيرا تمتد حتى نهاية منطقة الدراسة كصحراء منبسطة تمثل فرشة رملية سطحها مغطى بالحصوات الرمادية، وتنتشر عبر المنطقة مجموعة من التجمعات الرملية الناتجة عن اصطدام الرياح ببعض التجمعات النباتية مما يشكل تجمعات النبكات التي يبلغ ارتفاعها الى 1.6 متر (شكل 5).

التحليل الحجمي للحبيبات:

جمع في هذه الدراسة عدد 17 عينة من الرمال المتواجدة على جانبي الطريق لدراسة الخصائص الحجمية للرمال ممثلة بأربع عينات لمنطقة الفرشة الرملية و ثلاثة عشر عينة تمثل الكثبان الرملية التي تتداخل مع الطريق (شكل 6)؛ ولقد أخذ فى الاعتبار جمع عينات من الجانب المواجه للرياح والجانب المدابر للرياح للكثبان الرملية وذلك لوصف توزيع الحبيبات الرملية على الكثبان الرملية.

تم اجراء التحليل الحجمى للعينات وحساب المعاملات الحجمية للحبيبات بعد تطبيق المعادلات طبقا لطريقة[4] ؛ ويمثل جدول (1) معاملات التحليل ألحجمي ووصف للرمال. تشير النتائج أن رمال الفرشات الرملية متوسطة الحجم، بينما تتراوح رمال الكثبان الرملية بين رمال متوسطة على الجانب المواجة للرياح و رمال ناعمة على الجانب المدابر للرياح (جدول 1).

يشير تصنيف رمال الفرشات الرملية الى أنها ذات تصنيف ضعيف، بينما يتراوح تصنيف رمال الكثبان الرملية مابين الضعيف و الجيد جدا؛ كما يشير تماثل توزيع أحجام رمال الفرشات الرملية الى حيود موجب جدا بينما يتراوح لرمال الكثبان الرملية مابين متماثل وحيود موجب جدا (جدول 1).

معدلات انسياق الرمال:

تتحكم الرياح المؤثرة (مقدارا و اتجاها) بكميات و اتجاهات الرمال المنساقة، ولقد استخدم مصطلح معدل الأنسياق (DP) كمقياس لقوة تحريك الرياح للرمال لكل الأتجاهات ذات السرعات المؤثرة للرياح؛ و من ثم يمكن تقديرمحصلة معدل الأنسياق الناتج عن كل الاتجاهات (RDP)؛ وتستخدم النسبة (RDP/DP) للدلالة على التغير فى اتجاهات الرياح المؤثرة، حيث اقتراب قيمة RDP/DP من الواحد تدل على رمال منساقة برياح مؤثرة احادية الاتجاة، بينما تدل القيم القريبة من الصفر على رمال منساقة برياح مؤثرة متعددة الاتجاهات[5]. تم تقدير معدلات انسياق الرمال بإتباع [5]؛ كما تم تمثيلها بيانيا بوردة الرمال الموسمية و السنوية (أشكال 7 و 8). تبين أن أقل معدل لحركة الرمال يكون

خلال فصل الشتاء باتجاة N39E، بينما أكبر معدل لحركة الرمال يكون خلال فصل الخريف باتجاة N63W؛ كما تبين أن اتجاهات حركة الرمال فى فصلى الربيع و الصيف هى N73W و S82W على الترتيب (شكل 7).

يمثل الانسياق السنوى محصلة التباين الموسمى لحركة الرمال ومنة يتضح أن منطقة الدراسة ذات طاقة رياح عالية وتتبع نظام ثنائى الشكل مما يفسر سيادة الكثبان الرملية الخطية التى تتواجد مع هذا النوع من أنظمة الرياح؛ و أن اتجاة المحصلة السنوية لحركة الرمال يأخذ اتجاة N72W موازيا الاتجاة العام لحركة الكثبان الرملية الطولية بمنطقة الدراسة (شكل 9)؛ تبين من المشاهدات الحقلية أن حركة الرمال المتراكمة على الطريق تتخذ نفس الاتجاة حيث تتراكم الرمال لتغطى الجزء الشرقى من الطريق (شكل 10).

طرق التحكم فى حركة الرمال:

أوضحت الدراسة المقدمة أن حركة الرمال تكون باتجاة الشمال الغربى و الجنوب الغربى قادمة من الجنوب الشرقى و الشمال الشرقى (أى متحركة بصفة اساسية من الشرق الى الغرب)؛ الأمر الذى جعلها تقطع الطريق المعبد الممتد من سبها (جنوبا) الى براك (شمالا)، مع تراكمها على الأجزاء الشرقية من الطريق خصة المائلة منة فى اتجاة الرمال المنساقة.

أمكن صيانة الطريق وازالة الرمال التى تغطى أجزائة على فترات ولكنها تعاود التراكم مما يتطلب الاستمرار فى الازالة الدورية للرمال المتراكمة على الطريق [2]. يمكن تقليل أو الحد من تراكم الرمال المنساقة بتطبيق الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المناسبة شرق الطريق كالأتى:

استخدام مصدات الرمال؛ وهى أكثر الطرق الفيزيائية شيوعا للتحكم فى هجرة الكثبان الرملية حيث يوجد نوعان من المصدات هما مصدات مائلة على اتجاة الرياح السائدة فتحرف الرياح وبالتالى تحرف الرمال المنساقة بعيدا، ومصدات متعامدة على اتجاة الرياح السائدة فتسبب ترسب الرمال قبل وصولها الى المنطقة المراد حمايتها.

يمكن تقليل تراكم الرمال على الطريق بإتباع الطريقة المقدمة بواسطة [6] و الموضحة في شكل (11). حيث يوصى بانشاء الطريق بقطاع عرضى مرتفع نسبيا عند الجانب المدابر للرياح عن الجانب المقابل للرياح (15 سم لكل 9 متر عرض للطريق) وذلك بأماكن تراكم الرمال على الطريق. بذلك ينظف سطح الطريق تلقائيا ولا يحدث تراكم للرمال علية، و يرجع ذلك إلى أن الميل الخفيف لسطح الطريق يؤدى إلى زيادة سرعة الرياح بالضغط الجانبي لخطوط التدفق على سطح الطريق[6].

يمكن تثبيت الكثبان الرملية شرق الطريق برشها بالإسفلت و الزيوت النفطية التي تعمل على تثبيت الرمال [1 ، 7] وتكثيف زراعة و تنمية النباتات مثل الطرفاء والرثم والزيزفون وغيرها من النباتات المحلية.

المراجـع العربية

1- شويعل، على (1991): تثبيت الكثبان الرملية بمنطقة المصران. مجلة الدراسات الصحراوية، المجلد الأول، العدد الأول، ص (79-100).

2- مخلوف، عيسى و الشامى، كامل (1994): دراسة مخاطر زحف الكثبان الرملية على جانبى طريق سبها- براك الشاطىء-جنوب ليبيا. مجلة جامعة سبها الجزء ب، العدد 1.

المراجـع الأجنبية

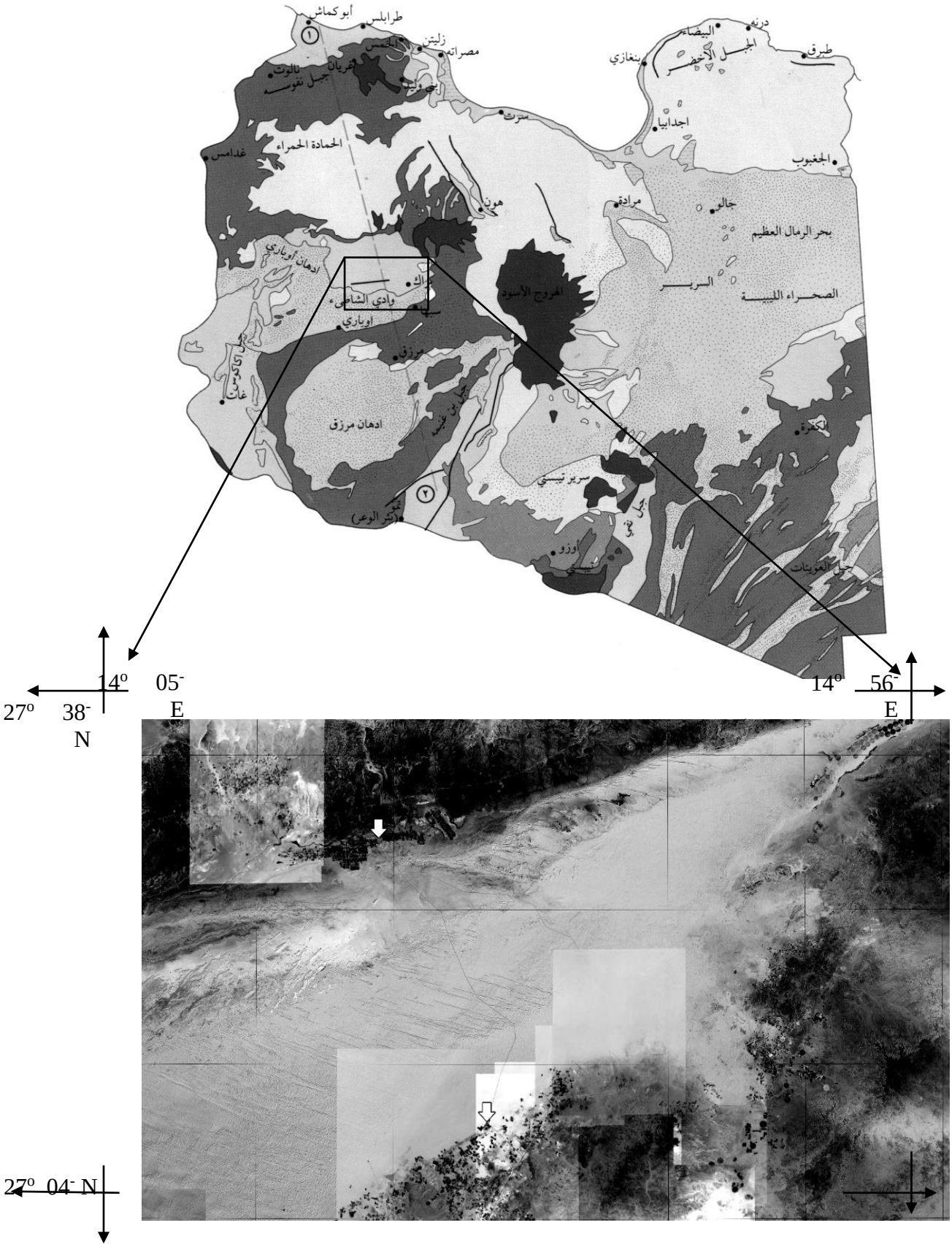
3- Ben Mahmoud, K. R. and Abdulgawad G. M. (1995):
Nature and properties of selected desert soils of the Fezzan area of Libya, J. Basic and Applied Sciences, No 1, 3rd year, pp 243-258.

4- Folk, R. L. and Ward, W. C. (1957):
Brazose river bar: a study on the significance of grain size parameters. J. Sed. Petrology, 27, PP. 514-529.

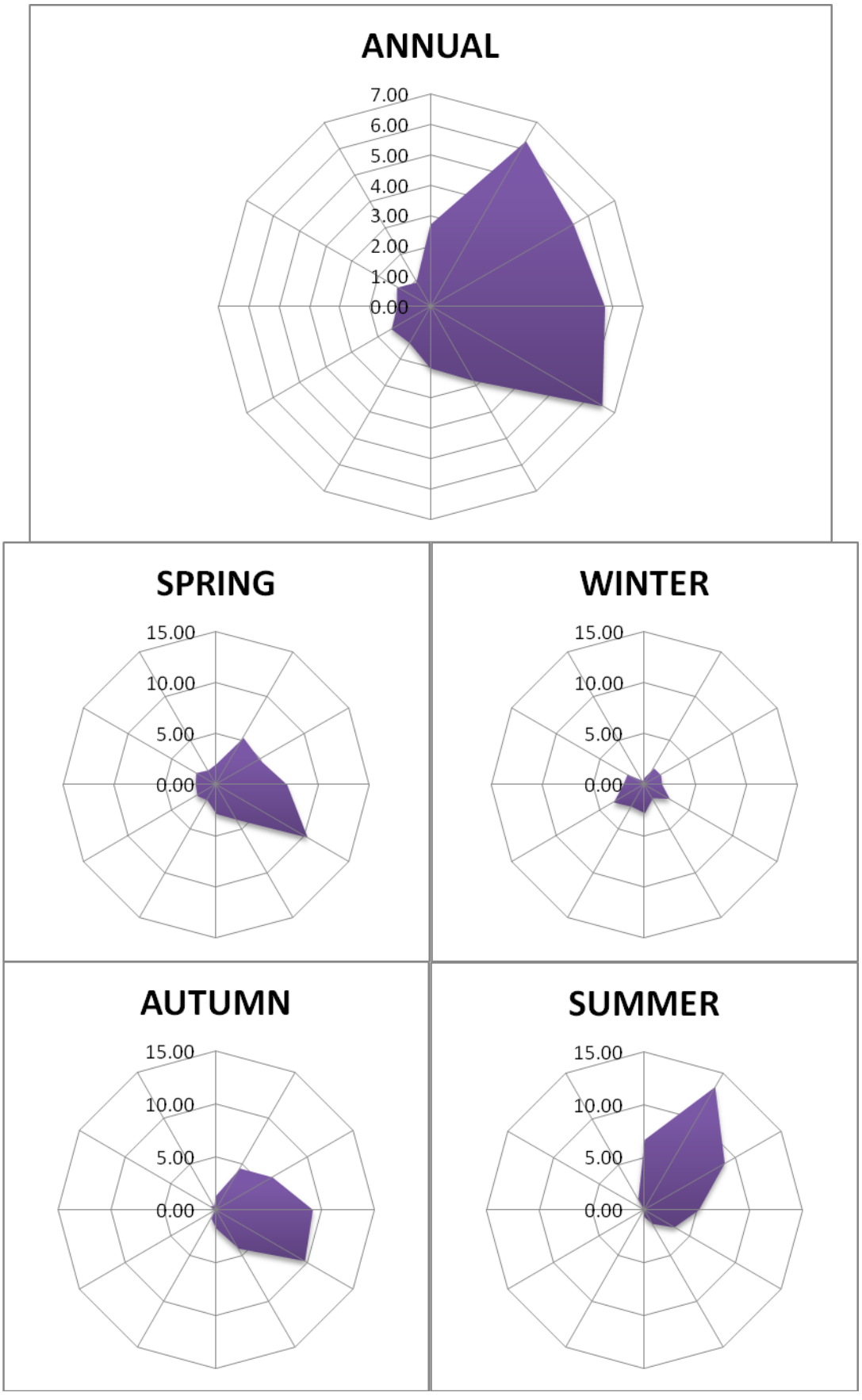
5 - Fryberger, S. G. (1979):
Dune form and wind regime. In: McKee, G. D. (Ed.), a study of global sand seas. US Geological Survey professional paper 1052, PP. 137-169.

6- Kerr, R. C. and Nigra, J. O. (1952):
Eolian sand control. Bulletin of American Association of Petroleum Geologists, 36 (8), PP. 1541-1573.

7- Misak, R. F. and Draz, M. Y. (1997):
Sand drift control of selected coastal and desert dunes in Egypt: case studies. Journal of arid environments, 35, PP. 17-28.

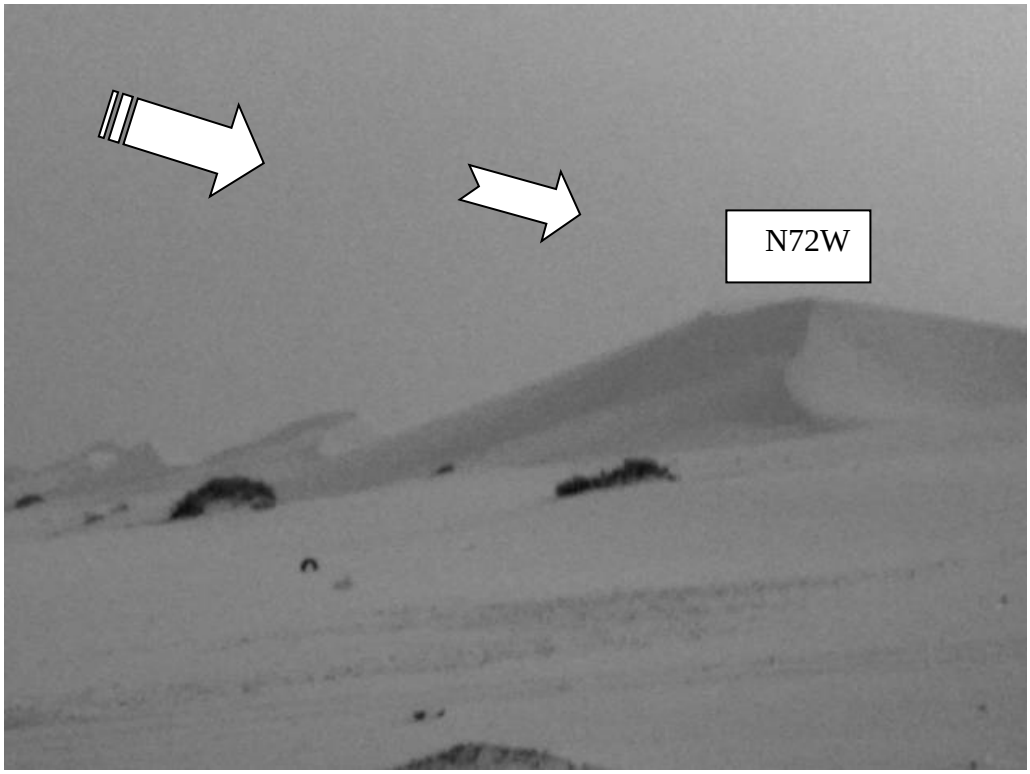


شكل (1): يوضح موقع منطقة الدراسة.

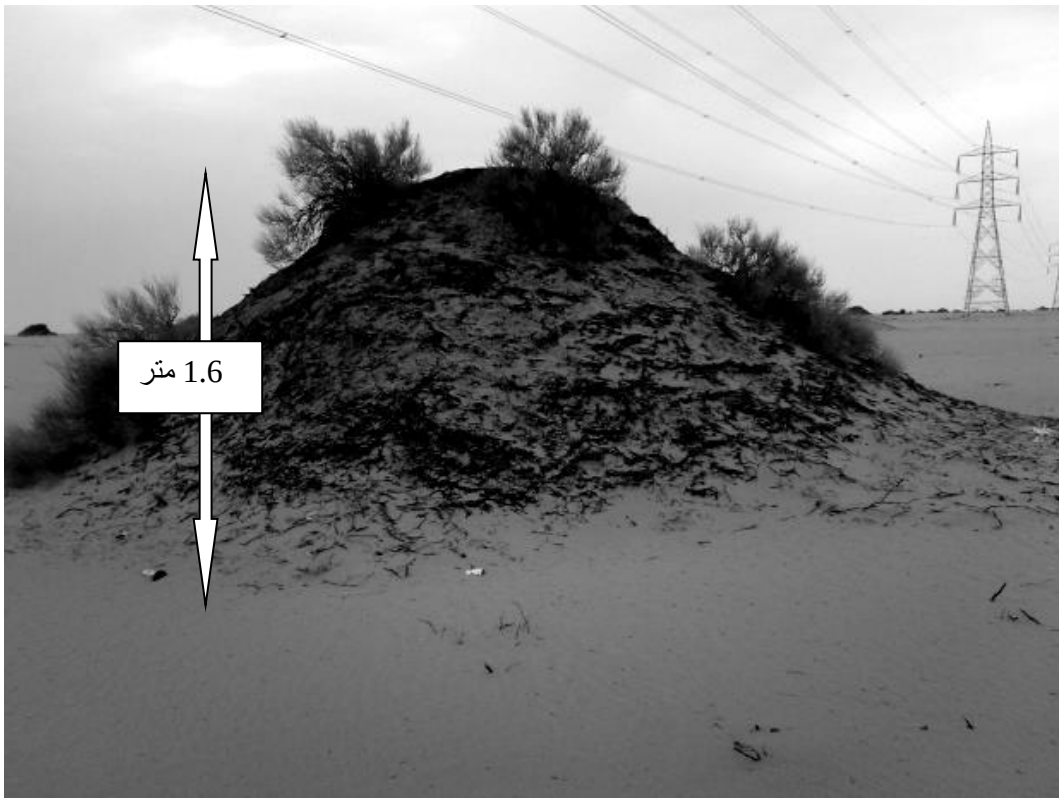


شكل (2): وردة الرياح للسرعات المؤثرة كنسبة تواجد.

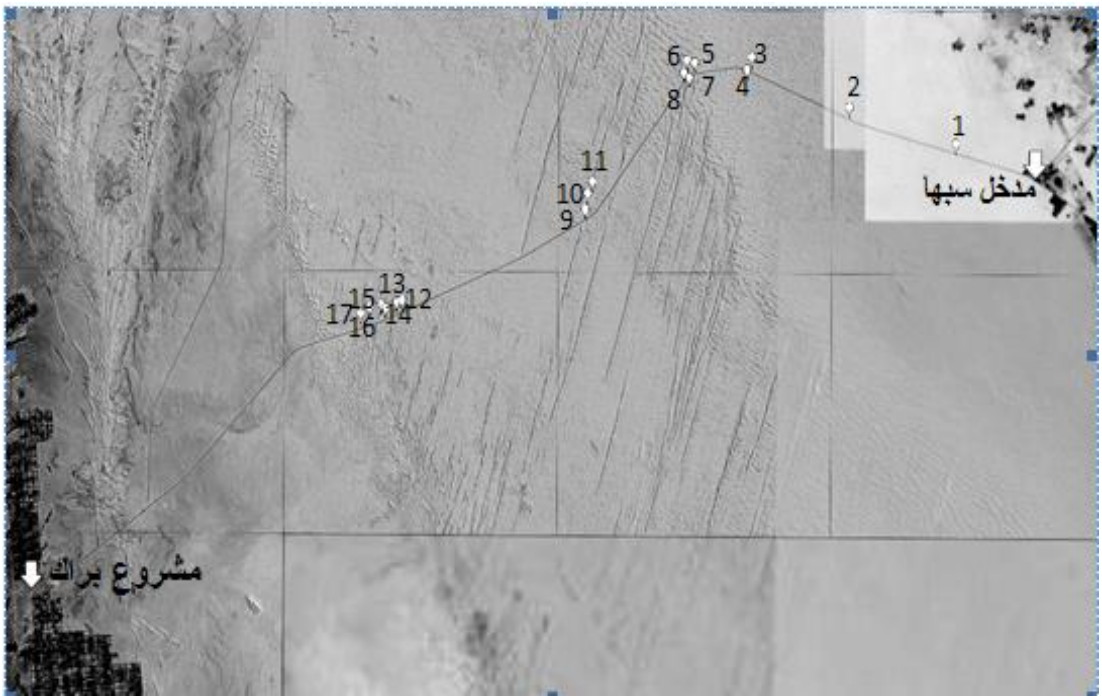
شكل (3): فرشة رملية تنتشر عليها بعض النباتات الصحراوية.



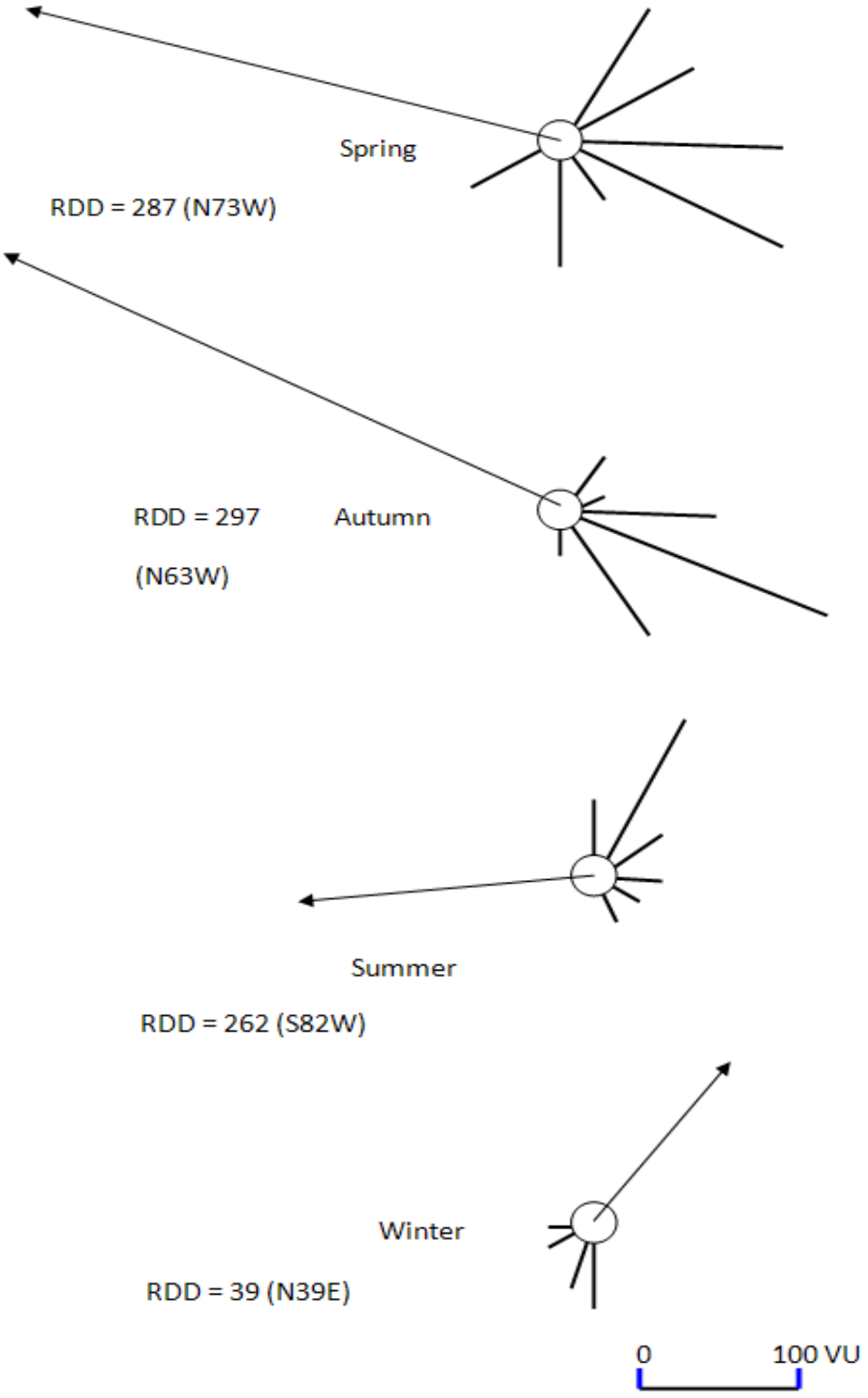
شكل(4): كثبان رملية طولية تمتد باتجاه N72W لتقطع الطرق المعبد بين سبها و براك.



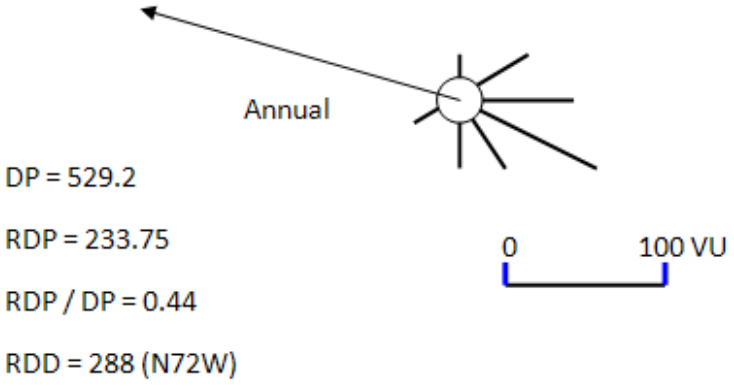
شكل (5): تجمعات رملية منفصلة (نبكة) نتيجة تواجد الغطاء النباتي.



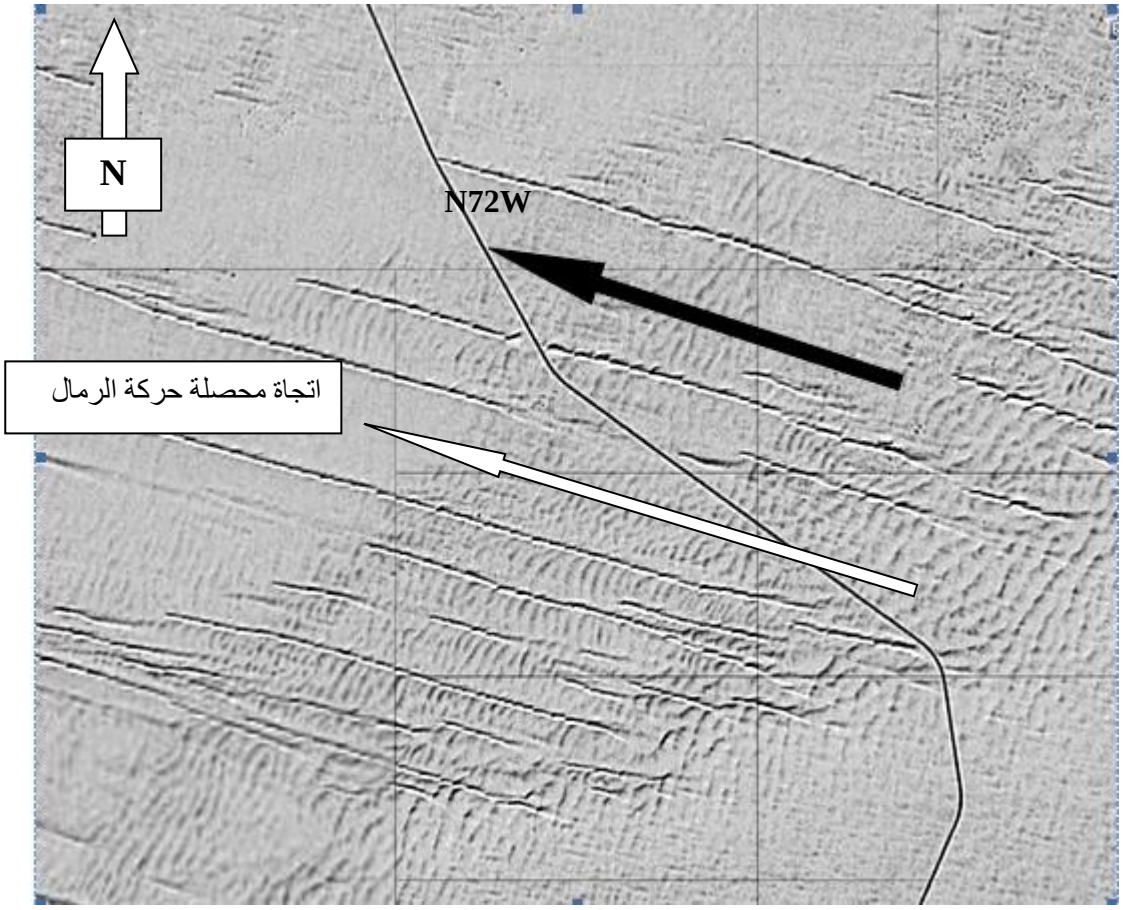
شكل (6): يوضح أماكن جمع العينات.



شكل (7): وردة الرمال للفصول الأربعة بمنطقة الدراسة.

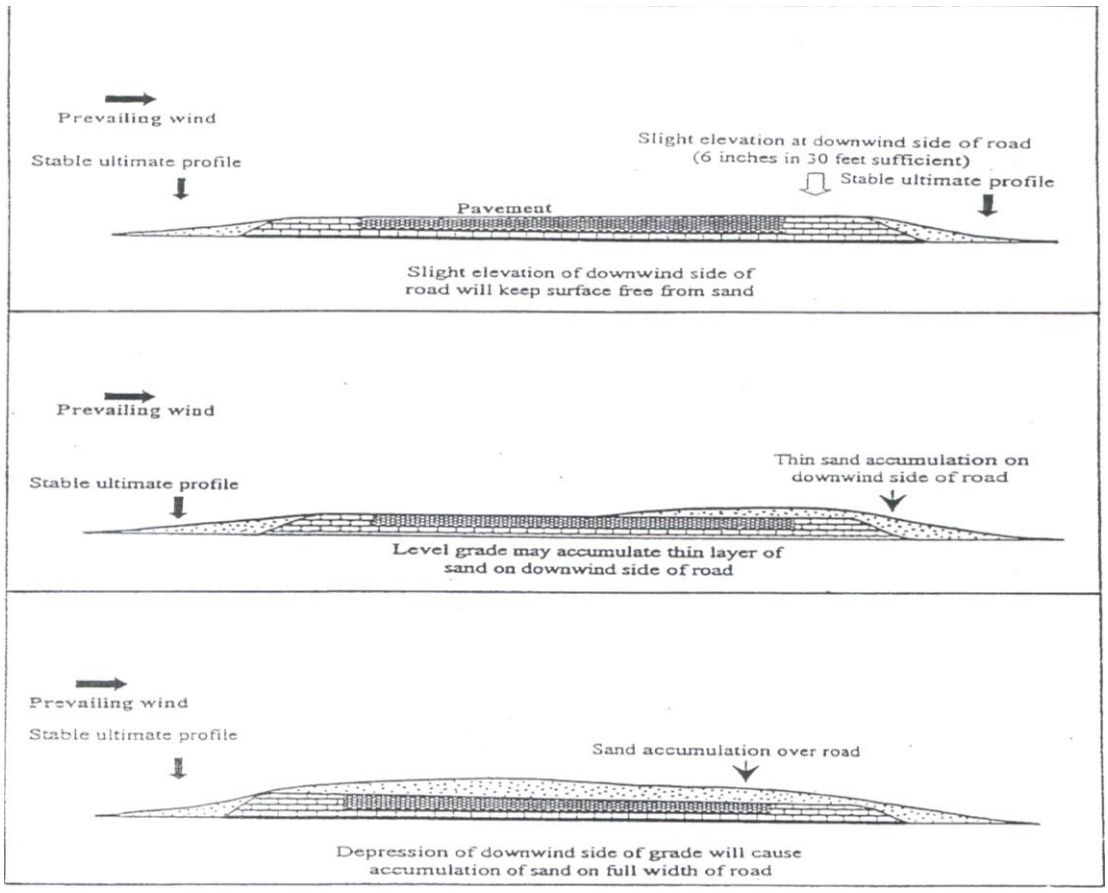


شكل (8): وردة الرمال السنوية لمنطقة الدراسة.



شكل (9): اتجاه محصلة حركة الرمال يمتد باتجاه امتداد الكثبان الرملية الطولية.

شكل (10): تراكم الرمال على الطريق المعبد بين سبها وبراك؛ لاحظ التراكم على الجزء الشرقى من الطريق.



شكل (11) : تأثير انحدار الطريق على تراكم الرمال (Kerr and Nigra, 1952).

جدول (1) : معاملات التحليل الحجمي ووصف الرمال.

رقم العينة	النوع	Mz	бI	SKi	الوصف		
1	فرشة رملية	1.61	1.68	0.78	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
2	فرشة رملية	1.83	1.54	0.48	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
3	فرشة رملية	1.60	1.30	0.46	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
4	فرشة رملية	1.46	1.16	0.48	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
5	كثبان رملية	1.94	1.33	0.17	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب
6	كثبان رملية	1.95	1.44	0.32	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
7	كثبان رملية	1.73	1.09	0.34	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
8	كثبان رملية	1.53	1.17	0.39	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
9	كثبان رملية	1.85	1.16	0.25	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب
10	كثبان رملية	1.87	1.25	0.28	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب
11	كثبان رملية	1.91	1.21	0.30	رمل متوسط	تصنيف ضعيف	حيود موجب جدا
12	كثبان رملية (و)	1.60	0.29	0.01	رمل متوسط	تصنيف جيد جدا	متماثل
13	كثبان رملية (د)	2.25	0.45	0.00	رمل ناعم	تصنيف جيد	متماثل
14	كثبان رملية (و)	1.90	0.64	0.00	رمل متوسط	تصنيف شبة جيد	متماثل
15	كثبان رملية (د)	2.08	0.48	0.01	رمل ناعم	تصنيف جيد	متماثل
16	كثبان رملية (و)	1.68	0.53	0.41	رمل متوسط	تصنيف شبة جيد	حيود موجب جدا
17	كثبان رملية (د)	2.00	0.45	0.10	رمل ناعم	تصنيف جيد	حيود موجب

و = الجانب المواجه للرياح من الكثيب الرملي.

د = الجانب المدابر للرياح من الكثيب الرملي.

انتفاخ التربة في المناطق الصحراوية

د.عبدالعاطي بالخير
أستاذ مشارك– قسم الهندسة المدنية – جامعة قاريونس
E-mail: Belkhir@yahoo.com

أ.م . فوزي خضر الدليمي
أستاذ مساعد– قسم الهندسة المدنية – جامعة عمر المختار
E-mail: Fawzialdolimi@yahoo.com

الملخـص:

يتناول البحث ظاهرة انتفاخ التربة في المناطق الصحراوية ويتكون هذا النوع من التربة في المناطق الترسيبية الصحراوية وهذه المناطق غنية بالأيونات المختلفة التي تساعد في تكوين التربة الطينية حيث أن التركيب المعدني للجزء الطيني هو العامل الأساسي الذي يؤثر في انتفاخ التربة ووجود معدن المونتمورلينايت الذي يمتاز بالتركيب الطبقي والذي يمتص أحد الأيونات الشرهة للمياه بين هذه الطبقات مما يجعلها شرهة لامتصاص المياه وتباعد هذه الطبقات عن بعضها مما يؤدي إلى انتفاخها .

التربة التي تم دراستها هي تربة طينية بنية اللون قوية وتحتوي على حبيبات صغيرة من كربونات الكالسيوم وقد صنفت هذه التربة حسب نظام التصنيف الموحد بأنها تربة طينية ذات لدونة متوسطة إلى عالية (CL-CH) وتحتوي على نسبة (37–40%) من المواد الطينية وحجم جزيئاتها (0.002)ملم أو أقل، وقد أظهر التحليل المعدني أن المعادن الطينية المتواجدة بها هي الكاولينات والكلورايت والمونتمورلينايت أما المعادن غير الطينية فهي الكوارتز والكالسايت .

تشير نتائج اختبارات التربة الغير مشوشة وبمحتوى رطوبي متغير بين (8–21%) وكثافة جافة تساوي 17 كيلونيوتن /ملم^3 بأن ضغط الانتفاخ يتراوح ما بين (40–180) كيلونيوتن/ملم^2 وأن نسبة الانتفاخ تتغير من (3.5–8.5%).

كما تشير نتائج الاختبارات التي أجريت على تربة مشبعة جزئياً بالماء أن أعلى ضغط انتفاخ يحدث عند درجات تشبع تقارب (90%) بينما تحدث أعلى نسبة انتفاخ عند تشبع التربة كلياً بالماء، وأن الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي الأولى لهما تأثير كبير على كل من ضغط الانتفاخ ونسبة الانتفاخ.

هذا كما أوضحت نتائج الاختبارات أن دورات الترطيب والتجفيف تؤثر بشكل كبير على ظاهرة انتفاخ التربة حيث قلت نسبة الانتفاخ بمقدار (40%) وقل ضغط الانتفاخ بمقدار (32.5%) وذلك عند الدورة الرابعة للترطيب والتجفيف.

يخلص البحث إلى جملة من التوصيات تتعلق بالتأسيس في مناطق التربة الطينية الصحراوية .

المقدمــة :

تعرف التربة الانتفاخية ((Expansive soil)) على أنها التربة التي تبدي تغيراً في حجمها عند تغير محتواها الرطوبي. حيث يزداد حجمها (تنتفخ) عند زيادة المحتوى الرطوبي ويقل حجمها (تنكمش) عند نقصان محتواها الرطوبي. وتعد ظاهرة الانتفاخ في التربة أحدى أهم المشاكل التي تواجه المهندسين وخصوصاً في المناطق ذات المناخ الجاف أو شبه الجاف حيث تسبب هذه الظاهرة خسارة مادية كبيرة نتيجة للأضرار التي تحدثها في الأبنية والمنشآت وقنوات الري والطرق ... إلخ . كذلك من الممكن أن يؤدي الانتفاخ إلى تغير الخواص الهندسية للتربة كخواص القوة والأنضغاطية والنفاذية.

الأساسات التي تقام على هذا النوع من الترب الطينية تتعرض لقوى رافعة ((uplifting forces)) بسبب انتفاخ هذا النوع من التربة الطينية مما يسبب إضرارا بالغة قد تؤدي إلى الانهيار الكامل . والتربة القابلة للانتفاخ تكون صلبة ذات قيمة عالية للقص في حالتها الجافة الابتدائية، أما في حالتها الرطبة فإنها تفقد تلك الصفات. عندما يراد التصميم على هذا النوع من الترب يجب الأخذ بعين الاعتبار احتمالات الحركة من جانب هذه التربة والضغوط الناتجة عن انتفاخها، إذ يرجع انتفاخ هذه التربة إلى امتصاص الماء الحر بواسطة معادن الطين الداخلة في تركيبها وخاصة المنتموريليانيت ((Montmorillonite)) وتتوقف درجة الانتفاخ على عوامل مختلفة كثيرة منها نوع معدن الطين ونسبة وجوده وكثافة التربة ونسبة الحبيبات الطينية النشطة (الفعالة) إلى الحبيبات غير الطينية ومحتوى الماء الطبيعي والجهد الواقع على التربة.

ميكانيكية الانتفاخ : Mechanism of swelling

لأجل دراسة الانتفاخ كان لابد من توضيح ميكانيكية هذه الظاهرة، جميع نتائج الدراسات على هذه الميكانيكية كانت مستنبطة من الخواص الفيزوكيمياوية للتربة الطينية وكذلك خواص نظام التداخل بين الماء والتربة الطينية، كما أن للطبقة الأيونية المزدوجة دور أساسي في ميكانيكية الانتفاخ إذ إنها تؤثر على بعض الخواص الهندسية للتربة الطينية الحرة مثل معدن المونتموريليانيت كلما زاد حجم الطبقة الأيونية المزدوجة وزادت معه قابلية التربة للانتفاخ أما إذا زاد تركيز الايونات في الماء المتسبب للانتفاخ فأن سمك الطبقة الأيونية المزدوجة اللازمة للوصول إلى تركيز ايوني مساوي لتركيز الايونات في الماء الحر سيكون أقل وبالتالي يؤدي إلي تقليل قابلية التربة على الانتفاخ. أن عملية الانتفاخ تحصل نتيجة تأثير عدة عوامل ميكانيكية منفردة أو متجمعة وهي كما يأتي :-

1- جذب وتثبيت جزيئات الطين للماء بواسطة الامتزاز القطبي.

2- تميأ الأيونات القابلة للتبادل 3. الأمتصاص الشعري 4..قوى فان دروال

العوامل المؤثرة على خواص الانتفاخ:- Factors affecting swelling characteristics

هنالك العديد من العوامل المؤثرة على خواص الانتفاخ للتربة والتي يمكن أن تقسم إلى ثلاث مجموعات رئيسية:-

1- العوامل الفيزياوية : 2.العوامل البيئية : 3. العوامل الفيزوكيمياوية:

عمليات استخراج النماذج :

بالنسبة لعملية أخذ النماذج فقد تم عمل حفر بأبعاد (1.5م × 1.5م) وبعمق يتراوح (1-3)م ولأجل أخذ نماذج غير مشوشة ((undisturbed samples)) فقد استخدمت لهذا الغرض حلقات حديدية غير قابلة للصدأ ((stainless steel)) ثم صنعها بصورة متشابهة لحلقة جهاز التصلب تماماً وبقطر 76 ملم وارتفاع 19.05 ملم .

ويتم دفع هذه الحلقات داخل التربة عن طريق الضغط على قبعة خاصة ترتبط بحلقة التصلب من الأعلى ويتم إزالة التربة من أسفل وحول حلقة التصلب وبعدها تغلف بشكل جيد وبعدة طبقات من الأكياس البلاستكية للمحافظة على رطوبة النموذج ثم تنقل إلى المختبر لأجراء الاختبارات اللازمة عليها .

الفحوصات المخبرية:- Laboratory Tests

تم إجراء الفحوصات المختبرية الآتية على التربة :-

1- التحليل المعدني للتربة : 2.حدوث اتربرك : 3.الوزن النوعي :

4.التحليل الجيبي : 5.فحص التصلب :

فحص التصلب : Consolidation test

تم اجراء فحص التصلب للتربة بالاعتماد على الطريقة المقترحة من قبل الجمعية الأمريكية لفحص المواد (ASTM D2435-70) ، حيث أستخدم جهاز تصلب نوع WF-No24001 لفحص نماذج بقطر 76 ملم وسمك 19.05 ملم .

النتائج والمناقشة: Result & Discussion

الخواص الدليلية: Index properties

تم إيجاد قيم حدود اتربرك جدول (1) ومن هذه القيم صنفت التربة على أنها (CL-CH) وذلك حسب نظام التصنيف الموحد.

التحليل الجيبي للتربة : Grain size Analysis

جدول (2) يبين نتائج التحليل الجيبي للتربة حيث يتضح أن نسبة المواد الطينية تتراوح بين (37−40) % ومن خلال معرفة نسبة المواد الطينية ودليل اللدونة (P.I) تم إيجاد مقدار فعالية التربة Activity حيث أن :

$$\text{Activity} = \frac{P.I}{clay\%}$$

وكانت هذه القيمة تتراوح بين (0.63 إلى 0.82) وهذا يعني أن التربة تعتبر ذات فاعلية متوسطة .

الكثافة الجافة : Dry density

تم إيجاد الكثافة الجافة بأستخدام طريقتي الرص القياسية Standard compaction والمعدلة (Modrfied compaction) حيث كان مقدار الكثافة الجافة العظمى والمحتوى الرطوبي الأمثل كما يلي :

	Max γ_d KN/m^3	O.M.C %
القياسية	16.4	19
المعدلة	17.7	16.5

أما بالنسبة للكثافة الجافة الحقلية فكانت تتغير من 15.4 KN/m^3 إلى 17 KN/m^3 والمحتوى الرطوبي الطبيعي يتغير من 6.5 % إلى 24 % .

خصائص الانتفاخ : Swelling properties

تم حساب كل من نسبة وضغط الانتفاخ لنماذج غير مشوشة وذلك باستعمال تجريبي الانتفاخ الحر والحجم الثابت على التوالي . وهذه النماذج كانت بمحتوى رطوبي أولي يتراوح % (8−21) وكثافة جافة تتراوح بين KN/m^3 (15-17)

الشكلين (1) ، (2) يوضحان نسبة وضغط الانتفاخ وعلاقة كل منها بالمحتوى الرطوبي الأولي والكثافة الجافة . لقد كانت اعلى قيمة لنسبة الانتفاخ (6.5%) أما أعلى قيمة لضغط الانتفاخ فكانت ($185\ KN/m^2$)، بعدها تبدأ كل من نسبة وضغط الانتفاخ بالنقصان مع زيادة المحتوى الرطوبي الأولي ونقصان الكثافة الجافة ويستمر هذا النقصان إلى أن تنعدم خواص الانتفاخ عند محتوى رطوبي أولي يساوي 21% وهي قيمة مساوية إلى حد اللدونة (P.L).

يتضح من الشكلين (1)، (2) أن الكثافة الجافة والمحتوي الرطوبي الأولي يؤثران وبشكل كبير على كل من نسبة وضغط الانتفاخ. ويمكن القول أن الكثافة الجافة تؤثر على نسبة الانتفاخ أكثر من تأثيرها على ضغط الانتفاخ. أما المحتوى الرطوبي الأولي فيؤثر على ضغط الانتفاخ أكثر من تأثيره على نسبة الانتفاخ .

العلاقة بين الإجهاد المسلط ونسبة الانتفاخ : Relation between external pressure & swelling percent

- **التربة المغمورة كلياً بالماء : -**

التربة في الموقع تتعرض إلى ضغوط مختلفة ناتجة عن أحمال المنشآت المقامة عليها ولدراسة تأثير هذه الضغوط على نسبة الانتفاخ تم إجراء هذه التجربة والتي تعرف بتجربة الضغوط المختلفة (Multy pressure test) حيث تم إيجاد العلاقة بين الضغط المسلط ونسبة الانتفاخ شكل (3) .

أن قيم الانتفاخ تقل بسرعة مع زيادة الأجهاد المسلط حيث تقل من (8.2%) إلى (2.8%) عند تغير الضغط المسلط من ($7\ KN/m^2$) إلى ($110\ KN/m^2$) وعند زيادة الضغط أكثر من ($110\ KN/m^2$) يكون تأثير الزيادة في الضغط على نسبة الانتفاخ أقل من القيم السابقة. وعند ضغط $220\ KN/m^2$) ينعدم الانتفاخ وهذه القيمة تسمى ضغط الانتفاخ (swelling pressure) بطريقة الضغوط المختلفة .

- **التربة المشبعة جزئياً : -**

أن التغيير في المحتوى الرطوبي في الحقل يكون تغيراً تدريجياً حيث تمر التربة بدرجات تشبع مختلفة قبل الوصول إلى درجة الإشباع الكاملة . ولدراسة هذه الظاهرة تم اختبار اربع مجاميع بنفس المحتوى الرطوبي الأولي والكثافة الجافة حيث اجريت تجربة الضغوط المختلفة على كل مجموعة وبأضافة كميات محددة من الماء حيث كان المحتوى الرطوبي النهائي

لكل مجموعة (13.4 ، 14.8 ، 18 ، 23) % وهذه تمثل درجات تشبع (100.90,68.62)% العلاقة بين الضغط المسلط ونسبة الانتفاخ ولكافة المجاميع. حيث يظهر أن تأثير الضغط المسلط على نسبة الانتفاخ يزداد كلما زادت درجة التشبع . كما أن ضغط الانتفاخ يزداد مع زيادة درجة التشبع لغاية درجة 90% وبعدها يقل عند درجات التشبع العالية .

نسبه الانتفاخ للتربة المشعبة جزئياً: Swelling percent of partially saturated soil

تم إيجاد نسبة الانتفاخ لنماذج ذات قيم مختلفة من المحتوى الرطوبي الأولى والكثافة الجافة ، حيث أضيفت كميات محددة من الماء إلي النماذج وحسب مقدار الانتفاخ الناتج من هذه الزيادة و الشكل (5) يبين العلاقة بين نسبة الانتفاخ و المحتوى الرطوبي النهائي لهذه النماذج . يلاحظ أن الزيادة في نسبة الانتفاخ تكون عالية عند إضافة الماء في بادي الأمر ونقل تدريجياً مع الزيادات في المحتوى الرطوبي إلي أن يتوقف الانتفاخ وكذلك يلاحظ أن نسبة الانتفاخ الناتجة من تغير المحتوى الرطوبي تقل مع نقصان الكثافة الجافة حيث كانت أعلى نسبة انتفاخ تساوي 8.5% لكثافة جافة 16.8kn/3m وعندما قلت الكثافة إلي 15.7 Kn/m3 أصبحت نسبة الانتفاخ 3.5 % ولنفس المحتوى الرطوبي النهائي من هذا يتضح أهمية عدم رص التربة التي لها القابلية على الانتفاخ إلي كثافة عالية . كذلك يلاحظ أن الزيادة في نسبة الانتفاخ مع الزيادة في المحتوى الرطوبي بعد الرطوبة المثلى (Optimum moisture) تكون قليلة حيث كانت أعلى زيادة لا تتجاوز 2% وعليه يجب أن ترص التربة ذات الخواص الانتفاخية في محتوى رطوبي أعلى من الرطوبة المثلى حيث أن ذلك يقلل من نسبة الانتفاخ وحتى في الكثافة العالية . وكذبك يلاحظ من الشكل (5) أن المحتوى الرطوبي الذي يتوقف عنده انتفاخ التربة يزداد كلما قلت الكثافة الجافة وذلك لكون نسبة الفراغات في التربة ذات الكثافة الواطئة أعلى مما هي عليه في الكثافة العالية .

ضغط الانتفاخ للتربة المشبعة جزئياً : Swelling percent of partially saturated soil

أجريت التجارب نفسها المستخدمة لدارسة نسبة الانتفاخ ولكن تم قياس ضغط الانتفاخ هذه المرة حيث ثم إيجاد ضغط الانتفاخ تحت درجات تشبع مختلفة والشكل (6) يبين العلاقة بين ضغط الانتفاخ و المحتوى الرطوبي النهائي حيث يلاحظ أن شكل المنحيات مشابهة إلي منحي رص التربة . أن ضغط الانتفاخ يزداد مع زيادة المحتوى الرطوبي النهائي إلي أن يصل إلي أعلى قيمة له وبعدها يقل ضغط الانتفاخ مع الزيادة في المحتوى الرطوبي وكما يحدث في منحى الرص . وأن مقدار الزيادة في ضغط الانتفاخ مع زيادة المحتوى الرطوبي تعتمد على قيمة الكثافة الجافة حيث أن نسبة الزيادة تكون أعلى وكذلك القيمة القصوى لضغط الانتفاخ عند زيادة الكثافة الجافة . أن المحتوى الرطوبي الذي يحدث عنده أعلى زيادة

في ضغط الانتفاخ يعتمد على قيمة الكثافة الجافة و المحتوى الرطوبي الأولى ، فينقل هذا المحتوى الرطوبي كلما كانت الكثافة الجافة عالية و المحتوى الرطوبي الأولى أقل ويظهر من الشكل (6) أن المحتوى الرطوبي الذي أعطى أعلى ضغط انتفاخ مع تغير الكثافة الجافة كان (20 ، 21.8 ، 23) % ولدرجات المشبع (86، 90، 91.3) % على التوالي أي أن أعلى ضغط انتفاخ يحصل عند درجات تتشبع أقل من 100% وعند الوصول إلي درجات التشبع الكاملة يقل ضغط الانتفاخ وكلما كان ضغط الانتفاخ أعلى كلما كان مقدار النقصان أكثر وسبب هذا النقصان هو حصول أنهيار جزئي في بينة التربة Partially collapsing .

تأثير دورات الترطيب على خواص الانتفاخ :

تعد ظاهرة الترطيب و التجفيف و التي تتعرض لها التربة من الظواهر الطبيعة التي توثر على خواص التربة بشكل عام وعلى خواص التربة القابلة للانتفاخ بشكل خاص . ولدراسة تأثير هذه الظاهرة على الخواص الانتفاخية للتربة تم تحضير مجموعة من النماذج وبمحتوى رطوبي أولي وكثافة جافة متساوية لكافة النماذج. عرضت هذه النماذج لعدد من دورات الترطيب والتجفيف إلى أن استقرت خواص الانتفاخ وكانت النماذج تجف دائماً إلى محتواها الرطوبي الأولي والذي هو (14%).

تأثير ظاهرة الترطيب والتجفيف على نسبة الانتفاخ .

يبين الشكل (7) العلاقة بين نسبة الانتفاخ مع عدد دورات الترطيب والتجفيف حيث تبين النتائج أن أعلى نسبة الانتفاخ والتي هي (6.75%) حدثت في الدورة الأولى وبعدها بدأت هذه النسبة تقل إلى أن استقرت في الدورة الرابعة حيث وصلت النسبة إلى (4.0%) . وأن هذا التغير يعزئ إلى تأثير الضغط السالب ((Negative pore pr)) والذي يحدث في التربة نتيجة التجفيف والذي بدوره يؤثر على بنية التربة وترتيب وضع الجزيئات حيث تتحول بنية التربة من بنية مشتتة ((more dispersed)) إلى بنية أكثر متجمعة ((more flocculated)) وهذا التحول في نسبة التربة يحدث خلال الدورات الأربع الأولى وبعدها يكون التغير قليلاً إلى ان يستقر.

تأثير ظاهرة الترطيب والتجفيف على ضغط الانتفاخ :-

يبين الشكل (8) العلاقة بين ضغط الانتفاخ وعدد دورات الترطيب والتجفيف ويبدو واضحاً أن ضغط الانتفاخ يقل مع زيادة عدد الدورات إلى أن يستقر تقريباً عند الدورة الرابعه. لقد كان أكبر تغيير حدث في ضغطا لانتفاخ عند الدورة الأولى حيث قل (17.5%) من القيمة الأولية والتي كانت (200 KN/m^2) وبعدها بدأ النقصان تدريجياً إلى ان وصل عند

الدورة الرابعة إلى ضغط انتفاخ ($143\ KN/m^2$) وكانت نسبة النقصان (32.5%) . ان سبب تغيير ضغط الانتفاخ في عدد دورات الترطيب والتجفيف يعود إلى التغير في وضع جزيئات التربة والذي يسبب انهاك التربة مما أدى إلي قلة ضغط الانتفاخ.

الاستنتاجات :-

لقد تم التوصل من خلال هذا البحث إلى الاستنتاجات الآتية :-

1. التربة الطينية التي أجري عليها البحث ذات خواص انتفاخية متوسطة إلى عالية .
2. أعلى ضغط انتفاخ يحدث في درجات تشبع تقارب 90% بينما أعلى نسبة انتفاخ تحدث في درجات التشبع الكاملة .
3. أن لكل من الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي الأولى تأثير على خواص الانتفاخ وقد أظهرت النتائج أن رص التربة بمحتوي رطوبي أعلى من الرطوبة المثلي ((O.M.C)) يقلل من نسبة الانتفاخ بشكل كبير .
4. أن لدورات الترطيب والتجفيف تأثير كبير على ضغط ونسبة الانتفاخ وإلى حد الدورة الرابعة حيث انخفض كل من الضغط ونسبة الانتفاخ .

التوصيات التي تتعلق بمعالجة التربة القابلة للانتفاخ والتأسيس فيها.:-

إذا كان ضغط الانتفاخ للتربة منخفض فإن المنشآت يتم تصميمها بالطريقة المعتادة. أما إذا كان ضغط الانتفاخ عالي فإنه يجب توخي الحذر في التصميم والتنفيذ على هذه التربة والتعامل معها. يتلخص التعامل مع التربة القابلة للانتفاخ عند التأسيس عليها بمايلي:-

1- أستبدال التربة القابلة للانتفاخ تحت الأساسات .

2- يجب أن يتم تغيير التربة القابلة للانتفاخ بالترطيب والدمك أو التحكم بطريقة ابعاد تأثير المياه عنها أو تثبيت التربة Stabilization .

3- أخذ الاحتياطيات اللازمة للمنشأ بحيث يقاوم الانتفاخ ويكون المنشأ ذا مرونة بحيث يقاوم ضغط الانتفاخ بدون انهيار أو التأسيس على أساسات عميقة أسفل المنطقة الفعالة للانتفاخ .

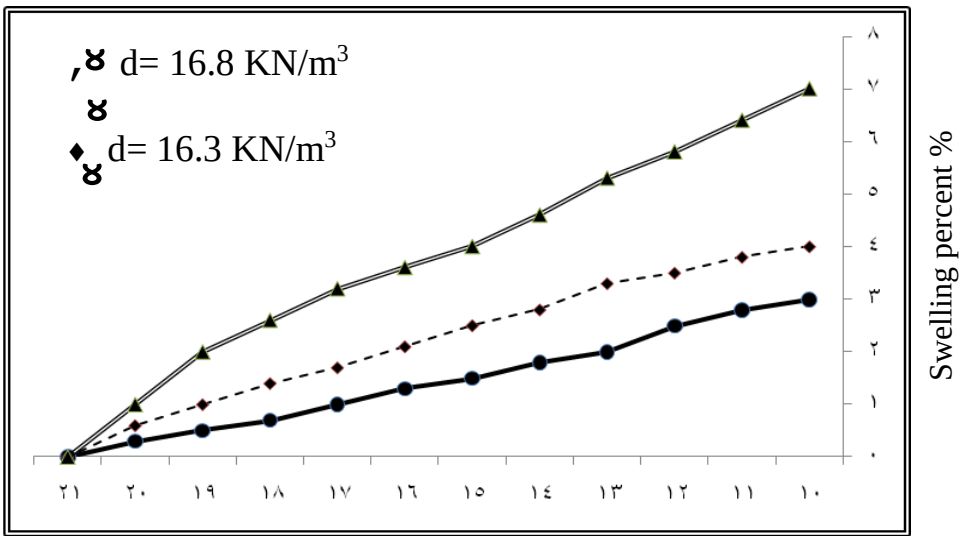
وكذلك لابد من الإشارة إلى أنه يفضل بأن يكون الضغط المسلط من المنشأ على التربة أكبر من ضغط الانتفاخ لتوخي التأثير المعاكس لضغط الانتفاخ على المنشأ .

جدول (1) الخصائص الدليلية للتربة

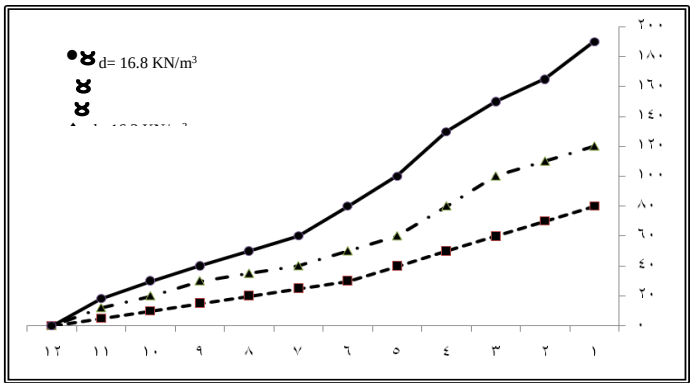
الفاعلية Activity	الكثافة النوعية G_s	حد الانكماش S.L %	دليل اللدونة P.I %	حد اللدونة P.L %	حد نسبوته L.L %	الكثافة الجافة KN/m^3	المحتوى الرطوبي الطبيعي %
0.73 – 0.78	2.70	11 – 12.5	27 - 31	18 - 20	48 - 50	15.4 - 17	6.5 – 2.4

جدول (2) نتائج تصنيف وتحليل التربة

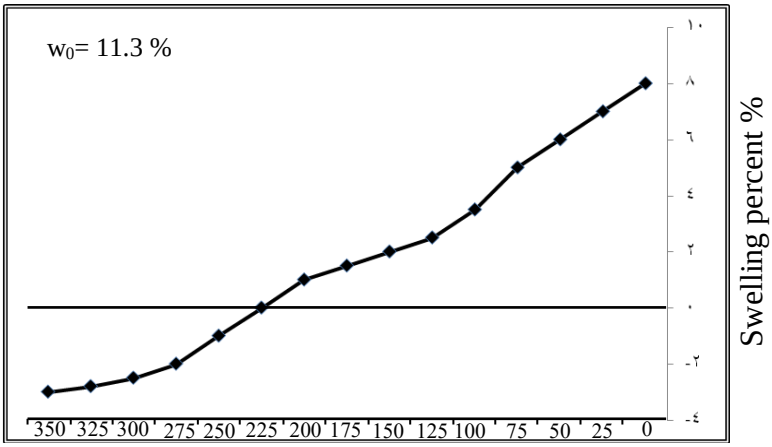
تصنيف التربة حسب طريقة التصنيف الموحد	التحليل الجيبي للتربة		
	الرمل %	الغرين %	الطين %
	0–5	58 – 65	37 – 40



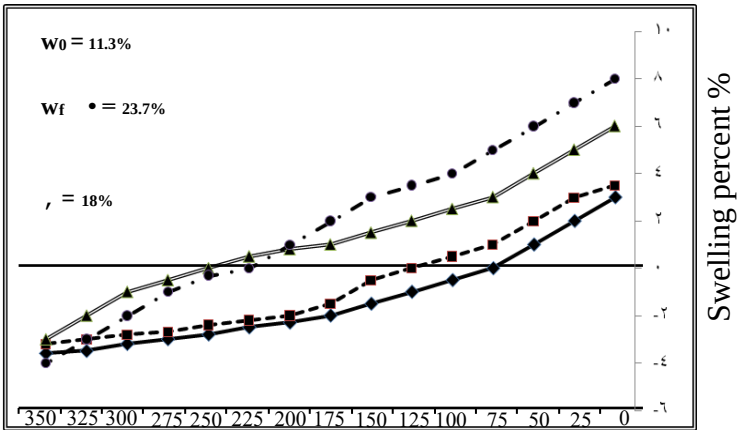
شكل رقم (1)العلاقة بين نسبة الانتفاخ والمحتوى الرطوبي الأولي للتربة الغير مشوشة



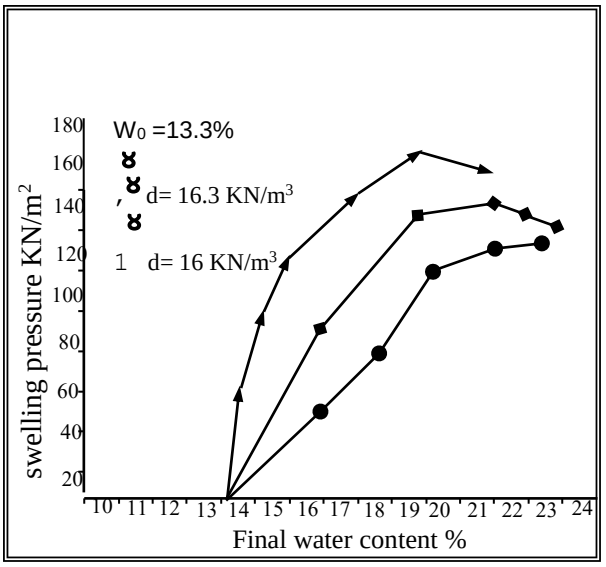
شكل رقم (2)العلاقة بين ضغط الانتفاخ والمحتوى الرطوبي الأولي
للترب الغير مشوشة



شكل رقم (3) العلاقة بين الإجهاد المسلط ونسبة الانتفاخ للتربة
المغمورة

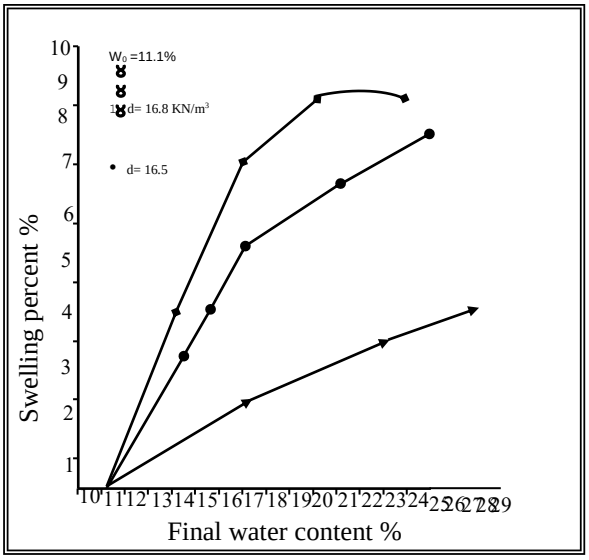


شكل رقم (4)العلاقة بين الإجهاد المسلط ونسبة الانتفاخ للتربة
المشبعة جزئيًا



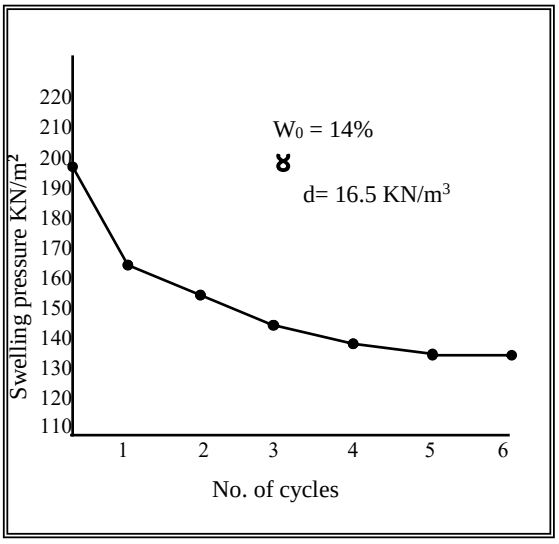
شكل رقم (6)

العلاقة بين المحتوى الرطوبي النهائي وضغط الانتفاخ



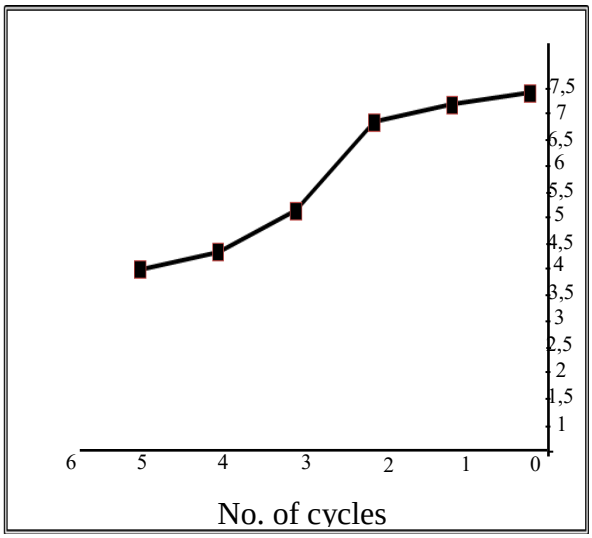
شكل رقم (5)

العلاقة بين المحتوى الرطوبي النهائي ونسبة الانتفاخ



شكل (8)

تأثير دورات الترطيب والتجفيف على ضغط الانتفاخ



شكل (7)

تأثير دورات الترطيب والتجفيف على نسبة الانتفاخ

References :

1- James, P.K., and James , E.S. "Assessment of Expansive soil in the united state", 4th, Int. conf on Expansive soil, Denever, Colorado, 1980, PP.596-609.

2- Ladd, C.L "Mechanism of swelling by Compacted clay", Highway Research Board, National Academy of science, No.245, 1959, PP.10-26 .

3- Mitchell, J.H, "Fundamental of soil Behaviour", John wiley, New York, U.S.A, 1976 .

4- Grim, R.E. "Clay Mineralogy", 2nd .ed, Mc Graw-Hill, New York, 1968.

5- Uthman, A.N. Al-Sangary. "Study of certain swelling properties for the soil of Mosul city", M.SC. thesis, college of engineering university of Mosul, Iraq, 1997.

6- AL-Layla, M.T, and Al-Ashou, M.O, "swelling properties of Mosul clay", Iraqi conference on engineering. LCE, Bagdad university Engineering College, Baghdad-Iraq, 1985.

7- Allam, M.M, and Sridharan, S. "Effect of wetting and Drying on shear strength", Journal of Geotechnical Engineering Div., ASCE, volume 107, No.4, 1981, PP.421-438 .

8- Al-Bashabsheh, M.A," Cyclic swelling Behaviour of clay", M.SC. thesis, college of engineering university of science and Technology, Irbid, Jordan,1995.

9- Dif, A.E, and Bluemel, W.F, "Expansive soil under cyclic Drying and wetting", Geotechnical Testing J., ASTM, vol.14, No.1, 1991,PP.96-102.

10- El-sohby, M.A, and Rabba, S.A "some factors Affecting swelling of clayey soil" Geotechnical Eng. Div, ASCE, vol.12, No.1, Jun. 1981, PP.19-39 .

11- Holtz, W.E, and Gibbs, I.H, "Engineering properties of Expansive clay" ASCE Transcation, vol.112, 1956, PP.641-677.

12- أ.د السيد عبدالفتاح القصبي" ميكانيك التربة "، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – ج.م.ع. 1993 .

دراسة معملية لتسرب المياه خلال الترب الرملية تحت المنشئات الهيدروليكية

د. مازن جلال محمد توفيق م.نبيل موسى م.حمزة سالم
قسم الهندسة المدنية– جامعة سبها
.mazinalnuaimy@yahoo.com

الملخص :

المنشات الهيدروليكية مختلفة ومتنوعة حسب الغرض من إستخدامها فتشمل السدود ، الخزانات ، الأحواض ، النواظم ، محطات الضخ...إلخ كلها تنشأ فوق أو تحت سطح التربة.والترب بصورة عامة إما صخرية فتحوي شقوق يتسرب من خلالها الماء أو ترب رسوبية تتكون أساسا من الطين أو الطمي أو الرمل أو الزلط تكون منفذة تسمح بحركة ومرور الماء خلالها .في كلتا الحالتين وإذا ما كانت ظروف تشغيل المنشأ الهيدروليكي تجعل منسوب المياه أمامه أعلى من منسوب المياه خلفه فأن المنشأ يكون معرضا لفرق ضاغط يؤدي إلى تسرب المياه خلال قاع المجرى أمام المنشأ لتخرج على امتداد الجزء المنفذ من قاع المجرى خلفه.هذا التسرب له تأثيرات سلبية خطيرة على المنشأ منها تكون قوى الرفع المائي التي تعمل على رفع المنشأ من الأسفل إلى ألأعلى فتقلل من وزنه وبذلك تسهل زحزحته أو إنقلابه ومنها أن الماء المتسرب تحت المنشأ يضغط على حبيبات التربة الموجودة في الأساسات ويحركها للخارج في ظاهرة تسمى الإنهيار الأنبوبي للتربة التي تؤدي في النهاية إلى إنهيار المنشأ.ومن نتائج التأثيرات السلبية المذكورة هو إنهيار عدد غير قليل من السدود في العالم ، ومن السدود التي تعاني جديا من تسرب المياه هو سد الموصل (العراق) الذي يحتاج حسب الدراسات الأخيرة إلى كلفة تعادل كلفة إنشاء سد جديد لحل مشكلة التسرب، وفي حال عدم حلها سوف يتم إخراج السد من الخدمة وإلا تعرض للإنهيار.

ولأهمية هذا الموضوع ندرس معمليا هذه الظاهرة خلال الترب الرملية التي تشكل المكون الأساسي للصحاري في الجماهيرية والتي هي بالطبع ترية الأساس للمنشأت المائية المختلفة التي سوف تقام عليها.

تضمنت الدراسة المعملية تهيئة نوعين من التربة الرملية ، وتم إجراء تجارب التحليل المنخلي لها،ولكل نوع من أنواع التربة تم تركيب ثلاثة أشكال من المنشأت المصمتة عليها بالتعاقب بعد وضع التربة بجهاز (Drainage and seepage tank) ، وللشكل الواحد من المنشأت ثم تحديد ورسم شبكات الجريان بطريقة النمذجة الهيدروليكية وقياس التصريف المار تحته عمليا ، وذلك لغرض مقارنته بقيمة التصريف المحسوبة نظريا والمعتمدة على قيمة معامل النفاذية الذي تم تحديد قيمته معمليا لكل نوع من أنواع الترب بإستخدام جهاز الجهد الثابت(Constant head). والغاية هي تحديد تأثير تغير نوع المنشأ ونوع التربة على مقدار التسرب (وتم أعادة التجارب هذه لنوع ثالث من التربة تم تكوينه من طبقتين الطبقة الأولى من النوع الثاني من التربة والطبقة الثانية من النوع الأول). وقد تبين بعد إجراء التجارب أن مقدار تسرب الماء من تحت المنشأت يعتمد على مقدار إرتفاع عمود الماء أمام السد فتزداد بزيادته ويعتمد أيضا على نوعية المنشأ وعلى نوعية التربة بدرجة كبيرة ، فلنوع التربة الأول والثاني يكون التسرب من تحت المنشأ على شكل ستائر لوحية أكبر من التسرب من تحت المنشأ على شكل حرف L مع كعب و التسرب الأقل يكون من تحت المنشأ على شكل حرف L.أما لنوع التربة الطبقية فيكون التسرب كبير في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه ويليه المنشأ على شكل حرف L، وأدنى قيمة للتسرب في حالم المنشأ على شكل حرف L مع كعب.

الكلمات الدالة : التسرب ، الترب الرملية ، المياه ، المنشأت الهيدروليكية ، النفاذية ، التحليل المنخلي.

المقدمــة:

يشير الكثير من المهندسين والباحثين المهتمين بأعمال التربة أن وجود الماء بفراغاتها له تأثير مباشر في حدوث الكثير من المشاكل الهندسية، سواء أثناء أو بعد التنفيذ وحركة المياه داخل فراغات التربة يسبب متاعب تنفيذيه، فقد يحدث هبوط في مبنى بسبب حركة الأساسات الناجمة عن تأثير الماء على التربة، وقد يساهم الماء في تدمير الأساسات الخرسانية نتيجة وجود مواد كيميائية مع المياه. وتعتمد حركة المياه خلال التربة على الاختلاف في الضغط الهيدروستاتيكي بين نقطتين داخل التربة،حيث يجري سريان الماء من النقطة ذات الارتفاع الهيدروستاتيكي الأعلى إلى النقطة ذات الارتفاع الهيدروستاتيكي المنخفض.

والدراسة المعملية تمت بواسطة جهاز(Drainage and seepage tank) قياس التسرب خلال التربة تحت المنشأت الهيدروليكية والتي يمكن بواسطته رسم خطوط السريان ومن ثم رسم خطوط الضغط المتساوي التي تكون عمودية عليها وبالتالي الحصول على شبكة الجريان التي بواسطتها يمكن استنتاج عناصر الجريان كاملة ومنها التسرب الذي يتم حسابه ومقارنته بالمقاس من الجهاز، بعد أن تم أيضا عمل تجارب التحليل المنخلي والنفاذية لنوعين من التربة.

1. الجزء النظري :

1- شبكة الجريان (Flow Net) [2]_[1]:

يمكن التعبير عنها بيانيا بمجموعتين من المنحنيات احدهما تمثل مجموعة خطوط السريان و الأخرى تمثل مجموعة خطوط الضاغط المتساوي ، هاتان المجموعتان من المنحنيات متعامدتان بحيث تقاطع خطي سريان متجاورين مع خطي ضاغط متساوي متجاورين يكون مربعا منحنيا بحيث تكون التقاطعات بمماسات متعامدة ويمكن داخله رسم دائرة .بمعلومية شبكة الجريان يمكن بسهولة تحديد عناصر الجريان المختلفة في مجال التسرب، هذا إذا كانت التربة متجانسة أما إذا كانت التربة غير متجانسة فأن معامل النفاذية يختلف من طبقة إلى طبقة وهذا يؤدي الى تكسر خطوط شبكة الجريان عند خط إلتقاء الطبقتين،ويمكن تحديد ورسم شبكة الجريان لمنشأ هيدروليكي بإحدى الطرق التالية[2] :

1-1 الطريقة النظرية (Theoretical Method): تعتمد على الفرضيات التالية [2]:

- التربة في مجال التسرب متجانسة وموحدة الخواص، فيكون لمعامل النفاذية k قيمة ثابتة في جميع الاتجاهات.
- جريان المياه المتسربة جريانا مستمرا ومستقرا و الماء المتسرب غير قابل للانضغاط.
- الجريان تحت المنشأ ثنائي الاتجاه ويتبع قانون دارسي.

تمكن مجموعة من العلماء مثل السوفييتي بافلوفسكي والهندي خوصلا وغيرهم من حل معادلة لابلاس (1) نظريا لمجموعة كبيرة من تطبيقات التسرب تحت المنشئات الهيدروليكية ووجدوا أن مجموعة خطوط السريان تحت المنشأ تكون على شكل مجموعة من القطاعات الناقصة متحدة البؤرة .كما أن مجموعة خطوط الضاغط المتساوي تكون على شكل مجموعة من القطاعات الزائدة متحدة البؤرة.

2-1 طريقة التجارب المعملية (Experimental Method) [2]: بطريقة النمذجة الهيدروليكية (Hydraulic Modeling Method) والجهاز المستخدم (Drainage and seepage tank) عبارة عن خزان له وجه من الزجاج الشفاف توضع بداخلة رمال إلى عمق معين لتمثل طبقة الأساس ومن ثم يوضع فوق سطحها العلوي نموذج للمنشأ ، تكون هناك احتياطات خاصة بحيث نضمن أن سطح المياه أمام المنشأ وخلفه أثناء إجراء التجربة سوف يبقيان على منسوب ثابت حيث يمثل الفرق الراسي بينهما قيمة الضاغط المؤثر على المنشأ. وبعمل حقن لسائل ملون من عدة مواضع على سطح الطبقة الرملية أمام المنشأ فان جزيئات السائل الملون سوف تتحرك مع جزيئات المياه لتوضح شكل خطوط السريان، والتي سوف ترى واضحة من خلال الجانب الشفاف، ثم يمكن بيانيا رسم خطوط الضاغط المتساوي وبذلك تتكون شبكة الجريان. ويتم استنتاج عناصر الجريان من شبكة الجريان (Determination of Seepage Elements from Flow Net) **[2]** كما يلي :

1- يمكن تحديد قيمة التصرف المتسرب تحت المنشأ (Q) على اعتبار أن كل خطي سريان متجاورين يكونان بينهما مجري جريان عرضه (b) حيث يكون التصريف المار في كل من مجاري الجريان المتجاورة متساويا ومقداره (Δq)، ومن شبكة الجريان يمكن تحديد عدد مجاري الجريان (n_f) حيث:

$$Q = n_f \times \Delta q \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

الفرق في الضاغط ما بين أمام المنشأ وخلفه (h) يفقد بالكامل خلال تسرب المياه تحت المنشأ. خطوط الضاغط المتساوي التي تبينها شبكة الجريان توضح كيفية فقد هذا الفرق في الضاغط من خلال عدة هبوطات يرمز لكل منها (Δh) لكل مسافة مقدارها (S) بين كل خطي ضاغط متساوي متجاورين وعددها يعبر عنة بالرمز (n_d) التي تحدد من شبكة الجريان حيث أن :

$$h = n_d \times \Delta h \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

وأن معادلة دارسي تكون على الصيغة :

$$v = k \times i \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

يحسب التصريف خلال مجرى جريان معين من :

$$\Delta q = k \times b \times i = k \times b \times \frac{\Delta h}{S} \quad \text{.....(4)}$$

وحيث انه داخل كل مربعا منحنيا يمكن رسم دائرة، أي أن ($S = b$)، فان المعادلة (8) يمكن كتابتها على الصورة:

$$\Delta q = k \times \Delta h = k \times \frac{h}{n_d} \quad \text{..... (5)}$$

على ذلك يكون التصرف الكلي المتسرب تحت المنشأ لوحدة عرض منه مساويا ($\sum \Delta q$)، أي أن:

$$Q = \Delta q \times n_f = k \times \frac{h}{n_d} \times n_f = k \times h \times \frac{n_f}{n_d} \quad \text{..... (6)}$$

في حال ما إذا كانت تربة طبقة الأساس غير موحدة الخواص، أي أن ($k_x \neq k_y$) فان المعادلة (6) تأخذ الصورة:

$$Q = k^{'} \times h \times \frac{n_f}{n_d} \quad ، \quad k^{'} = \sqrt{k_x \times k_y} \quad \text{..... (7)}$$

2- يمكن تحديد قيمة واتجاه السرعة عند أي موضع في مجال السريان من شبكة الجريان، حيث أن (Δq) في كل مجري من مجاري الجريان ثابت فان السرعة عند أي نقطة تكون مماسا لخط السريان المار بهذه النقطة وتحسب من :

$$v = \frac{\Delta q}{b} \quad \text{..... (8)}$$

3- يمكن تحديد الميل الهيدروليكي خلال أي خلية من خلايا شبكة الجريان (I) من :

$$I = \frac{\Delta h}{S} = \frac{h}{S \times n_d} \quad \text{..... (9)}$$

4- تغير الميل الهيدروليكي وسرعة الجريان و التصريف عند مخارج التسرب: خط القاع خلف المنشأ يمثل آخر خط ضاغط متساوي، هذا الخط مقسم إلى أجزاء بواسطة خطوط السريان المتقاطعة معه، على امتداد هذا الخط خلف المنشأ يمكن حساب قيمة السرعة كذلك الميل الهيدروليكي في جميع أجزاؤه باستخدام المعادلتين (8)، (9). وان اكبر قيمة للسرعة والانحدار الهيدروليكي تكون عند نهاية المنشأ مباشرة وتقل تدريجيا مع المسافة، أما التصريف فعكسهم.

2. الجزء العملي :

1- التحليل المنخلي (Sieve Analysis Test)[4] ، [3] :- تم في هذا الاختبار فصل حبيبات التربة التي تزيد أقطارها عن $0.074mm$ بواسطة مجموعة من المناخل القياسية التي تحمل أرقاما تتراوح بين رقم (4) ورقم (200) حسب المواصفات الأمريكية و تنتهي بوعاء تجميع (Pan)، وهذه المناخل ذات فتحات أقطارها ثابتة ترتب من الأكبر إلى الأصغر حسب قطر فتحاتها . وقد تم إجراء هذا الأختبار لنوعين من التربة الرملية.

2- قياس النفاذية (Measurement of Permeability) [1] : إن أهم ما يتعلق بدراسة نفاذية التربة هو تحديد معامل النفاذية (k). ويستخدم جهاز قياس النفاذية ثابت الجهد عند تعين معامل النفاذية للتربة غير المتماسكة حيث يكون معامل النفاذية كبيراً. وقد تم إجراء هذا الأختبار لنوعين من التربة الرملية.

3- قياس وتحديد المسامية [1]: يملأ وعاء ذو حجم معلوم بعينة الرمل ثم بعد ذلك يصب الماء فيه من اسطوانة مدرجة ثم يحسب حجم الماء المضاف، حجم الماء هو حجم الفراغات وتحسب المسامية من حاصل قسمة حجم الماء المضاف الى حجم التربة الكلي وهي تقع ضمن الحدود $0 < n \leq 1$.

4- تحديد الوزن النوعي (γ) : يملأ وعاء ذو حجم معلوم بعينة الرمل الجاف ويوزن الوعاء فبل وبعد وضع الرمل فيه، ونحصل على قيمة (γ)من حاصل قسمة الوزن الكلي لعينة التربة على حجمها الكلي. وحداتها (KN/m^3).

3. نتائج التجارب :

1 – للنوع الأول من التربة (التربة الرملية المنخولة) كانت المسامية = 42% والكثافة النسبية = 2.6 .أما للنوع الثاني من التربة (للتربة الرملية الغير منخولة) فكانت المسامية = 42% والكثافة النسبية = 2.7 .

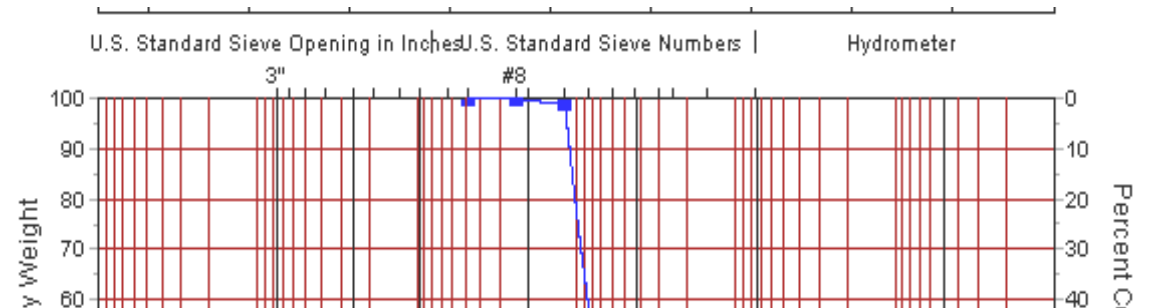
2- نتائج تجارب التحليل المنخلي:للتربة الرملية المنخولة: والمقصود بها الرمل المحجوز فوق منخل قطر فتحته (0.425) مم، بعد ذلك تم إجراء تجربة التحليل المنخلي عليه والنتائج موضحة في الشكل (1) ومنه تم حساب معامل الانتظام C_u و معامل التدرج C_c .

- معامل الانتظام C_u :

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}} = \frac{0.88}{0.48} = 1.83$$

- معامل التدرج C_c :

$$C_c = \frac{(D_{30\%})^2}{D_{60\%} \times D_{10\%}} = \frac{(0.60)^2}{(0.88)(0.48)} = 0.85$$



شكل (1): منحني التدرج الحبيبي لعينة التربة المنخولة

3- نتائج تجارب التحليل المنخلي للتربة الرملية الغير منخولة: والمقصود بها رمل يؤخذ من الموقع وتجرى تجربة التحليل المنخلي عليه ومن النتائج تم حساب معامل الانتظام C_u و معامل التدرج C_c :

$$C_u = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}} = \frac{0.65}{0.10} = 6.5 \quad , \quad C_c = \frac{(D_{30\%})^2}{D_{60\%} \times D_{10\%}} = \frac{(0.16)^2}{(0.65)(0.10)} = 0.39$$

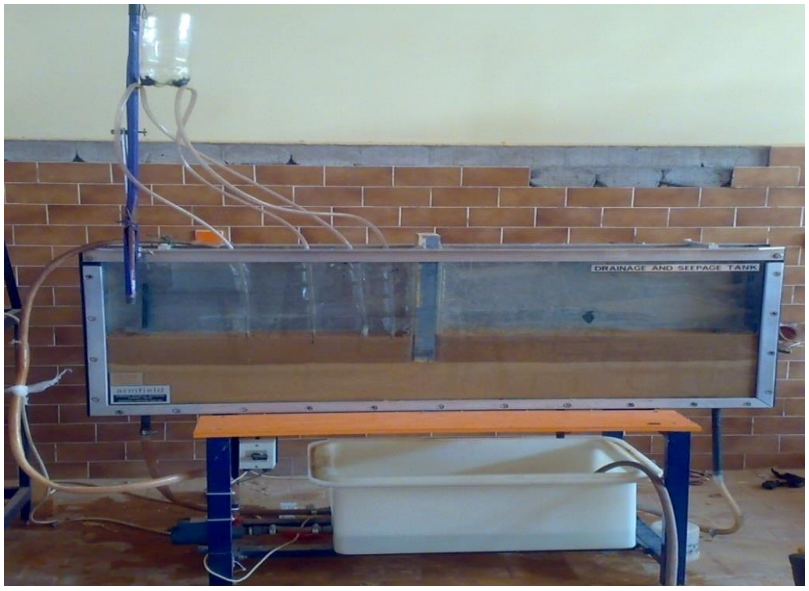
4 – نتائج تجارب تحديد معامل النفاذية للتربة الرملية المنخولة: النتائج المتحصل عليها بإستخدام جهاز الجهد الثابت (Constant head) ومعادلة دارسي موضحة بالجدول (1).

جدول (1): النتائج وحساب معامل النفاذية لعينة التربة المنخولة.

Q **Cm³/s.**	h_1 **cm**	h_2 **cm**	h **cm**	I	ν **Cm/s.**	T^oc	k_t **Cm/s.**	$\eta_t \times 10^7$ **Kg/m.s.**	$\eta_{20^oc} \times 10^7$ **Kg/m.s.**	k_{20^oc} **Cm/s.**	k_{av} **Cm/s.**
0.463	40.4	27.4	13.0	2.0	0.04	32	0.020	7.656	9.984	0.015	0.017
0.555	47.1	32.1	15.0	2.3	0.05	34	0.022	7.365	9.984	0.016	0.019
1.360	49.3	27.2	22.1	3.4	0.12	40	0.035	6.496	9.984	0.023	0.029
1.701	41.4	17.4	24.0	3.7	0.15	44	0.040	6.067	9.984	0.024	0.032
$k = \frac{0.017 + 0.019 + 0.029 + 0.032}{4} = 0.024 \ cm/\sec.$											

5- نتائج تجارب تحديد معامل النفاذية للتربة الرملية الغير منخولة : بنفس الطريقة تكون قيمة k = 0.003 cm/sec .

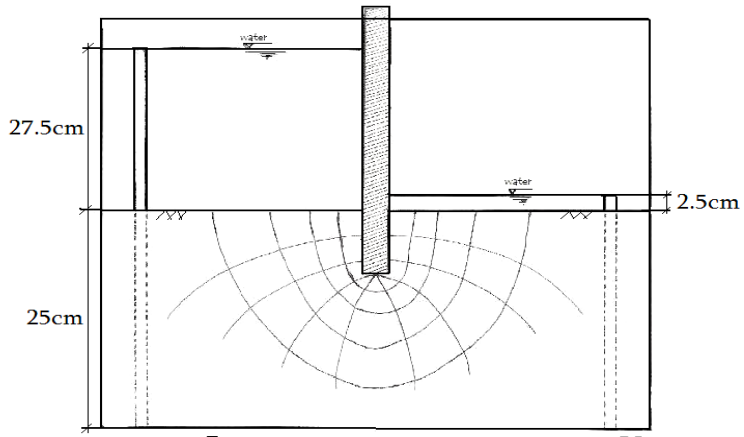
6- جهاز دراسة تسرب المياه خلال التربة تحت المنشأت الهيدروليكية :الجهاز المستخدم (Drainage and seepage tank) موضح في الشكل (2) وخطوات تشغيل الجهاز[4] كما يلي :



7 – تجارب تحديد شبكة الجريان وقياس التسرب تحت المنشأت للتربة الرملية المنخولة:

أ – المنشأ على شكل ستائر

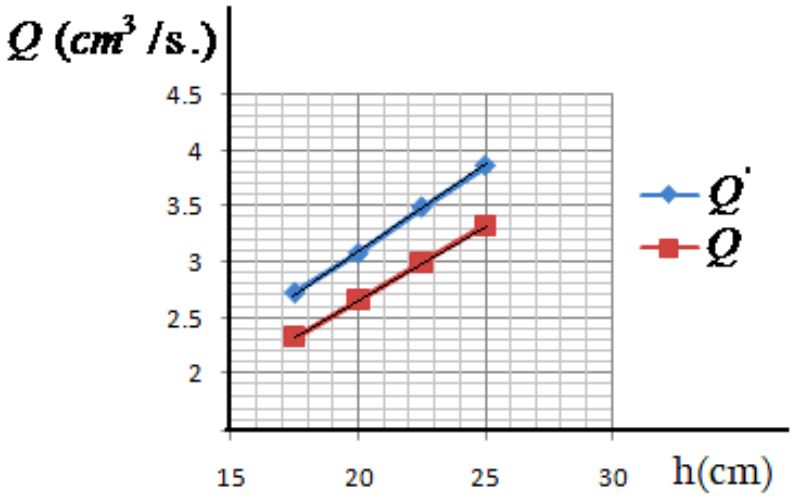
كان فرق الضاغط المائي بين أمام السد وخلفه $(25cm)$، وحصلنا على شبكة الجريان الموضحة في الشكل (3). من الشكل (4) عدد قنوات السريان $(n_f = 5.0)$ وعدد خطوط الضاغط المتساوي $(n_d = 9.0)$ وقيمة (Q) هي :



$$Q = k \times h \times \frac{n_f}{n_d} = 0.024 \times 25 \times 10 \times \frac{5}{9} = 3.33 \ \ cm^3/\sec. \quad ، \quad Q' = \frac{V}{t} = 3.86 \ \ cm^3/\sec.$$

شكل (3): شبكة الجريان توضح خطوط السريان والضاغط المتساوي.

هذه القيم $3.86\ cm^3/\sec.$ (و 3.33) للتصريف عندما كانت قيمة $h = 25cm$ ، والقيم الأخرى موضحة في الشكل (5).تبين كيفية تغير قيم التصاريف ، والتي تم الحصول عليهما عمليا بقياس حجم ماء متسرب لوحدة زمن ، ونظريا باستخدام معادلة دارسي مع التغير في $h\ (cm)$ ، والشكل (4) يوضح ذلك.



شكل (4): يوضح العلاقة مابين التصريف والتغير في مقدار الضغط

ولحساب قيمة كلا من السرعة v والميل الهيدروليكي I على سطح التسرب عند الخروج في شبكة الجريان استخدمنا المعادلات (8)، (9) على التوالي لتحديد كيفية التغير مع المسافة ، حيث عندما $(h = 25cm)$ تكون:

$$\Theta\ \Delta q = \frac{Q'}{n_f} = \frac{3.86}{5} = 0.77\ cm^3/\sec.$$

$$\Theta\ v = \frac{\Delta q}{b} = \frac{0.77}{4.56\times 10} = 0.016 cm/\sec. \quad ،\quad \Theta\ I = \frac{h}{S\times n_d} = \frac{25}{4.56\times 9} = 0.6$$

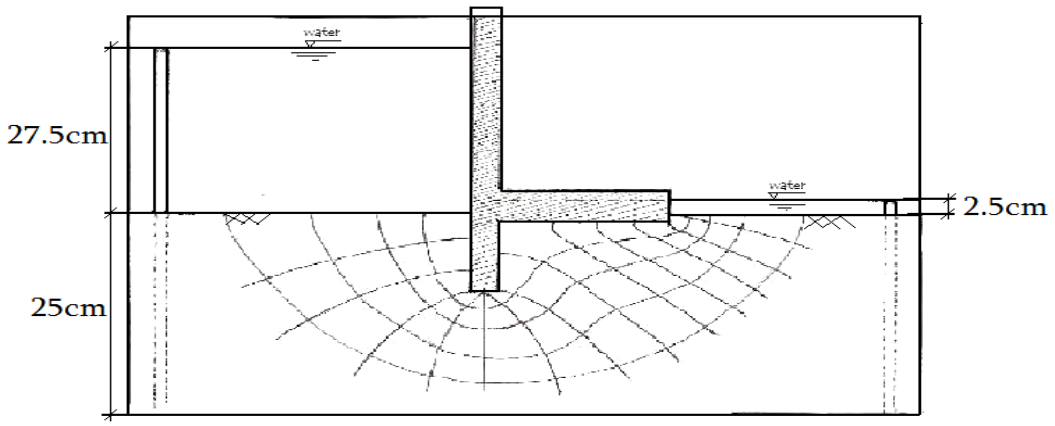
تم إعادة الحسابات لباقي المجاري في الشبكة للحالة الواحدة من قيمة h . وتم تحديد قيم v و I و Δq مع المسافة على طول سطح التسرب،كررنا الحسابات نفسها لقيم h الأخرى وأدرجت النتائج في الجدول (2).

جدول (2): حساب السرعة والميل الهيدروليكي والتصريف المتراكم في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه.

h cm	n_f	n_d	Q' $Cm^3/s.$	Δq $Cm^3/s.$	$\sum \Delta q$ $Cm^3/s.$	$b = S$ cm	v Cm/s.	I
25.0	5.0	9.0	3.86	0.77	0.77	4.56	0.0160	0.60
					1.54	6.84	0.0110	0.40
					2.31	8.36	0.0092	0.33
					3.08	15.200	0.0050	0.18
22.5	5.0	9.0	3.49	0.69	0.69	4.56	0.0150	0.54
					1.38	6.84	0.0100	0.36
					2.07	8.36	0.0082	0.29
					2.76	15.200	0.0045	0.16
20.0	5.0	9.0	3.08	0.61	0.61	4.56	0.0130	0.48
					1.22	6.84	0.0089	0.32
					1.83	8.36	0.0072	0.26
					2.44	15.200	0.0040	0.14
17.5	5.0	9.0	2.73	0.54	0.54	4.56	0.0110	0.42
					1.08	6.84	0.0078	0.28
					1.62	8.36	0.0064	0.23
					2.16	*15.200*	*0.0035*	*0.12*

ب – المنشأ على شكل حرف L مع كعب لأسفل:

كان فرق الضاغط المائي بين أمام السد وخلفه $(25cm)$، وحصلنا على شبكة الجريان الموضحة في الشكل (5).

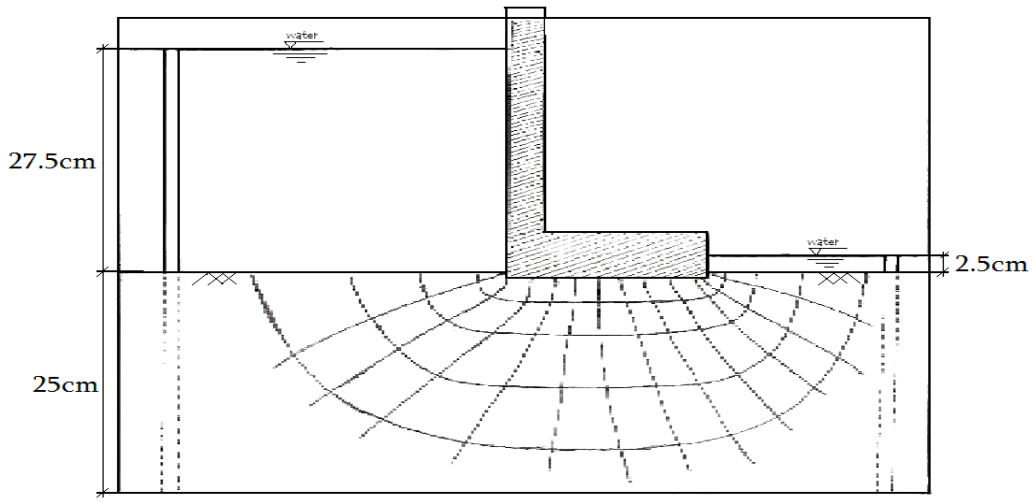


شكل (5): شبكة الجريان توضح خطوط السريان والضاغط المتساوي.

وتم حساب قيم v و I و Δq مع المسافة على طول سطح التسرب لقيم h=(27.5 ، 25 ، 22.5 ، 20) سم على التوالي وحصلنا على جدول يحوي قيمهم مشابه لجدول رقم 2.

ج – حالة المنشأ على هيئة حرف L:

المنشأ الثالث يمثل السد على شكل حرف L وفيه يوضع السد على سطح التربة بحيث يلتصق بها جيدا، وكان فرق الضاغط المائي بين أمام السد وخلفه $(25cm)$، وحصلنا على شبكة الجـريان شكل (6).



شكل (6): شبكة الجريان توضح خطوط السريان والضاغط المتساوي.

وتم حساب قيم v و I و Δq مع المسافة على طول سطح التسرب لقيم h=(25 ، 22.5 ، 20 ، 17.5) سم على التوالي وحصلنا على جدول يحوي قيمهم مشابه لجدول رقم 2.

8 – تجارب تحديد شبكة الجريان وقياس التسرب تحت المنشأت للتربة الرملية الغير المنخولة: تم إعادة التجارب التي تم إجرائها على التربة المنخولة للتربة غير المنخولة وللأشكال الثلاثة من المنشأت.

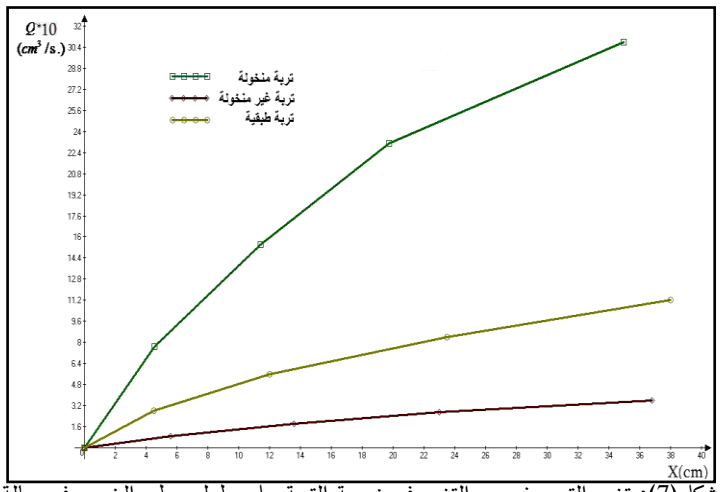
9 – تجارب تحديد شبكة الجريان وقياس التسرب تحت المنشأت للتربة الطبقية: تم وضع طبقتين من التربة الرملية مختلفتي الخواص،الطبقة السفلى بسمك $15Cm$ من التربة المنخولة والطبقة العليا بسمك 10Cm من التربة الغير منخولة. وتم تحديد معامل النفاذية للتربة الطبقية كما يلي:

$$k_x = \frac{10\times 0.003 + 0.024\times 15}{25} = 0.015 \ \ Cm/Sec. \qquad k_y = \frac{25}{\frac{10}{0.003}+\frac{15}{0.024}} = 0.0063 \ \ Cm/Sec.$$

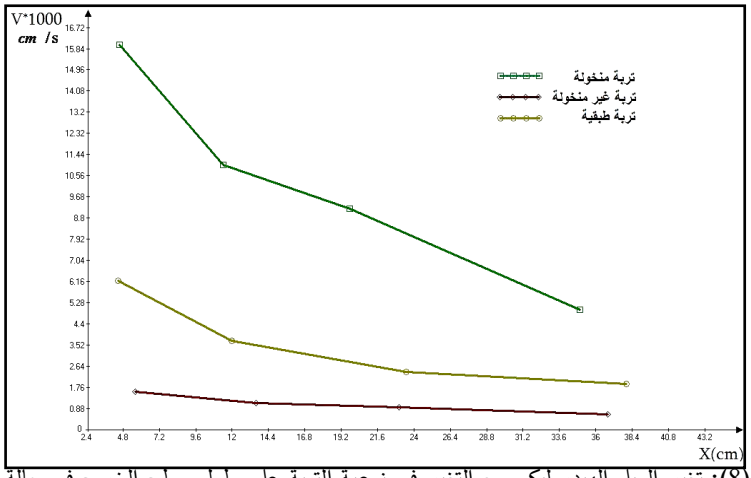
$$\therefore k' = \sqrt{0.015\times 0.0063} = 0.0099 \ \ Cm/Sec.$$

وقد تم إعادة التجارب التي تم إجرائها على التربة المنخولة للتربة الطبقية وللأشكال الثلاثة من المنشأت .

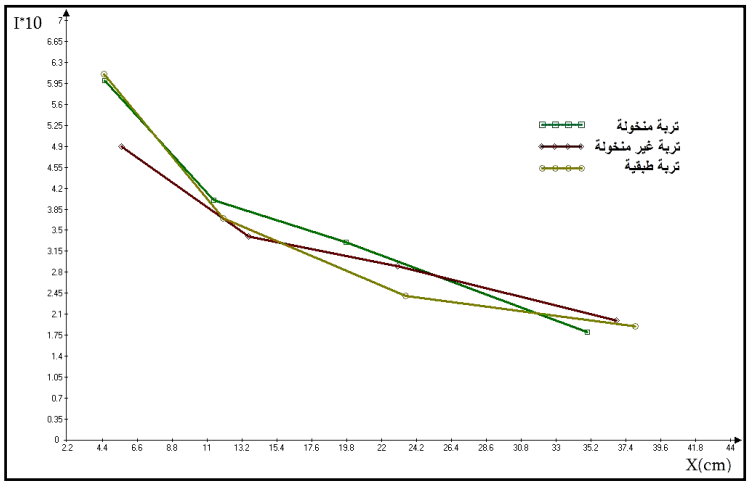
4. النتائج :



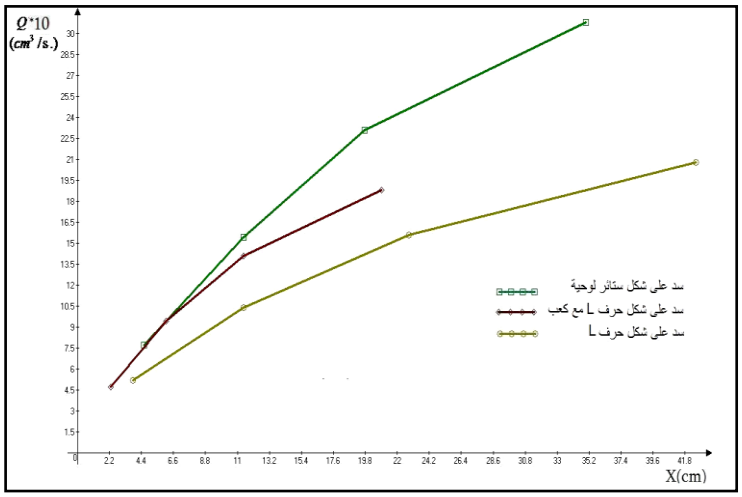
شكل(7): تغير التصريف مع التغير في نوعية التربة على طول سطح الخروج في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه.



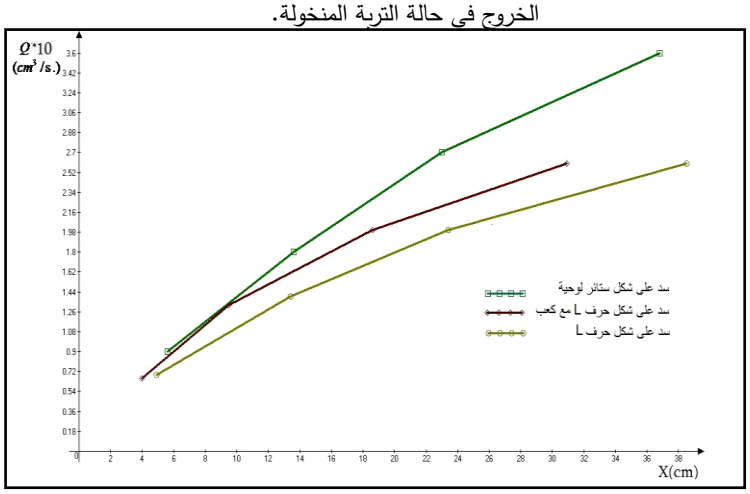
شكل (8): تغير الميل الهيدروليكي مع التغير في نوعية التربة على طول سطح الخروج في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه.



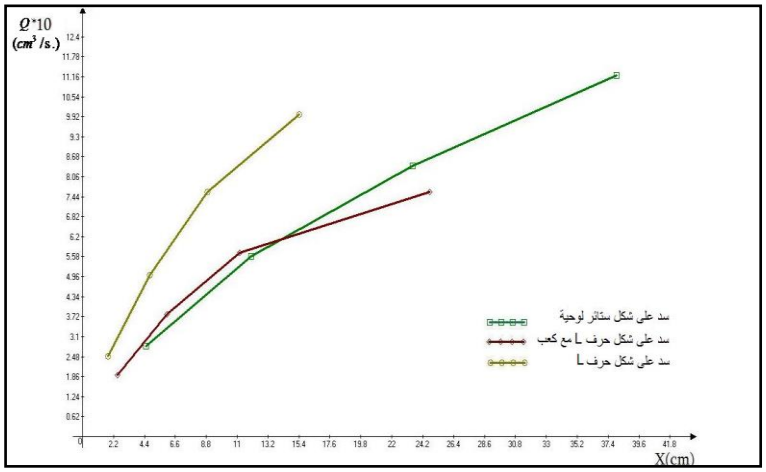
شكل (9): تغير السرعة مع التغير في نوعية التربة على طول سطح الخروج في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه.



شكل (10): تغير التصريف مع الأنواع الثلاث من المنشأت على طول سطح الخروج في حالة التربة المنخولة.



شكل (11): تغير التصريف مع الأنواع الثلاث من المنشأت على طول سطح الخروج في حالة التربة الغير المنخولة.



شكل (12): تغير التصريف مع الأنواع الثلاث من المنشأت على طول سطح الخروج في حالة التربة الطبقية.

5. المناقشـة :

من الشكل (7) والنتائج الأخرى تكون أكبر قيمة للتصريف في حالة التربة المنخولة، والقيمة العظمى تكون لحالة السد على شكل ستائر لوحيه يليه للسد على شكل حرف L وأدنى قيمة للسد على شكل حرف L مع كعب.

من الشكل (8) والنتائج الأخرى تكون أعظم قيمة للميل الهيدروليكي في التربة الطبقية في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه ، وتكون القيمة العظمى للميل في حالة المنشأ على شكل حرف L مع كعب في التربة المنخولة، بينما في حالة المنشأ على شكل حرف L القيمة العظمى تكون في حالة التربة الطبقية.

من الشكل (9) والنتائج الأخرى تكون أعظم قيمة للسرعـة في التربة المنخولة في حالة المنشأ على شكل حرف L مع كعب ، وتكون أعظم قيمة في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه في التربة المنخولة، بينما في حالة المنشأ على شكل حرف L القيمة العظمى تكون في حالة التربة الطبقية.

نلاحظ من الشكل (10) في حالة التربة المنخولة تكون قيمة التصريف التراكمية العظمي في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه ويليه المنشأ على شكل حرف L، وأدنى قيمة للتصريف في حالم المنشأ على شكل حرف L مع كعب.

نلاحظ من الشكل (11) في حالة التربة الغير المنخولة تكون قيمة التصريف التراكمية العظمي في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه ويليه المنشأ على شكل حرف L، وأدنى قيمة للتصريف للسد على شكل حرفL مع كعب.

نلاحظ من الشكل (12) في حالة التربة الطبقية تكون قيمة التصريف التراكمية العظمي في حالة المنشأ على شكل ستائر لوحيه ويليه المنشأ على شكل حرف L، وأدنى قيمة للتصريف في حالم المنشأ على شكل حرف L مع كعب.

6. التوصـيات:

1- نوصي بعمل تجارب في حالة تربة طبقية بشرط أن تكون التربة ذات معامل النفاذية الأكبر هي الطبقة العلوية.

2- نوصي بعمل تجارب لتطبيق ترب أكثر من طبقتين، ثلاث أو أربع طبقات لدراسة خصائص الجريان.

7. المراجـع :

[1]- أسامة مصطفى الشافعي – ميكانيكا التربة، الجزء الأول، أساسيات التربة و الجزء الثاني، التطبيقات الهندسية – كلية الهندسة جامعة الإسكندرية.

[2]- المنشأت الهيدروليكية، د.محمد عبد الرحمن الجنايني، كلية الهندسة، جامعة بيروت.

[3]- خواص واختبارات التربة، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

[4]- Engineering Teaching and Research Equipment, Instruction Manual, Armfield Company.

ثامنا – قائمة بالرموز :

الرمز	**المفـهوم**
h	فرق الضاغط المائي بين نقطتين(أمام وخلف المنشأ)
Δh	مقدار الفقد في الضاغط خلال عدة هبوطات
k_{20^oC}	معامل النفاذية عند درجة حرارة 20^oc
k_{t^oC}	معامل النفاذية عند درجة حرارة t^oc
$Q^{'}$	التصريف المقاس معملياً (حجم ماء في وحدة زمن)
Δq	التصريف في كل مجرى
η_{20^oc}	لزوجة الماء عند 20^oc
η_{t^oc}	لزوجة الماء عند حرارة t^oc
$2h$	إرتفاع عمود الماء أمام المنشأ
$1h$	إرتفاع عمود الماء أمام المنشأ

السلوك الترددي للرمال السلكية الصحراوية

د. رياض حميد ماجد
أستاذ مساعد في قسم الهندسة المدنية
كلية العلوم الهندسية والتقنية–جامعة سبها
riadibrahim2003@yahoo.com

الملخص:

إن تأثير الأحمال الترددية (Cyclic Loads) على إجهاد القص للتربة الرملية وهبوطاتها له أهمية بالغة في تحليل وتصميم وإدامة عمر ألأساسات السطحية والعميقة للمنشئات المقامة فوق سطح الأرض بصورة عامة وأساسات الأبنية الأثرية المقامة في الصحراء بصورة خاصة. حيث إن المنشئات الصحراوية أكثر عرضتا للأحمال الترددية (Cyclic Loading) نتيجة الظروف الجوية الصحراوية العاصفة. لذلك فان فهم هذه التأثيرات مهم جدا ليس فقط في تقيم قدرة تحمل(Bearing Capacity) التربة الساندة للأساسات قبل وبعد تسليط الأحمال الترددية عليها، وإنما أيضا في تقيم هبوط تلك الأساسات. أن مقاومة الاحتكاك للتربة الرملية تقل كثيرا عند تعرضها للأحمال الترددية مقارنتا بتلك المقاومة عند تعرضها للأحمال الساكنة (Static Loads)، وان انضغاطية هذه التربة تزداد عند تعرضها للأحمال الترددية بدلا من للأحمال الساكنة خصوصا عندما تكون هذه التربة مفككة[2,, 8, 10]. تتضمن هذه الورقة دراسة وإجراء تجارب قص عديدة على نماذج من التربة الرملية السلكية تحت ظروف الأحمال الترددية باستخدام جهاز القص المباشر، الذي طور ليتمكن من تنفيذ هذا النوع من التجارب. هذه الورقة ستتناول أيضا بعض الخواص الهندسية والفيزيائية للتربة الرملية السلكية. لقد أخذ بنظر الاعتبار بعض المتغيرات التي تؤثر على هذا السلوك وهي :– الإجهاد الرأسي، الكثافة الابتدائية، درجة ألإشباع (Degree of Saturation)، عدد الأحمال الترددية (Number of Cycles)، وسعة إزاحة التردد (Cyclic Displacement Amplitude). لقد أظهرت نتائج التجارب التي أجريت في هذا البحث، أن مقدار التضاؤل الذي يحدث في قيمة مقاومة تحمل التربة الرملية الصحراوية المعرضة للأحمال الترددية ضئيل، وان هبوط التربة الرملية يزداد بزيادة عدد ترددات الأحمال وكذلك بزيادة سعة تردد الأحمال. مقارنة بين نتائج التجارب التي أجريت في هذا البحث مع نتائج تجارب بحوث أخرى منشورة سيتم عرضها ومناقشتها في هذا البحث.

الكلمات الدالة: خواص الرمال السلكية، تجارب القص الترددية المباشرة، الأحمال ألترددية، الأجهادات الرأسية، .

المقدمــة :

أن دراسة السلوك الترددي للتربة الرملية السلكية الصحراوية الخاضعة للأحمال الترددية (Cyclic Loads) الناتجة من الظروف الجوية الصحراوية العاصفة مهم جدا في تحليل وتصميم ألأساسات السطحية والعميقة للمنشئات الصحراوية بصورة عامة وسلامة وإطالة عمر أساسات الأبنية والمواقع الأثرية المشيدة فوق هذه التربة بصورة خاصة. إن التربة الرملية السلكية موجودة في صحاري ومناطق كثيرة من بلدان العالم ومن هذه الصحارى (الصحاري في ليبيا وبلدان شمال ووسط أفريقيا، العراق، الجزيرة العربية، استرالية، أمريكا، وغيرها في العالم،لذلك تزداد أهمية فهم هذا السلوك في تقيم قدرت تحمل (Bearing Capacity) التربة قبل وبعد تسليط الأحمال الترددية عليها، وكذلك في تقيم هبوط تلك الأساسات. أن مقاومة الاحتكاك للتربة الرملية السلكية تقل كثيرا عند تعرضها للأحمال الترددية مقارنتا بتلك المقاومة عند تعرضها للأحمال الساكنة (Static Loads)، وان انضغاطية هذه التربة تزداد عند تعرضها للأحمال الترددية بدلا من للأحمال الساكنة خصوصا عندما تكون هذه التربة المفككة[2, 8, 10].

تتضمن هذه الورقة دراسة وإجراء تجارب قص عديدة على نماذج من التربة الرملية السلكية تحت ظروف مختلفة من الأحمال الترددية باستخدام جهاز القص المباشر، الذي طور ليتمكن من تنفيذ هذا النوع من التجارب (تفاصيل تطوير هذا الجهاز مدونة في بحث آخر لنفس المؤلف مقدم للمؤتمر الوطني الرابع لمواد البناء والهندسة ألإنشائية " جامعة 7 أبريل")[2]. لقد تم إجراء 4 مجموعات من تجارب القص الترددية (15 تجربة) على نماذج من الرمال السلكية الجافة، ومجموعة واحدة (5 تجارب) على نماذج الرمال المشبعة التي لوحظ بأن كثافاتها ألابتدائية اكبر بقليل من النماذج الجافة. تفاصيل أخرى عن هذه التجارب توضح لاحقا في فقرة التعليق على نتائج التجارب. إن الهدف الرئيسي من هذه التجارب هو ما يلي:_

1-) دراسة تأثيرات كل من (الأحمال الرأسية، الكثافة الابتدائية، درجة ألإشباع (Degree of Saturation)، نوع التربة الرملية، التغير ألحجمي للتربة المعرضة للأحمال الترددية) على السلوك الترددي للتربة الرملية الصحراوية.

2-) اختبار تأثير سعة إزاحة التردد (Cyclic Displacement Amplitude) وعدد دورات (Number of Cycles) الأحمال الترددية على مقاومة القص والتغير ألحجمي للتربة.

3-) هذه الورقة ستتناول مقارنة بين سلوك القص الترددي للتربة الرملية الكربونية و التربة الرملية السليكية.

خواص التربـة :

هناك أنظمة عديدة في تصنيف التربة الرملية السلكية ومنها (ASHTO, ASTM, US) جميعها تعتمد على حجم وترتيب جزيئات التربة وكذلك على التأريخ الجيولوجي لترسيبها. في هذا البحث استخدمت طريقة بسيطة في وضع أو في ترسيب حبات نماذج الرمال السلكية في صندوق القص وذلك برمي الرمل خلال أنبوب ومن ارتفاعات محددة من أجل السيطرة على كثافة النماذج والحصول على أسطح متجانسة للنماذج [1].

إن منحني التدرج لهذه التربة الرملية المبين بالشكل (1) يمكن أن يصف هذه التربة متوسطة التدرج. أما بالنسبة للوصف العام والصفات الفيزيائية لهذه التربة فان جزيئاتها متساوية الأبعاد وان بعض أشكالها يكون كرويا والبعض الأخر قريب إلى شكل المكعبات الثلجية[8]. أن كثافات نماذج التربة المستخدمة في هذه الورقة قد قسمت إلى ثلاثة أنواع (التربة الكثيفة وقيمتها اكبر من 15.5kN/m وقيمة التربة المتوسطة بين (14 kN/.m و15.5) أما التربة المفككة فقيمتها اقل من 14 kN/ m). معلومات مفيدة عن الصفات العامة والوصف العام لسلوك للرمال السليكية مدون في بحوث منشورة سابقا ومنها[3, 4, 5,6].

نتائج تجارب القص الاستاتيكي للتربة الرملية السلكية تبين ما يلي:

1- زاوية الاحتكاك الداخلي للرمال السلكية تقل عندما تزداد نسبة الفراغات فيها، وان هذه الزاوية أقل من زاوية ألاحتكاك للتربة الكربونية عندما تثبت كثافة كلا النوعين من التربة، وان معامل انضغاط الرمال السلكية صغيرة مقارنة بالتربة الكربونية. وكل هذا يعزى إلى حقيقة كون جزيئات التربة الكربونية خشنة وذات حواف وزوايا حادة جدا[1,6]. 2- ونتائج هذه التجارب تبين إن قوة القص القصوى للرمال السلكية تتكون في مدى أقصر من المدى التي تتكون فيه قوة القص القصوى للتربة الكربونية.

3- نسبة الكربون في الرمال السلكية قليلة جدا تصل الحد الصفر تقريبا[1, 2]..

التضـاؤل :

إن تحليل السلوك الترددي للتربة هو امتداد للسلوك الاستاتيكي لها. وهناك عدة طرق لهذا التحليل ومن أهمها طريقة التحليل المرن (Elastic Approach) التي طورت مرات عديدة خصوصا من قبل البروفيسور (Poulos)[4] . إن الأوجه الرئيسية للسلوك الترددي الذي يمكن اعتباره كما يلي.

1-) التضاؤل الترددي (Cyclic degradation) لأج هاد القص.

2-) تراكم الإزاحة الرأسية أو انكماش التربة (Accumulation of Permanent Displacement).

إن أهم عامل يؤثر على تضاؤل اجهادات القص هو الإزاحة الترددية بالرغم من وجود عوامل أخرى تؤثر على هذا التضاؤل وهي (عدد الدورات الترددية، الأحمال المسلطة، سرعة الأحمال الترددية، الهبوط المرن "Plastic Settlement" للتربة).

لكي نقدر كميت التضاؤل الترددي لأج هادات القص الناتج من الأحمال الترددية علينا إن نعرف عامل التضاؤل (Dτ) على انه نسبة إجهاد القص بعد الأحمال الترددية المعينة على أجهاد القص الاستاتيكي الأقصى (أي إن "Dτ" هو المعبر عن النقصان الذي يحصل في اجهادات قص التربة نتيجة خضوعها للأحمال الترددية) ويمكن تعريفة بالمعادلة التالية:

$$D\tau = fc/fs$$

حيث:- fc هي إجهاد القص بعد تسليط الأحمال الترددية، fs هي إجهاد القص الاستاتيكي الأقصى.

إن قيمة Dτ تعتمد على تأثير ألأحمال الترددية على أجهاد القص. Dτ =1 عندما لا يوجد تأثير للأحمال الترددية على أجهاد القص، Dτ <1 عندما أجهاد القص يقل خلال الأحمال الترددية.

جهاز الاختبار:

لقد تم تطوير جهاز القص المباشر التقليدي الذي بواسطته تجرى تجارب القص المباشر على التربة المعرضة للأحمال الاستاتيكية إلى جهاز يمكن إجراء تجارب قص على التربة المعرضة للأحمال الترددية كما مبين بالشكل (2). لقد استبدلت المؤشرات العددية (Dial Gauges) الثلاثة المثبتة في الجهاز (ألأول مثبت في جانب الصندوق ويعمل لقياس الحركة الأفقية للنصف العلوي للصندوق والثاني موجود فوق غطاء نموذج التربة لقياس الإزاحة العمودية للنموذج والثالث موجود داخل حلقة الاختبار لقياس قوة القص) بثلاثة أجهزة من الترنسديوسرات (Electrical Displacement Transducers) .هذه الأجهزة وصلت بجهاز الحاسوب الذي يحتوي على كارد (Card of Data Acquisition System "DAS").

كتب برنامج بلغة البيسك خاص بالسيطرة على الحركة الترددية ألأفقية لجهاز القص، وكذلك بتسجيل وتحليل وخزن قراءات الترانسديوسرات الخاصة بقوة القص والإزاحة العمودية عبر أل "DAS". تفاصيل عن المراحل التجريبية لتجارب القص والمشاكل والمعوقات التي رافقت عملية تطوير وتصنيع الجهاز توضع بالتفصيل بالبحثين[2, 4].

إن تحضير النماذج من الرمال السلكية متوسطة الكثافة تم برمي كمية معينة من الرمال في صندوق القص خلال أنبوب من المقوى مزود بمنخل من ارتفاع بحدود 400 ملم. إن تحضير التربة الكثيفة هو دق جدران صندوق القص بقطعة حديدية لدمك التربة المتوسطة. أما تحضير التربة المفككة تم برمي التربة من ارتفاع لا يزيد عن 50ملم. تفاصيل عملية الرمي موضحا بالمصدر[3] ان معدل سرعة جهاز القص كانت 1 ملم/الثانية.

نتائج تجارب القص الترددي :

الجدول (1) يبين برنامج التجارب التي اجريت على نماذج الرمال السلكية الصحراوية والذي يضم 20 تجربة (15 تجربة اجرية على نماذج الرمال الجافة و5 تجارب على النماذج المشبعة)، والجدول يوضح أيضا إزاحات القص الترددية، الكثافة الأبتدائية، وأجهادات القص الرأسية لكل تجربة.

قسمت تجارب القص الترددي إلى أربعة مجموعات حسب ألإزاحة الأفقية الترددية (Cyclic Displacement "ρ") لها (+/-0.5, +/-1, +/-2, +/-5) ملم. وفي كل تجربة يقسم تحميل القص الترددي لنماذج الرمال إلى ثلاثة مراحل: (المرحلة الأولى: أجراء أجهاد قص استاتيكي (Static shear stress) خلال إزاحة أفقية (ρ) معينة ثم تقليل هذا الإجهاد تدريجيا (Unloading) إلى الصفر. المرحلة الثانية: أجراء عدد معين من دورات القص الترددي لأنواع مختلفة من (ρ). المرحلة الثالثة: بعد أكمال عدد الدورات الترددية المحدد في كل تجربة يتم أجراء قص أستاتيكي نهائي لإزاحة 5 أو 6 ملم. ألأشكال (3a,b,c,d,e,f) تبين نتائج مجموعة من التجارب أجريت على ثلاثة نماذج من الرمال السلكية الصحراوية المتوسطة الكثافة والتي تخضع لإزاحة أفقية استاتيكية 6 ملم وإزاحة أفقية ترددية (ρ) 5-/+ ملم، لمعرفة تأثير ثلاثة اجهادات رأسية مختلفة (160,110,55kPa) على السلوك الترددي لهذه النماذج. أن الأشكال (3a,b,c) تبين اجهادات القص الرأسية والإزاحة الأفقية لهذه النماذج مع تغير الاجتهادات الرأسية. ان قيم اجهادات القص القصوى تتناقص مع دورات الأحمال الترددية وبعد ذلك فان معدل هذا التناقص يقل جدا مع استمرار عدد هذه الدورات..الأشكال (3 d,e,f) تبين إن الهبوطات الرأسية (الإزاحة العمودية) لهذه النماذج تزداد مع زيادة الأجهادات الرأسية المسلطة على النماذج، وهذه الأشكال تبين أيضا إن هذه الهبوطات تزداد مع عدد الدورات الترددية، وان معدل الزيادة في هذه الهبوطات تكون كبيرة في الدورات الترددية الأولى ثم ينخفض هذا المعدل تدريجيا بعد ذلك

نتائج تجارب لثلاثة نماذج من الرمال السلكية الصحراوية تخضع لأجهادات قص رأسية (160, 110, 55kPa) وإزاحة أفقية ترددية 5ملم موضحة بالشكلين (4a,4b). إن هذان الشكلين يبينان أيضا تأثيرات عدد الدورات الترددية على قيم ألاجهادات القصوى وعلى معامل التضاؤل (Dτ) الذي تم تعريفة مسبقا. الشكل(4a) يبين النقصان في احهادات القص القصوى في الدورات الأولى بوضوح ولكنة غير واضح مع زيادة عدد الدورات.

الشكل (4b) يبين ان معامل التضاؤل (Dτ) يتناقص مع زيادة الأجهادات الرأسية، أي إن اجهادات القص تنخفض بشكل واضح بالنسبة للنماذج التي تخضع لاجهادات رأسية عالية. وهذا الشكل يبن أيضا إن معامل التضاؤل في كل نموذج يكون كبير في الدورات الأولى، وأنة يقل مع زيادة عدد الدورات. نتائج تجارب على نماذج رمال سلكية جافة ومشبعة متوسطة الكثافة تخضعان لإجهاد رأسي (160kPa) كما موضحة في الشكل (5) والشكل (6) على التوالي.الشكلان يبينان تأثيرات عدد الدورات وسعة الإزاحة الأفقية لدورات الأحمال الترددية (ρ) على ألهبوط العمودي لنماذج هذه الرمال، ويبن أيضا إن الهبوط العمودي لنماذج الرمال يزداد مع زيادة عدد الدورات الترددية، والزيادة في الهبوط تتناسب طرديا مع زيادة سعة (ρ)، هذه الزيادة تصبح جلية عندما تزداد سعة (ρ).

يظهر من الشكل (6) بأن لا يبدو لدرجة ألإشباع تأثير واضحا على سلوك القص الترددي لنماذج الرمال السلكية وأن تغير الكثافة بسبب وجود الماء هو الذي يؤثر على هذا السلوك. الشكل (7) يبين بشكل واضح تأثير الكثافة على سلوك القص الترددي لنماذج الرمال السلكية (على الهبوط العمودي لنماذج الرمال السلكية) تخضع لنفس ألإجهاد الرأس ولكن لسعتين من الإزاحة الأفقية الترددية (1ملم و5ملم) .الشكل يبين نموذجين من الرمال متوسطة الكثافة (15.1kN/m) و(14.9kN/m) ونموذجين (16kN/m) و(16.1kN/m). نتائج تجارب هذه النماذج تبين من جديد وبشكل واضح أن الهبوط العمودي للرمال يزداد مع زيادة عدد الدورات الترددية وزيادة طول الإزاحة الأفقية لدورات الأحمال الترددية،

المقارنة بين نتائج تجارب القص الترددي على نماذج الرمال السلكية الصحراوية في هذا البحث ونتائج نفس هذا النوع من التجارب على التربة الكربونية مأخوذة من بحوث أخرى[2,9] تبين إن الهبوطات العمودية لنتائج الرمال السلكية أقل منها بالنسبة للتربة للتربة الرملية الكربونية. ويمكن إن نستنتج إن نوعية التربة تؤثر على السلوك الترددي للقص.

الاستنتاجات :

أجريت خمسة مجموعات من تجارب القص الترددي المباشر على نماذج من التربة الكربونية ومجموعة واحدة على نماذج من التربة السلكية لكي نختبر السلوك الترددي للتربة الكربونية. ومن نتائج هذه التجارب توصلنا إلى الاستنتاجات التالية:

1- ان نقصان اجهادات القص خلال تعرض التربة الكربونية للأحمال الترددية (المعبر عنة "$D\tau$ ") يعتمد على الأجهادات الرأسية المسلطة على التربة، على الإزاحة ألأفقية للأحمال الترددية، على نسبة الفراغات، وعلى حجم وشكل الجزيئات.

2- ان أجهاد القص يتناقص كلما ازدادت عدد الدورات الترددية، ولكن معدل هذا التناقص يقل مع زيادة عدد الدورات الترددية.

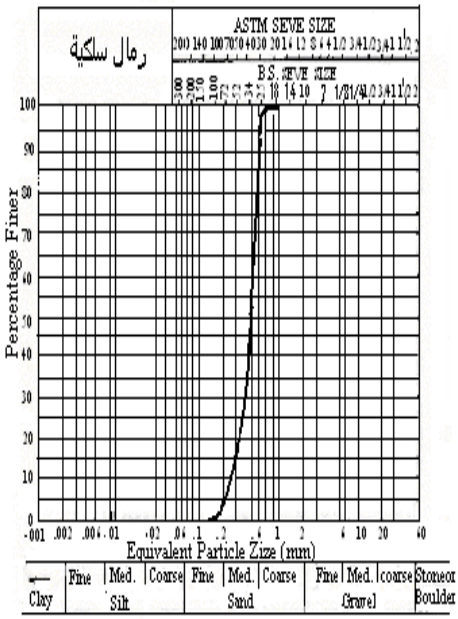
3- عندما تثبت ألإزاحة ألأفقية للدورات الترددية، فأن معدل النقصان في أجهاد القص يقل مع زيادة نسبة الفراغات.

4- عندما ثبتت الكثافة النسبية لنماذج التربة المفحوصة تحت ظروف الأحمال الترددية فنتائج الفحص تمكننا من استنتاج: أن زيادة (الإجهادات الرأسية ونسبة الفراغات والإزاحة الأفقية) سوف تزيد قابلية انضغاط التربة.

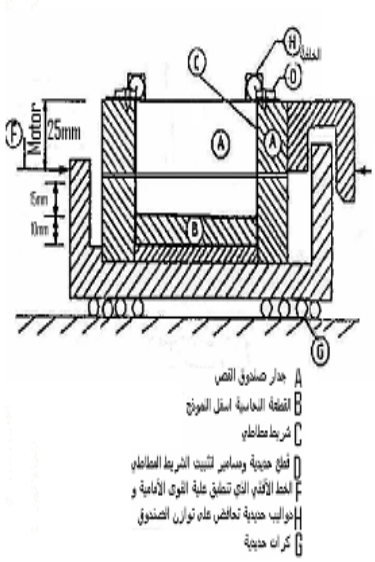
5- ان التجارب التي أجريت على مجموعة من التربة السليكية بينت بان تأثير الأثقال الترددية على هبوطاتها الرأسية اقل من تلك التأثيرات على الهبوطات الرأسية للتربة الكربونية، ويمكن استنتاج ان نوعية التربة تؤثر على السلوك الترددي للقص.

التوصيات

نوصي بأجراء المزيد من الدراسات النظرية والعملية على سلوك القص الترددي ليس على هذا النوع فقط من التربة وإنما على الأنواع الأخرى، لكي نتوصل إلى فهم أكثر لهذا السلوك.



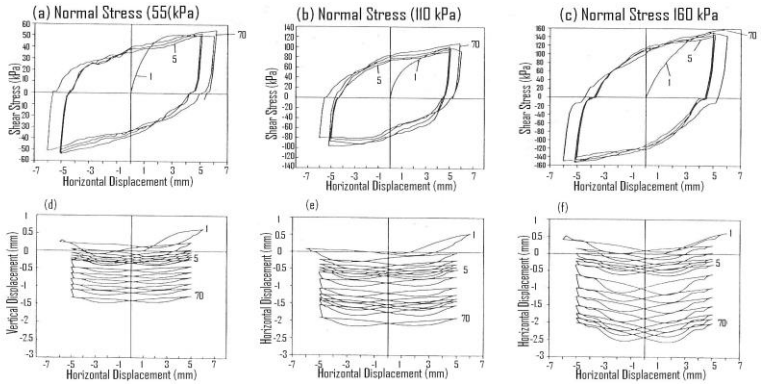
شكل(1) منحني التدرج للتربة الرملية السلكية



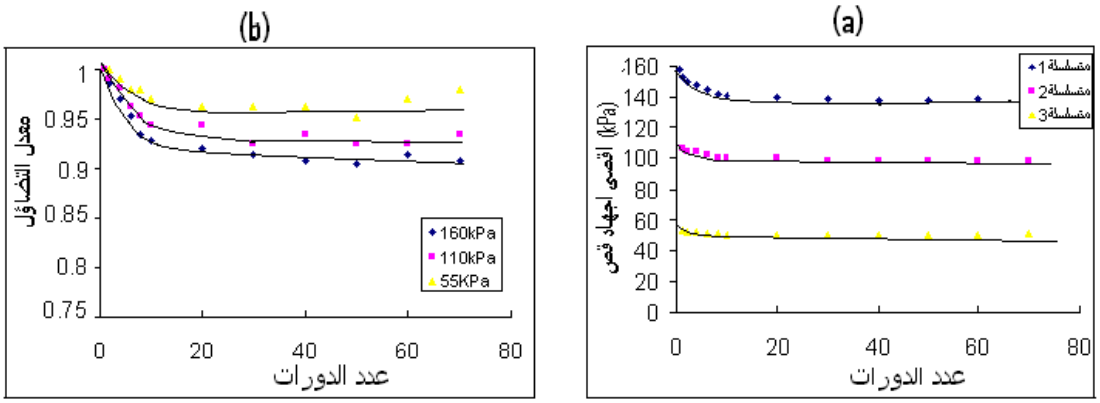
شكل (2) جهاز القص المطور

جدول (1) برنامج التجارب التي أجريت على الرمال السلكية الصحراوية

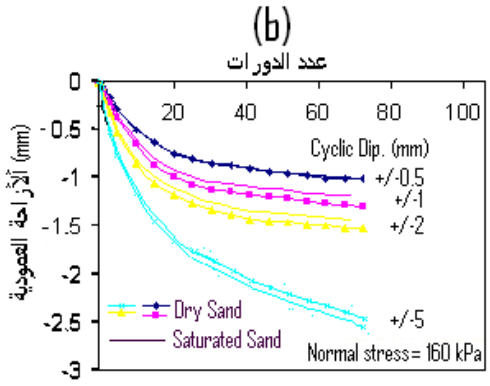
Type of Soil	رمال سلكية صحراوية جافة										رمال سلكية صحراوية مشبعة			
Shear Displac. (mm)	5.0					2.0	1.0			0.5	5.0	2.0	1.0	0.5
Density (kN/cu.m)	Dense	M. Dense			Loose	M. Dense	Dense	M. Dense	Loose	M. Dense	M. Dense	M. Dense	M. Dense	M. Dense
Normal Stress (kPa)	160	160	110	55	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Test No.	1 2	3 4	5 6	7	8	9 10	11 12	13	14	15	16 17	18	19	20



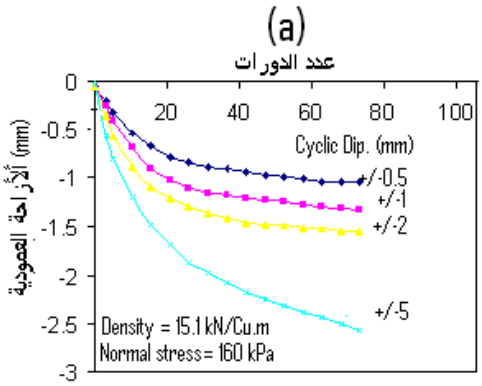
شكل (3) تأثير الإجهاد الرأس على السلوك الترددي للرمال السلكية الصحراوية



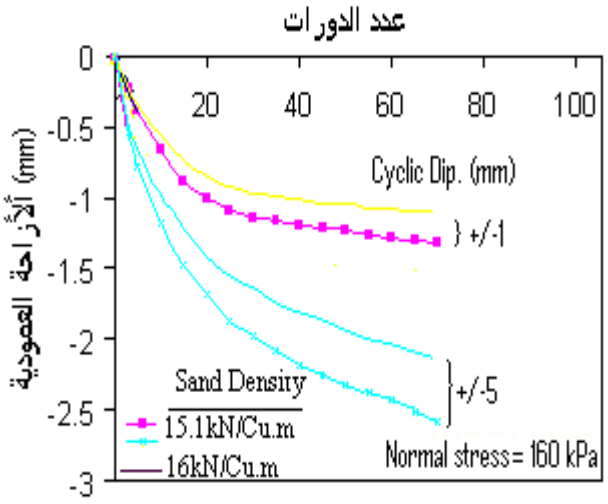
شكل(4) يوضح تأثير الإجهاد الرأسي على أجهاد القص وعلى عامل التضاؤل للتربة الكربونية(سعة إزاحة التردد 5 مم)



شكل (6) تأثير درجة الإشباع على سلوك القص الترددية



شكل (5) تأثيرات سعة الإزاحة الأفقية للأحمال الترددية على الإزاحة العمودية .



شكل (7) تأثير الكثافة على سلوك القص الترددي

المراجـع :

(1)_رياض حميد الدوري (السلوك الأستاتيكي للتربة الرملية الكربونية والسلكية) المؤتمر الوطني الأول لمواد البناء والهندسة الإنشائية، جامعة سبها، كلية العلوم الهندسية والتقنية، قسم الهندسة المدنية (2002).

(2)_رياض حميد ماجد الدوري (2009)المؤتمر الوطني الرابع لمواد البناء والهندسة الإنشائية، جامعة 7 أبريل، كلية الهندسة ، قسم الهندسة المدنية (2009).

(3)مسعود فرج أبو كليش ،شادي اسعد خليل (تربة الكثبان الرملية بمنطقة جنوب ليبيا واهم خصائصها الهندسية) المؤتمر الوطني الثاني لمواد البناء والهندسة الأنشائية. جامعة المرقب، قسم الهندسة المدنية (2004).

[4]- Aldouri, R. H. (Behavior of Single Piles & Pile Groups in Calcareous Sediment) Ph.D. Thesis the University of Sydney, Australia, (1992).

[5]- Charles F. Mancino et al, (Methods of Classifying Sand Shape and the effects of Sand Shape on USGA Specification Root zone Physical Properties) Paper published at The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania (2004).

[6]- Hull, T. S. et al, (The Static Behavior of Various Calcareous Sediments), Proceedings International Conference of Calcareous Sediments, Perth, Australia, Vol. 1. PP. 87-96, (1988).

[7] Jewell, R.A., (Some effects of Reinforcement on the Mechanical Behavior of Soil) Ph.D. thesis, University of Cambridge, England (1980).

[8]- Lambe, T.W., and Whitman, R. V., (Soil Mechanics SI Version Series in Soil Engineering) Jon Wiles & Sons. (1980).

[9]- Morrison, M.J., McIntyre, P.D., Sauls, D.P. & Ousthuizen, M. ,(Laboratory Test Results for Carbonate Soils from Offshore Africa.) Proceedings, International Conference on Calcareous Sediments, Perth, Western Australia. (1988).

[10] Poulos, H. G., Usugi, M., & Young, g. S., (Strength and Deformation Properties of Bass Strait Carbonate Sand,) Geotechnical Engineering, Vol. 13, (1982), pp. 189-211.