



مجلتة علمية تصدر عن جامعة نالوت

مجلة علمية محكمة تصدر عن جامعة نالوت

إصدار خاص

لأبحاث المؤتمر الخامس للعلوم الهندسية والتقنية
«دور العلوم الهندسية في إحياء التنمية المكانية»
الذي نظمتة كلية الهندسة جادو - جامعة نالوت
في الفترة من 20 إلى 22 ديسمبر 2022م

الجزء الثاني

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة نالوت



مجلة شروبي العلمية

مجلة علمية محكمة تصدر عن جامعة نالوت
عدد خاص:

بالمؤتمر الخامس للعلوم الهندسية والتقنية

(دور العلوم الهندسية في إحياء التنمية المكانية)

تنظيم كلية الهندسة جادو - جامعة نالوت

2022/12/22-20

الجزء الثاني



مجلة شروس



مجلة علمية محكمة تصدر عن جامعة نالوت

نالوت – ليبيا

منشورات جامعة نالوت -2022م

جميع الحقوق محفوظة

لا يسمح بإعادة إصدار محتويات هذه المجلة أو تخزينها في نطاق استعادة المعلومات أو نقلها أو استنساخها بأي شكل من الأشكال دون إذن خطي مسبق من الناشر.

All rights reserved. No part of this Journal maybe reproduced or transmitted in any means, electronic or mechanical, including recording of by any stored retrieved system, without the permission from the publisher.

رقم الإيداع المحلي: 2018/ 293 - دار الكتب الوطنية - بنغازي

عدد خاص: بالمؤتمر الخامس للعلوم الهندسية والتقنية

(دور العلوم الهندسية في إحياء التنمية المكانية)

تنظيم كلية الهندسة جادو - جامعة نالوت - الجزء الثاني

منشورات جامعة نالوت - نالوت - طرابلس

أسعار المجلة

ثمن النسخة: (30) دينار داخل ليبيا - 25 دولاراً خارج ليبيا

إن تقديم البحوث المنشورة أو تأخيرها في ترتيب الصفحات لا يعني المفاضلة بينها ولكن متطلبات التنسيق الفني هي التي تتحكم في هذا الترتيب. وإن البحوث المنشورة لا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة أو الجامعة.



مجلة شروس



مجلة علمية محكمة تصدرها جامعة نالوت

نالوت - ليبيا

هيئة التحرير

المشرف العام

د. سعيد امحمد ورغ

مدير التحرير

د. محمد الطيف عثمان شبحه

رئيس التحرير

أ. رمضان يوسف عسكر

الهيئة الاستشارية

- د. محمد قاسم الزغبى
- د. أبوبكر امحمد أحتيوش
- د. محمد عمر القلال

المراجعة اللغوية

- د. عادل سليمان عسكر
- أ. د. عبد الجليل أبوبكر غزالة

التنسيق والإخراج

- أ. عادل سليمان عرفه
- أ. رياض سليمان جرناز
- أ. شعبان امحمد المشايخ

ترسل البحوث إلى بريد الالكترونى للمجلة على العنوان التالى : sharws@nu.edu.ly



المؤتمر الخامس للعلوم الهندسية والتقنية

5th Conference of Engineering Science and Technology

٢٠٢٢م - ٢٠٢١م

المقام في كلية الهندسة / جادو
في الفترة من 20 إلى 22 ديسمبر 2022م

تحت شعار:

«دور العلوم الهندسية في إحياء التنمية المكانية»

تنظيم

كلية الهندسة، جادو

Faculty of Engineering - Jadu

٢٠٢٢م - ٢٠٢١م



القرارات

قرار رئيس جامعة نالوت رقم (27) لسنة 1443 هجري الموافق 2022 ميلادي بشأن تشكيل لجنة وتحديد مهامها

رئيس الجامعة ...

بعد الاطلاع على الإعلان الدستوري وتعديلاته.

وعلى القانون رقم (12) لسنة 2010 ميلادي بشأن علاقات العمل ولائحته التنفيذية.
وعلى قرار اللجنة الشعبية العامة سابقا رقم (22) لسنة 2008م بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي للجامعات ومؤسسات التعليم العالي.
وعلى قرار السيد رئيس مجلس الوزراء رقم (606) لسنة 2017 بشأن تشكيل جامعة نالوت.
وعلى كتاب السيد /د عميد بلدية نالوت (إشاري د ن 4-140) بتاريخ 2017/8/17م بشأن ترشيح رئيس جامعة نالوت.
وعلى قرار السيد وزير التعليم العالي رقم (1564) لسنة 2017م بشأن تشكيل لجنة لتقييم المرشحين لشغل قيادات مؤسسات التعليم العالي.
وعلى قرار السيد الوزير رقم (1378) لسنة 2018م بشأن تكليف رئيساً لجامعة نالوت.
وبالإشارة إلى خطاب السيد/عميد كلية الهندسة المؤرخ في 2020/3/6م بشأن مقترح استضافة المؤتمر العلمي للعلوم الهندسية والتقنية بنسخته الخامسة.
وعلى كتاب السيد وكيل الجامعة للشؤون العلمية رقم ج.ن. 404. 1.3. المؤرخ في 2022/3/14م بشأن استصدار قرار للجنة المشرفة.
وبموجب مقتضى المصلحة العامة.

ق ر ر

مادة (1)

يتم بموجب أحكام هذا القرار استضافة المؤتمر العلمي للعلوم الهندسية والتقنية بنسخته الخامسة بكلية الهندسة جادو.

مادة (2)

يتم تشكيل لجان تحضيرية وعلمية للمؤتمر من السادة الذنية أسمائهم:-

أولاً :-

أ. د محمد مسعود قنان
أ. أحمد على أبودينة

رئيساً شرفياً للمؤتمر
رئيساً للمؤتمر

ثانياً : اللجنة التحضيرية :-

أ. عيسى سليم -ان لشهب
د.أبو القاسم عبد الفتاح الأخضر
أ.عصام ابراهيم معموعة
أ. أيمن سامي القطموس
أ. فيصل صالح وزغ
أ. باديس خليفة غزال
أ. ضو عمر الشيبباني
أ. عماد مسعود دوحنة
أ. رياض سليمان جرن
أ. أنور احمد ابو عصارة

رئيس
عضو
عضو
عضو
عضو
عضو
عضو
عضو
عضو
عضو



”قواعد النشر في ”مجلة شروس“

أولاً) شروط النشر:

تنشر مجلة شروس الدراسات والبحوث الأصيلة في مجالات العلوم التطبيقية والإنسانية التي تتوفر فيها مقومات البحث العلمي من حيث أصالة الفكر ووضوح المنهجية، ودقة التوثيق، كما تنشر المجلة تقارير المؤتمرات والندوات ومراجعة الكتب، وملخصات الرسائل الجامعية في مختلف مجالات العلوم، على أن تتوفر فيها شروط البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها عالمياً.

1_ أصالة أفكار البحوث: يشترط في الدراسات والبحوث المقدمة للنشر ألا تكون قد نشرت في أية مجلة محلية، أو دولية، أو دورية علمية بجميع أشكالها الورقية، أو الالكترونية، أو المنقولة، أو والمنسوخة.

2_ سلامة المنهج العلمي: يجب التقيد بأصول البحث العلمي وقواعده، من حيث أسلوب العرض والمصطلحات وتوثيق المصادر والمراجع، وذلك وفق القواعد المتعارف عليها في كتابة الدراسات والبحوث العلمية.

3_ لغة الكتابة: يجب أن تكون لغة الدراسات والبحوث المقدمة للنشر هي العربية، أو الانجليزية، أو الأمازيغية المعيارية المراجعة من قبل متخصص في علم اللغة.

4_ حقوق الملكية والنشر: تقاضى المجلة أجوراً مقابل النشر فيها، ولا تدفع للباحث أية مكافأة مالية عن البحث الذي ينشر فيها. وبمجرد إشعار الباحث بقبول بحثه للنشر قبولاً نهائياً، تنتقل حقوق النشر إلى المجلة، حيث لا يحق لأصحاب الأعمال المقدمة للمجلة نشرها في أية مجلة أخرى، وتحفظ المجلة بحقها في نشر البحوث المقبولة وفقاً لحالاتها الخاصة.

5_ تخصص المجلة: تُعنى المجلة بالمراجعات العلمية والنقدية للدراسات والبحوث، وكذلك المراجعات وعروض الكتب ذات القيمة الفكرية والعلمية والثقافية، كما تنشر المجلة وثائق المؤتمرات والندوات العلمية ونتائجها الخاصة.

6_ ما ينشر في المجلة يعبر عن وجهة نظر الباحث / الباحثين، ولا يعبر عن وجهة نظر المجلة، أو الجامعة.

ثانياً) طريقة النشر في مجلة شروس:

تخضع الأعمال المقدمة للنشر لعدد من الإجراءات

1_ يوقع الباحث على نموذج "طلب النشر بالمجلة" متضمناً تعهده بالمسؤولية الكاملة عن أي انتهاك، أو تجاوز لأخلاقيات البحث في حالة ثبوته، وإقراره بأن عمله لم ينشر البحث في أية مجلة أو دورية علمية أخرى، وظانه لن يقدم على نشره في أية واحدة منها في حالة قبوله.

2_ عدم التقدم بطلب سحب العمل بعد إبلاغ الباحث بوصول إنتاجه الفكري للمجلة ودفع سعر نشره.

3_ عدم اعتراض أي عضو من فريق البحث على أية قضية تخص الفريق الذي يعمل فيه.

4_ يتم إشعار الباحث عبر وسائل الاتصال المتوفرة في حينها بتاريخ استلام عمله العلمي، بحث، وإعلامه بالملاحظات إن وجدت، أو أن يتم الاعتذار عن متابعة إجراءات النشر في ضوء التحكيم الأولي

5_ دور البحث في النشر: يتم نشر العمل حسب تاريخ قبوله للنشر بغض النظر عن عدد المجلة، ويتم ذلك وفق اعتبارات فنية صرفه.

ثالثاً) قواعد الكتابة:

يجب أن أخذ بعين الاعتبار الاشتراطات التالية عند إعداد البحث للنشر في المجلة:

1_ أن لا يزيد عدد صفحات البحث عن عشرين صفحة، بما في ذلك ملاحقه، ولايفل عن عشر صفحات.

2_ أن لا تزيد كلمات العنوان عن عشرين كلمة بما في ذلك العنوان الرئيسي والثانوي

3_ ان لا تزيد الكلمات المفتاحية عن 7 ولا تقل عن 5 كلمات، ولا يقل

4_ ان لا يزيد عدد كلمات الملخص باللغة العربية عن 250 كلمة وباللغة الإنجليزية عن 300 كلمة.

5_ يقدم البحث مكتوباً باللغة العربية أو الإنجليزية ومطبوعاً على الكمبيوتر باستخدام برنامج

ميكروسوفت وورد (Microsoft-Word) (1.15) وبخط Simplified Arabic حجم 14

للبحث باللغة العربية، وبخط Times New Roman بحجم 12 للبحث باللغة الإنجليزية،

وحجم خط الهوامش السفلية 11 ، على ورق A4 على وجه واحد من ثلاث نسخ ورقية ونسخة

إلكترونية على نسخ ورقية ونسخة إلكترونية على "CD" قرص مدمج.

6_ يكتب كامل البحث باللون الأسود بما في ذلك الجداول والأشكال

7_ يجب أن تظهر في الصفحة الأولى من البحث البيانات التالية:

• عنوان البحث

• اسم الباحث أو الباحثون

• العنوان الرئيسي لجهة العمل

• أرقام الهواتف المحمولة والبريد الإلكتروني للباحث.

8_ لضمان السرية والشفافية يجب عدم ذكر اسم الباحث/ الباحثين / الباحثات في المتن، أو استغلال أية إشارة تكشف هويته، أو هوياتهم / هوياتهن.

9_ إذا استعمل الباحث برمجيات أو أدوات قياس من اختبارات واستبانات أو غيرها من أدوات البحث، فعليه أن يقدم نسخة كاملة من الأداة التي استعملها إذا لم ترد في متن البحث، أو لم ترفق بملاحقه، وأن يشير إلى الإجراءات القانونية التي تسمح له باستعمالها في بحثه. وأن يحدد للمستفيدين من البحث الآلية التي يمكن اتباعها للحصول على البرمجية أو الأداة في كتابة المراجع أو الإشارة إليها داخل البحث.

10_ تستعمل طريقة IEEE 10.

11_ عند تقديم البحث كاملاً يجب أن يحتوي على: الملخص، المقدمة، بما ذلك مشكلة البحث، أهدافه، طريقة البحث، النتائج، المناقشة، الاستنتاج، المراجع.

إننا نروم من وراء توظيف مصطلح (مخلص) توضيح مكونات هذا العمل باقتضاب: ضرورة توفر اسم الباحث (ة) في مستهل البحث، درجته العلمية، تاريخ إنجاز البحث المعوّل على نشره في أحد الأعداد القادمة للمجلة، عدد الصفحات، اسم الكلية، التخصص، تلخيص الموضوع في فقرة، أو فقرتين مركّزتين لا تتجاوزان (250)، أو (300) كلمة باللغتين العربية والانجليزية، وذلك حسب الجدول التالي:

اسم الكلية :	التخصص :	تاريخ إنجاز البحث :
اسم الباحث (ة) :	الدرجة العلمية :	عدد صفحاته :
عنوان البحث :		
الملخص : يجب التطرق بإيجاز وتركيز إلى مجال البحث ، أو حقله المعرفي المتخصص ، مشكلته ، أسباب اختياره ، أهدافه ، فرضياته .		

12_ يلتزم الباحث (ة) بكتابة عمله المقدم للنشر، مقسماً إلى أبواب رئيسية، كما هو مبين أسفله، وفي حالة مخالفة ذلك يرفض العمل المقدم للنشر.

1_ نموذج العلوم الإنسانية:

يجب أن يضم: الملخص، المقدمة، الهدف، الأهمية، الحدود، مشكلة البحث، الدراسات السابقة، الفرضيات، منهجية البحث، تقسيم البحث/ المبحث الأول...المطلب الأول.... الخ، المبحث الثاني...المطلب الأول.... الخ. المناقشة والاستنتاج، المصادر والمراجع.

2_ نموذج العلوم التطبيقية:

يحتوي على: الملخص، المقدمة، الدراسات السابقة، الفرضيات، منهجية البحث، خلفيته / تصميمه / موقعه / مجتمع البحث، العينة / أدوات الدراسة / تحليل البيانات احصائيا، النتائج، المناقشة، الاستنتاج، التوصيات، المصادر والمراجع.
ملاحظة: الأبواب المبينة أعلاه تحتوي على عناوين فرعية وثانوية.
_ يجب الالتزام بترتيب أبواب البحث، كما تترجم ذلك طريقة النشر في المجلة 4.

أهداف المؤتمر:

- التركيز على التطورات الجديدة في المجالات التقنية وعرض دورها الرئيسي في التنمية الوطنية.
- تبادل الأفكار والخبرات بين الأكاديميين والتقنيين في المجالات الهندسية. العمل بين الأطر الهندسية المختلفة في تصميم وتنفيذ المشاريع. دور الكليات الهندسية والمعاهد التقنية في المساهمة الفعالة في تطوير البحث العلمي والربط بينهما وبين المؤسسات ذات العلاقة.

محاوِر المؤتمر:

المحاوِر

1. الهندسة النفطية والكيميائية

- حفر آبار النفط وهندسة المكامن.
- هندسة وتقنية البوليمر.
- كيرير النفط وعمليات الغاز.
- العمليات الكيميائية والبتروكيماوية وتطويرها.
- تقنية محطات الإنتاج المبكر.

2. الهندسة الكهربائية والحاسوب

- نمذجة أنظمة الطاقة.
- محطات القوى الانتاج والتوزيع.
- أنظمة الاتصالات.

- معالجة الاشارة والصورة.
- تقنيات أنظمة التحكم والروبوت والأنظمة الذكية.
- شبكات الحاسب.. وتأمينها.

3. الهندسة المدنية والعمارة

- تقنيات الخرسانة ومواد البناء.
- هندسة المواصلات والمساحة.
- الهندسة الانشائية ودراسات التربة.
- هندسة البيئة والموارد المائية.
- العمارة والتخطيط الحضري والتراث العمراني.
- التطبيقات الهندسية واستخداماتها في التصميم العمراني والإنشائي.

4. تقنية المعلومات

- علوم الحاسب والخوارزميات.
- تقنية الوسائط المتعددة.
- أنظمة قواعد البيانات.
- الحوكمة والتجارة الإلكترونية.
- هندسة البرمجيات والحسابات السحابية.

5 الهندسة الميكانيكية والصناعية

- نمذجة وتصميم العمليات.
- أنظمة التكييف والتبريد وإنتاج الطاقة.
- عمليات الانتاج وتقنيات اللحام والمعالجة الحرارية.
- تقنيات النانو في العمليات الصناعية.
- علوم المواد.

6. الهندسة الجيولوجية والجيوفيزيائية

- هندسة استكشاف الخامات.
- التقييم الاقتصادي للخامات
- هندسة استكشاف النفط والغاز.
- دراسة الصخور.
- تطبيقات الهندسة الجيوفيزيائية.
- تقنيات الاستشعار عن بعد واستخدامها في عمليات الاستكشاف.

7. الإدارة الهندسية والبيئية:

- إدارة المشاريع الهندسية.
- استدامة الموارد البيئية الطبيعية.
- التغيرات المناخية وآثارها البيئية.
- دراسة وإدارة المخلفات والمخاطر البيئية.
- أنظمة إدارة الجودة.

8. استراتيجيات وتقنيات الطاقات المتجددة

- دراسة مصادر الطاقات المتجددة وتطبيقاتها.
- تصميم وتحليل وصيانة نظم الطاقة المتجددة.
- تقنيات نظم التخزين والتحكم بالطاقة المتجددة.
- تصميم وتركيب وتحليل تقنيات الشبكة الذكية.
- الاستراتيجيات ذات العلاقة باستخدام الطاقة المتجددة.
- تقنيات التحويل الحراري والكهروضوئي.



جامعة نالوت
NALUT UNIVERSITY

الفهرس

الصفحة	العنوان	ت. ر
	الهندسة الهندية	
1	تأثير الركام الناعم المستخدم في مناطق الجبل على تشغيلية ومقاومة الخرسانة للضغط مارن امحمد إسماعيل المجدم	1
12	دراسة تأثير إضافة مخلفات PVC والإسمنت علي الخواص الهندسية للتربة الرملية ضو عمر امحمد الشيباني	2
25	تأثير دورات التجمد والذوبان على الخواص الميكانيكية للخرسانة ادم الصديق مسعود عبدالقادر، باسم عبدالهادي جمعة الشيباني، فاطمة عياد الفيتوري	3
36	دراسة وتقييم حالة بعض الجسور للمحافظة على الفائض الإنشائي في ليبيا د. ابوالقاسم ابوصبيع، أ. عبد الله الربيب	4
55	Enhanced early hydration properties of Nano Silica incorporated cement paste Muftah Mohamed Sreh	5
69	تقييم اثر ادارة المشاريع الهندسية لضمان نجاح مشروع التشييد امساعد مفتاح الصلاحي، عبد الباسط عبد الغفار الفيض	6
76	تقييم العلاقة الاحصائية بين مقاومة الضغط ونتائج الاختبارات الغير إتلافية عند تغير رتبة وظروف المعالجة للخرسانة د. نورالدين محمد الطوير	7
89	دراسة تأثير درجات حرارة وزمن التقادم على أداء الطرق الأسفلتية بشير معمر أبوراوي	8
100	Determining the potential Benefits of Using Primavera P6 Technology in Sustainability and Construction Project in Libya Khaled Omar Almayouf, Abdrahman Faraj Shahran	9
111	Effect of partial replacement of cement by waste glass powder on the properties of self-compacting concrete Abdelhamed Ibrahim Ganaw	10
117	دراسة تأثير درجة الحرارة على خواص خلطة الخرسانة المضاف اليها الرخام الطبيعي عيسى سليمان لشهب، عماد مسعود دوحة، امحمد علي ابودينة	11
127	Comparative Study Based on the Utilization of Polystyrene Foam and High-Density Polyethylene in Lightweight Concrete Salhin Alaud	12

136	Evaluate the Rutting Performance of Sustainable Gap-Graded Asphalt Mixes Subjected to Moisture Conditioning Foad Mohamed Elkut, Meor Othman Hamzah	13
الهندسة المعمارية		
148	تطبيق معايير إضفاء طابع إنساني على الفراغ الحضري (ميدان الشهداء بطرابلس كدراسة حالة) د. فوزي محمد عقيل، أ. ولاء الدين ونيس عقيل، م. أكرم احمد هدية	14
167	استخدام معايير LEED لتقييم الاستدامة في المباني السكنية العمودية في ليبيا حالة دراسة العمارات السكنية في منطقتي النجيلة والخلاطات في طرابلس د. حمزة محمد الخازمي، ا. فاطمة سعيد ساسي	15
185	تطبيق مبادئ العمارة المستدامة على المباني ذات الموروث المعماري "حالة دراسية فيلا سلين" أ. مفتاح الربيعي، أ. عبدالسلام الرشيدي، د. وليد فريوان,	16
الهندسة الهيكلية		
207	Thermal-Hydraulic calculations for the Westinghouse AP-1000 clean core with MITH code Tariq Zakariya Malatim, Amal S. Dakhil	17
222	دراسة خواص المواد الخام لخلطات البلاط السيراميكي وتأثير الفونولايت على مقاومة الكسر سالم علي قراب، محمد علي بلعم، صهيب محمد البرتولي، أنس ناجي أبوليفة	18
236	تصميم جهاز لتفويض خشب شجرة الأثل عبد العاطي مطر، جبريل الجروشي	19
250	Reduction of CO2 emissions using HHO mounted in a car's motor & its economic Ghassan S. Almassri1, Khalid M H Jaballa2, Benur Maatuga3, Salah M Almusbahi4	20
259	الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة وأثرها في تحديد الاستراتيجية المناسبة للمزيج الطاقوي (دراسة لقطاع الطاقة وفرص إدماج الطاقات المتجددة في ليبيا) أحمد المشري	21
285	تقدير عدد المعيبات المنتجة باستخدام مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية دراسة حالة - مصنع سيراميك ليبيا سليمان قليون، علي الطويل	22

تأثير الركام الناعم المستخدم في مناطق الجبل على تشغيلية ومقاومة الخرسانة للضغط

¹مارن امحمد إسماعيل المجدم ° قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة نالوت، ليبيا
maren_amhamed@yahoo.com

الملخص

يعتبر الركام المادة الأساسية في صناعة الخرسانة بأنواعها المختلفة، حيث تشغل الجزء الأكبر من حجم الخلطة الخرسانية بنسبة تتراوح من (70 - 75 %). في هذه الورقة تم انتاج الخرسانة من ثلاثة أنواع مختلفة من الركام الناعم، حيث ان الركام الناعم (رمل) يتم الحصول عليه من محاجر خاصة بإنتاج الركام الناعم، تم اختيار ثلاثة مناطق للركام الناعم وهي محجر من غريان و محجر من جادو و محجر من نالوت. تم دراسة تأثير الرمل على كل من قابلية التشغيلية ومقاومة الضغط. حيث أجريت اختبارات التحليل المنخلي للركام الناعم والخشن و اختبار الوزن النوعي و النعومة للركام الناعم و اختبار الهبوط و مقاومة الضغط للخرسانة، و تم عمل ثلاثة خلطات خرسانية بنسب خلط ثابتة 4:2:1 لكل نوع من الرمل مع تثبيت نوع الاسمنت و الركام الخشن و نفس كمية الماء. وصب 27 مكعب بحجم (mm 150 × 150 × 150) ليتم اختبار مقاومة الضغط خلال 7 و 14 و 28 يوما. اظهرت نتائج الدراسة ان الخرسانة المصنوعة من رمل نالوت لها اعلى قابلية تشغيل و لوحظت اعلى مقاومة للضغط الخرسانة على طول مدة الاختبارات كانت للخرسانة المصنوعة من رمل نالوت تليها الخرسانة المصنوعة من رمل جادو ثم الخرسانة المصنوعة من رمل غريان وتم عرض نتائج قوة الانضغاط كدالة للعمر عند المعالجة.

الكلمات الدالة: التشغيلية، مقاومة الضغط ، خصائص الخرسانة، رمل ،خلطة خرسانية، ركام الناعم .

المقدمة

أدى النمو السريع في البنية التحتية على مستوى العالم الى جعل الخرسانة اكثر مواد البناء استخداما على نطاق واسع (1) . حيث تلعب جودة المواد المستخدمة في تحضير الخرسانة دورا أساسيا في تطوير الخصائص الفيزيائية و قوة مقاومة الخرسانة الناتجة وقابلية التشغيل (2) . و الخرسانة تظهر العديد من المزايا فيما يتعلق بالخواص الميكانيكية و الجوانب الاقتصادية للبناء،

الا ان السلوك الهش للمادة لا يزال يمثل عائقا كبيرا⁽³⁾. و الامر الذي يجعلنا بحاجة الى المزيد من تركيز البحث حول طرق تطوير خواصها. يكون الركام جسم الخرسانة الذي يستطيع أن يقاوم الأحمال التي تتعرض لها، ومقاومة العوامل الجوية من حرارة وبرودة و جفاف لذا فإن الركام يعطي للخرسانة متانة افضل مما لو استعملت عجينة اسمنتية لوحدها. اجريت العديد من الدراسات حول تاثير رمال الكثبان الرملية و رمال البحر على قوة الخرسانة حيث أعطت رمال البحر نتائج افضل مقارنة برمال الكثبان الرملية⁽²⁾. كما اظهرت دراسات على الركام الناعم المنتج من مسحوق الكوارتزيت و الجرانيت و الحصى النهري وكانت الخرسانة المصنوعة من الحصى النهري تتمتع باعلى قابلية تشغيل تليه ركام الكوارتزيت و ركام الجرانيت ، و ركام الكوارتزيت اعطي اعلى مقاومة للضغط في جميع اعمار الخرسانة⁽³⁾. في هذه الدراسة تم التركيز على الركام الناعم (الرمال) المستخدم في السوق المحلية حيث ينحصر الركام الناعم بالحبيبات التي تمر بالمنخل القياسي بقطر 2.36 mm ، حيث يجب ان يكون التدرج الحبيبي مناسباً ليساعد على تشغيلية افضل للخلطة الخرسانية و هدفت هذه الدراسة لمعرفة جودة الركام الناعم المستخدم في مناطق الجبل و اختيرت كعينات رمل غريان و جادو ونالوت من حيث قابلية التشغيل و مقاومة الضغط .

البرنامج العلمي

1 - المواد المستعملة

1.1 الركام الناعم: الركام الناعم (الرمال) المستخدم في هذه الدراسة تم اختياره من ثلاثة مناطق مختلفة بها محاجر للرمال تم لإشارة الى الرمل المتحصل عليه من محجر منطقة غريان (رمل A) ، و الرمل من محجر منطقة جادو (رمل B) و الرمل من محجر نالوت (رمل C) و قد تم اجراء بعض الاختبارات المعملية لتحديد التحليل النخلي للرمال كما في الجدول 2 و الوزن النوعي و النوعية كما في الجدول 4 .

2.1 الركام الخشن: تم الحصول على الركام الخشن من محجر منطقة جادو وهو ركام نظيف وغير مغطى بأي نوع من أنواع الطين او الطمي و قد تم غسله بالماء العذب لازالت أي غار من سطحه.

3.1 الاسمنت : استخدم الاسمنت البورتلاندي نوع (42.5 N) المتوفر في الأسواق المحلية و الذي تم انتاجه في مصنع الاتحاد العربي للمقاولات، جدول 1 يبين الخواص الفيزيائية للإسمنت المستخدم .

جدول 1: الخواص الفيزيائية للإسمنت

الاختبارات المعملية	النتائج	المواصفة
نسبة الماء القياسية	%26	26 - 32%
زمن الشك الابتدائي	137 دقيقة	لا يقل عن 45 دقيقة
زمن الشك النهائي	250 دقيقة	لا يزيد عن 10 ساعات
الوزن النوعي	3.14	3.12 - 3.16
النعومة	5(%)	لا يزيد عن 10(%)
ثبات الحجم	1 mm	لا يزيد عن 10mm

4.1 الماء: استخدم في الخلط ماء صالح لشرب خالي من الاحماض و الاملاح و المواد العضوية.

2 - إعداد العينات

تم اعداد الخلطات الخرسانية التي تحتوي على الانواع المختلفة A (رمل غريان) ، B (رمل جادو) ، C (رمل نالوت) من الركام الناعم و في جميع الخلطات تم تثبيت نسبة الركام الخشن و كمية الماء و كمية الاسمنت و كمية الرمل أيضا حيث تركز الاختلاف في العينات على استخدام ركام ناعم من محاجر مختلفة . تم تحضير ثلاثة عينات من كل خلطة خرسانية و كانت نسب الخلط 1:2:4 (الاسمنت : الركام الناعم : الركام الخشن) على التوالي و كانت ابعاد المكعب الخرساني 150 × 150 × 150 mm لاختبار مقاومة الضغط للخرسانة ، تم معالجة المكعبات الخرسانية بالغمر في الماء لمدة 7 أيام و 14 يوم و 28 يوم .

الاختبارات:

1 - التحليل المنخلي

أجريت اختبارات المناخل على العينات A ، B ، C لتحديد التدرج الحبيبي لكل عينة. استخدم في هذا الاختبار مجموعة من المناخل تراوح الحجم الحبيبي لها من 0.15 mm الى 2.36 mm (0.15 ، 0.3 ، 0.6 ، 1.18 ، 2.36) mm .

كما اجري أيضا التحليل المنخلي للركام الخشن والذي استخدم في اعداد جميع خلطات الخرسانة حيث استخدم مناخل ذات احجام مختلفة تراوحت من 5 mm الي 37.5 mm .

2 - الوزن النوعي و معامل النعومة للرمل

اجري اختبار الوزن النوعي واختار معامل النعومة على عينات الرمل A ، B ، C .

3- الهبوط للخرسانة الطازجة:

اجريت اختبارات الهبوط طبقا للمواصفة القياسية البريطانية (B.C. 1881. Part 2: 1970) لقابلية التشغيلية للخرسانة حيث تم تطبيق المواصفة لجميع خلطات الخرسانة المختلفة والتي تحتوي على الركام الناعم A ، B ، C.

4 - اختبار مقاومة الضغط:

عرضت جميع المكعبات الخرسانية التي تحتوي على الأنواع المختلفة من الرمل لاختبار مقاومة الضغط باستخدام جهاز قياس مقاومة الضغط (ADR 2000) وتم حساب متوسط مقاومة الضغط لكل عينة كدالة في زمن الغمر تحت الماء.

النتائج و المناقشات

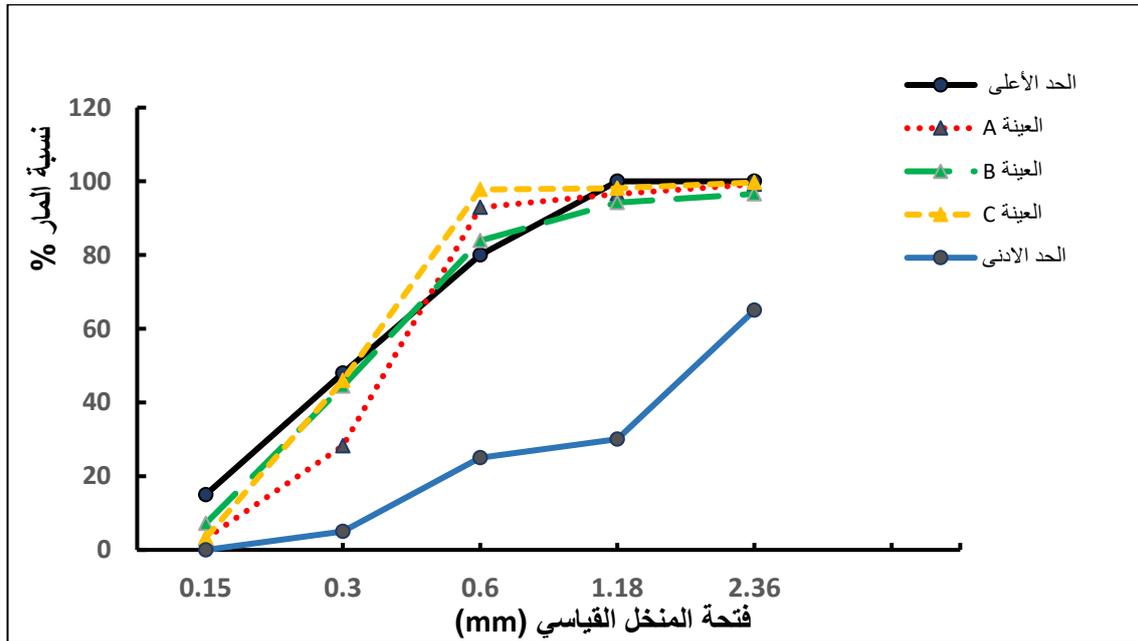
اجري اختبار التحليل المنخلي لعينات الرمل المختلفة و ذلك لتحديد التدرج الحبيبي لكل عينة من الركام الناعم، جدول 2 يبين التدرج الحبيبي لعينات الركام الناعم، حيث يتضح من الجدول ان نسبة 99.9% يمر من المنخل لعينة رمل A و 99.7% لعينة الرمل B بينما حوالي 96.6% لعينة رمل جادو يمر من فتحة المنخل 2.36 mm . و وجد ان هناك اختلاف أيضا في نتائج التحليل المنخلي لحجم المار من المنخل 0.6 mm و الذي يتضح فيه ان النسبة المئوية للرمل المار كانت 95.8% لرمل C و 92.9% لرمل A و 83.9% لرمل B حيث كان رمل جادو

قريبا من الحد الأعلى للمواصفة القياسية الليبية 80%. و عامتا فإن الأنواع الثلاثة من الرمل تقترب من الحد الأعلى للمواصفة بينما رمل جادو B يقترب أكثر من حدود المواصفة لجميع التدرج الحبيبي . جدول 3 يوضح نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن حيث تبين النتائج ان التوزيع الحبيبي للركام الخشن تنطبق على حدود المواصفة البريطانية (B.S.812:1975) ، كانت نسبة الركام الناعم في عينة الركام الخشن حوالي 0.8 % وقد تم استبعادها في جميع الخلطات الخرسانية ، تم أيضا تعيين الوزن النوعي للركام الخشن ونسبة امتصاص الركام للماء حيث وجد ان الوزن النوعي لها 2.46 و نسبة امتصاص الماء 1.73 % وهي تعتبر ضمن حدود المواصفة الليبية كما في الجدول 4 كما بين ان الصلابة للركام الخشن 18.93 % و معامل مرونته 2.01 % . الشكل 3 يبين نتائج اختبار الهبوط و الذي اجري طبقا للمواصفة القياسية لليبية لقابلية التشغيلية حيث يتضح من الشكل ان مقدار الهبوط لعينة الخرسانة المحضرة من الرمل A (رمل محجر غريان) و عينة الرمل B (محجر جادو) كانتا 3 cm بينما عينة الخرسانة الذي تم اعدادها باستخدام عينة رمل C (محجر نالوت) كانت اعلى من العينات الأخرى 3.5 cm حيث جميع قيم اختبار الهبوط التي تم قياسها تقع ضمن حدود مواصفة القوام للندن للخرسانة (B.C. 1881. Part 2: 1970)، ربما يعود الاختلاف في مقدار الهبوط لعينات الخرسانة المختلفة الى الاختلاف في معامل النعومة لعينات الرمل A , B , C موضح بالجدول 5 أجريت العديد من الأبحاث العلمية لدراسة تأثير الرمل و مصادرة على مقدار الهبوط للخرسانة، حيث إشارة نتائج تلك الاعمال الى ان هناك اختلاف في مقدار الهبوط باختلاف مصدر الرمل. تم الحصول على عينات الخرسانة العادية التي تحتوي على الأنواع المختلفة من الركام الناعم وتم اجراء اختبار مقاومة الضغط لها بعد غمرها في الماء لمدة 7 أيام و 14 يوم و 28 يوم، شكل 4 يبين نتائج مقاومة ضغط الخرسانة باختلاف عينات الرمل حيث اتضح من الشكل ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المعدة من رمل A بعد 7 أيام من الغمر كانت 35.90 MPa و عينة الخرسانة (رمل B) 36.97 MPa إلا أن عينات الخرسانة التي استخدم فيها (الرمل C) كانت اعلى 40.84MPa من العينات الأخرى بنسبة وصلت الى حوالي 12 % ، وصلت قيمة مقاومة الضغط لعينات الخرسانة بعد مرور 28 يوم لعينة (رمل A) الى حوالي 43.03 MPa بينما خلطات الخرسانة لرمل B ، C كانت اعلى

بنسبة 15.64 % و 18.06 % على التوالي عند مقارنتها بخرسانة العينة A. من هذه النتائج يتضح ان هناك اختلاف في خصائص الرمل باختلاق محاجرة.

جدول 2 : يوضح التدرج الحبيبي لعينات الرمل (رمل غريان - رمل جادو - رمل نالوت).

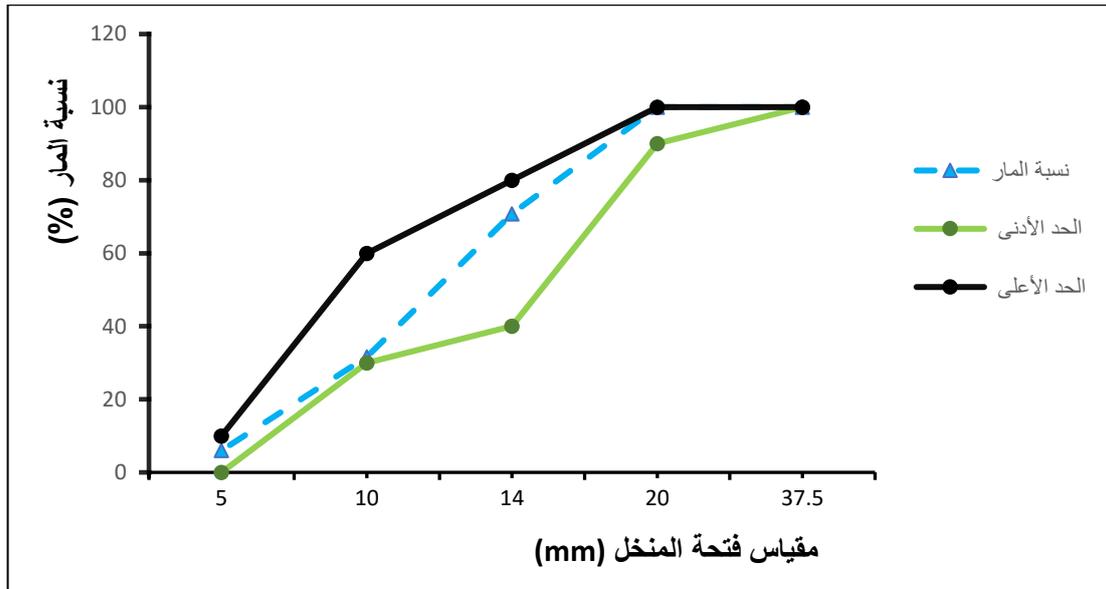
النسبة المئوية للمار (%)			فتحة المنخل (mm)
رمل نالوت C	رمل جادو B	رمل غريان A	
99.7	96.6	99.2	2.36
98.1	94.2	96.6	1.18
95.8	83.9	92.9	0.6
46	44.4	28.2	0.3
3.3	7.2	3.1	0.15



الشكل 1: التدرج الحبيبي لعينات الركام الناعم

الجدول 3: نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن

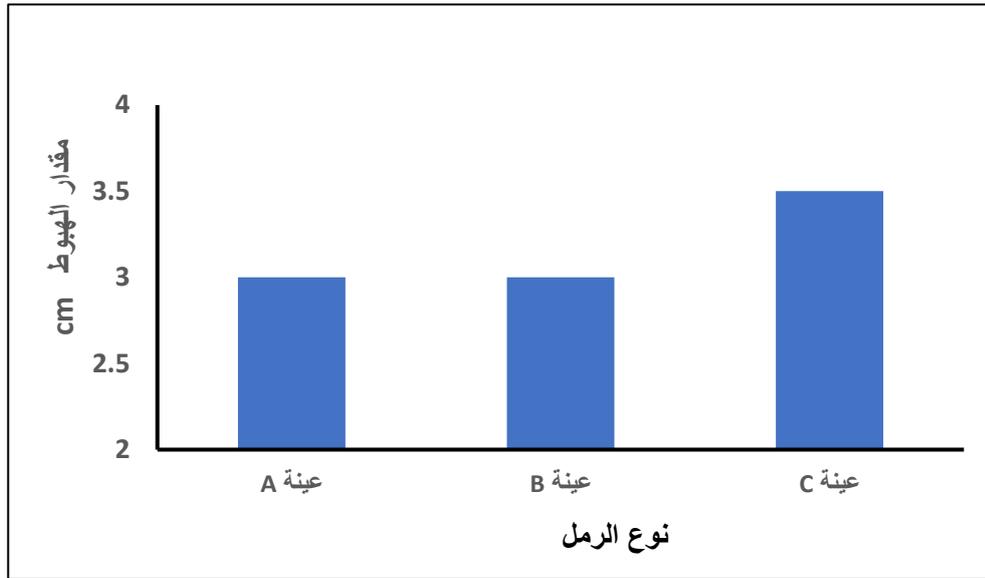
نسبة المار (%)	نسبة المحجوز (%)	الوزن التراكمي (Kg)	الوزن المحجوز (Kg)	فتحة المنخل (mm)
100	0	0	0	37.5
100	0	0	0	20
70.8	29.2	1.46	1.46	14
31.6	68.4	3.42	1.96	10
6	94	4.70	1.28	5
0.8		4.96	0.26	الوعاء



الشكل 2: التدرج الحبيبي للركام الخشن

الجدول 4: الخواص الفيزيائية للركام الخشن

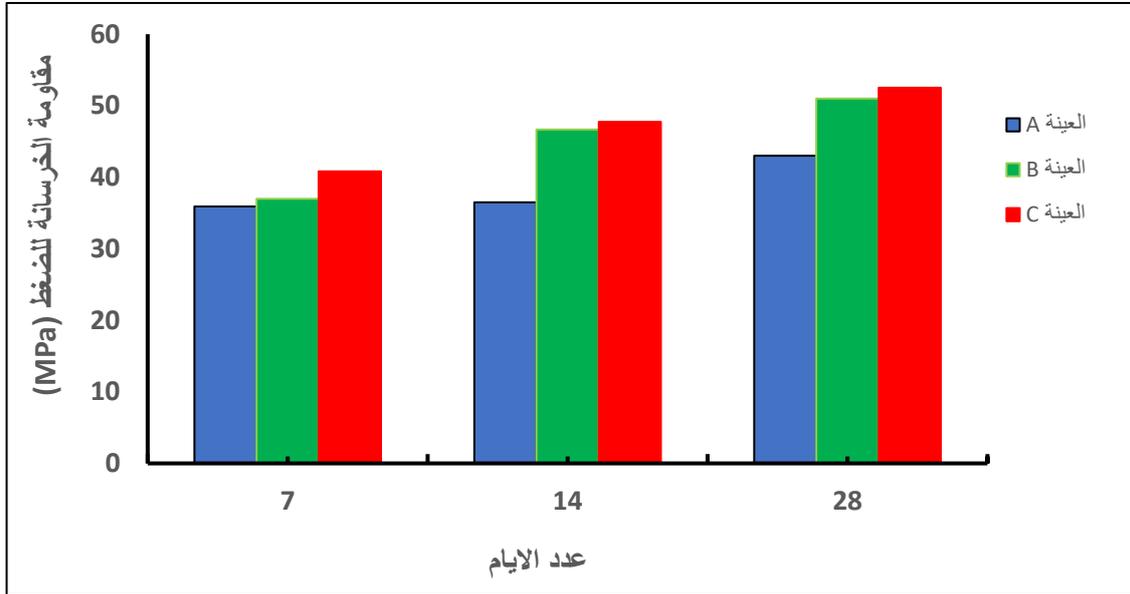
الاختبارات المعملية	النتائج	حدود المواصفة
الوزن النوعي	2.64	2.7 - 2.6
نسبة الامتصاص	%1.73	الحد الأقصى 3 %
اختبار الصدم	%18.93	الحد الأقصى 45%
معامل النعومة	%2.01	لا يزيد عن 10%



الشكل 3: مقارنة مقدار الهبوط للعينات

الجدول 5: الوزن النوعي ومعيار النعومة.

الاختبارات المعملية	النتائج	حدود المواصفة
الوزن النوعي رمل عينة A	2.67	2.7 - 2.6
الوزن النوعي رمل عينة B	2.6	2.7 - 2.6
الوزن النوعي رمل عينة C	2.56	2.7 - 2.6
معامل النعومة رمل عينة A	1.8	1.4 - 1.8
معامل النعومة رمل عينة B	1.74	1.4 - 1.8
معامل النعومة رمل عينة C	1.57	1.4 - 1.8



الشكل 4: العلاقة بين مقاومة الضغط لعينة الخرسانة و عدد الأيام.

الاستنتاجات:

- 1- التدرج الحبيبي لرمال العينات الثلاثة كان متقارب من حيث النعومة كانت العينات الثلاثة خارج حدود المواصفات عند المنخل 0.6mm، و كان رمل نالوت الأكثر نعومة من رملي جادو و غريان.
- 2- الوزن النوعي لرملي غريان و جادو هما ضمن حدود المواصفات على عكس رمل نالوت فهو على الحد الأدنى لقيم المواصفات.
- 3- معامل النعومة لعينات الرمل كانت ضمن حدود المواصفات وعينة رمل نالوت الأفضل .
- 4- قابلية التشغيل للخلطات الخرسانية الثلاثة كانت متقاربة حيث كان الهبوط للخلطات الخرسانية لرملي جادو و غريان 3cm والخلطة الخرسانية لرمل نالوت 3.5cm هي الأفضل و هي ضمن حدود القوام اللدن للعينات .
- 5- أظهرت النتائج ان الخلطات الخرسانية للعينات الثلاثة ذات مقاومة جيدة و عالية للضغط.
- 6 - كانت نتائج عينة الخرسانة لرمل نالوت اكثر مقاومة للضغط من عينات الخرسانة لرملي جادو و غريان.

المراجع

- 1- S.Asadey, A.Omran, O.M. Elbasir " Compressive Strength of Dune Sand Reinforced Concrete " Journal of Engineering and Applied Sciences 16 (2): 54-47, 2021.
- 2- S.Asadey, A.Omran," Effect of the type of sand on the properties of concrete". Journal of Engineering and Applied Sciences VOL.16, March .(2021),pp.11-113.
- 3- Abdullahi. M "Effect of aggregate type on Compressive strength of concrete" No 3, 2012.
- 4- Lee, E.; Ko, J.; Yoo, J.; Park, S.; Nam, J. "Analysis of the Aggregate Effect on the Compressive Strength of Concrete Using Dune Sand". Appl. Sci. 2021.
- 5 -ASTM C150/C150M, 2012. "Standard specification for Portland cement. American Society for Testing and Materials (ASTM)" , ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania.
- 6- BS 1881: part 116 1983," Concrete Testing, Methods of Determination of Compressive Strength. Of Concrete Cubes" , British Standard Institution, London.
- 7-American Society for Test and Materials, ASTM C143-78, "Standards Test Method for Determining the Slump of Fresh Concrete".
- 8 - H.O. Ozioko and E. E. Ohazurike "Effect of Fine Aggregate Types on the Compressive Strength of Concrete" ,August 2020.
- 9- شريفة محمد، زينب عمر، ايمان امحمد، " تأثير الركام الناعم على مقاومة الضغط للخرسانة العادية و خرسانة ذاتية الدمك" المجلة الدولية للعلوم و التقنية العدد 26 ، يوليو 2021.
- 10- حسن المعطي ، احمد عاشور ، عبد الحميد محمد " تأثير نسبة الركام الناعم للركام الكلي على مقاومة الضغط والتشغيلية للخرسانة عالية المقاومة " المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ العدد 27، اكتوبر 2021.

11-عبدالمجيد محمد، احمد محمد، فيصل عبداللطيف " دراسة تغيير مواصفات الخرسانة باختلاف مصادر الرمل المستخدم في الجنوب الليبي" المؤتمر الوطني السادس لمواد البناء و الهندسة الانشائية 2016 .

دراسة تأثير إضافة مخلفات PVC والإسمنت على الخواص الهندسية للترية الرملية

ضو عمر امحمد الشيباني

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة جادو ، جامعة نالوت

dawshibani14@gmail.com

0914952126

الملخص

لقد أُجريت هذه الدراسة بإضافة مخلفات البلاستيك عديد كلوريد الفاينيل PVC المطحون و الإسمنت البورتلاندي العادي إلى التربة لتحسين خواصها و لقد تم توريد عينة التربة من مدينة الزهراء ، و تم إجراء بعض الاختبارات عليها كالتحليل المنخلي و الكثافة الحقلية و حد السيولة و حد اللدونة و الكثافة الجافة و المحتوى المائي و تم استخدام مخلفات PVC المطحون في تحسين خواص التربة و كمساهمة في التقليل من تراكم مخلفات البلاستيك و تم الحصول على نتائج مرضية جداً زادت من تحسين الخواص الهندسية للترية .

الكلمات المفتاحية : التربة ، البلاستيك ، الإسمنت ، حد السيولة ، حد اللدونة.

1. المقدمة

لا شك أنه و قبل تنفيذ أي عمل هندسي قد تجرى بعض الأعمال الهندسية لتجهيز الموقع للتأسيس لهذا العمل فمثلاً قد يتطلب الأمر زيادة قدرة التحميل بزيادة الاحتكاك ، و التماسك و الكثافة لها ، و قد يتطلب الأمر تخفيض قيمة الهبوط المحتمل بتقليل نسبة الفراغات و زيادة الكثافة و مقاومة القص ، و قد تكون الطبقة السطحية من تربة الموقع غير صالحة للتأسيس ، و يجب إزالتها و إحلال مكانها تربة أفضل . كما أن للترية إجراءات تحسين تُجرى لها لتكون صالحة للتأسيس تجنباً لحدوث هبوط التصلب العالي و تحسين تربة الموقع باستخدام الإضافات يسمى تثبيت التربة (Stabilisation) [1] ، و في هذه الدراسة تم استخدام مخلفات عديد كلوريد الفاينيل PVC و الإسمنت البورتلاندي العادي و ذلك بإضافتهم للترية الموردة لغرض تحسين ثبات التربة للحصول على نتائج جيدة و مرضية لخواص التربة ، و أما مشكلة الدراسة فهي فكرة تحسين خواص التربة بإضافة PVC و الإسمنت البورتلاندي العادي لتحسين ثبات التربة (Stabilisation) .

وكانت أول مشاريع الطرق المسجلة التي كان فيها تربة وإسمنت استخدمت للبناء في جنوب داكوتا أوي كالفورنيا تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية ، ففي السنوات 1933 ، 1934 ، 1935 ،

قامت إدارة الطرق السريعة بمنطقة جنوب كارولينا باختبار ناتج عن خلط الإسمنت والترية واستخدامها في أساسات الطرق ، وهذا العمل كان جديراً بالذكر لأنه أثبت من خلاله إمكانية خلط الطين بالإسمنت مع بعضه لإنتاج مادة بناء مناسبة لتعبيد الطرق [2]. هناك طرق عديدة مستخدمة في تحسين التربة وهي ترتبط ارتباطاً كلياً بنوعية التربة ، ولذا سيتم إجراء مجموعة من الاختبارات العملية عليها ودراستها، وذلك بخلط الإسمنت و PVC ومعرفة مدى تأثيرها علي حد السيولة و حد اللدونة والكثافة الجافة والمحتوي المائي، والهدف من هذه الدراسة هدفان هندسي و هدف بيئي ، الهندسي و هو تثبيت التربة ببعض الإضافات و حل لمشكلة بيئة و هي التخلص من مخلفات البلاستيك عديد كلوريد الفايثيل PVC

2. المواد و المنهجية :

أستخدم في هذه الدراسة نوع واحد من التربة المحلية كما أستخدم نوعان من المضافات وهما الإسمنت البورتلاندي العادي ومخلفات البلاستيك عديد كلوريد الفايثيل (PVC) .

التربة الرملية الناعمة :

يعتبر هذا النوع من التربة هو السائد في معظم الأراضي الليبية . ولقد تم استخدام التربة الرملية فقيرة التدرج (P S) في هذه الدراسة حيث تم الحصول عليها من منطقة المعمورة المجاورة لمدينة الزهراء حيث تم الحفر بعمق نصف متر في الأرض وذلك لتجاوز الجذور النباتية السطحية ثم أخذت عينة من التربة وتم تنقيتها تماماً من المواد النباتية وبعد ذلك جففت في فرن حراري لمدة (24) ساعة لتجفيفها قبل استخدامها ، والتربة المجففة نظفت تماماً من جميع الأحجار ذات الأقطار الأكبر من (20) ملم ثم أجريت عليها التجارب العملية لغرض تصنيفها وإيجاد الخواص الهندسية والفيزيائية لها .

مخلفات عديد كلوريد الفايثيل (PVC) :

لقد تم استخدام مادة (PVC) في هذا الدراسة من أصل إنتاج ليبي بمصنع أبو كماش وقد تم جلبها من مصنع الشركة الوطنية لصناعة المواسير - جنزور، وهي عبارة عن مسحوق تم طحنه من نفايات البلاستيك عديد كلوريد الفايثيل (PVC) سابقة الاستعمال .

الإسمنت البورتلاندي

إن الإسمنت المستخدم في هذه الدراسة هو إسمنت بورتلاندي عادي من إنتاج ليبي بمصنع الإسمنت بمدينة الخمس ، و يوضح الجدول رقم (1) التركيب الكيميائي للإسمنت البورتلاندي الذي تم استخدامه [3] :

جدول (1) يوضح مكونات الإسمنت البورتلاندي

الرمز الكيميائي	المركبات الكيميائية
(Cao)	الجير
(Sio2)	السيليكا
(Al2o)	الألومينا
(mgo)	مغنيسيا
(Fe203)	أكسيد حديد
(So3)	ثالث أكسيد الكبريت
(%1)	مواد غير قابلة للذوبان حوالي
(% 1.00)	قلويات وصودا وبوتاس

3. الإختبارات و النتائج

أجريت في هذه الدراسة عدة إختبارات وهي التحليل المنخلي واختبار حد اللدونة و حد السيولة والدمك والوزن النوعي .

التحليل المنخلي

تجرى هذه التجربة لتحليل مقياس حبيبات التربة التي يزيد حجمها عن 0.074 ملم ، حيث تعتمد نتائج هذه التجربة بصورة رئيسية لتصنيف التربة من الناحية الهندسية [4].
إيجاد حد السيولة :

يعرف بأنه المحتوى المائي الذي عنده تنغرز الإبرة المخروطية القياسية بمسافة (20 ملم) في عجينة التربة الموضوعة في وعاء قياسي مصنوع من معدن الألمونيوم [5] .

إيجاد حد اللدونة : يعرف بأنه المحتوى المائي الذي عنده تبدأ التربة بالتفتت والتشقق عندما يعمل أو يشكل منها خيط قطره بحدود (3.0) ملم .

إيجاد دمك التربة بطريقة بروكتر القياسية

إيجاد العلاقة بين المحتوى المائي والكثافة الجافة لتربة معينة باستخدام جهد دمك معين من خلال إجراء فحص الدمك المعلمي وإيجاد المحتوى المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى وفقاً للمواصفات ASTM D698 لسنة 1970 م والمواصفات T99 AASHTO لسنة 1970 م [6].

4. مناقشة وتحليل النتائج

تأثير الإسمنت والبلاستيك على بعض الخواص الطبيعية للتربة
قوام التربة (حدود أتبرج)

Soil consistency (Atterberg limits)

ويعنى مقدرة التربة على التشكل وهذه المقدرة تعتمد على نعومة الحبيبات ونسبة المياه فيها والقوام يأخذ الحالات الآتية :

الحالة السائلة . والحالة اللدنة . والحالة شبه الصلبة . والحالة الصلبة . والحدود الفاصلة التي تبين هذه الحالات تسمى حدود أتبرج وهي [7] :

حد السيولة وحد اللدونة وحد الانكماش ، وهذه الحدود تمثل أهمية كبيرة في تصنيف التربة والتعرف على صفاتها المتعددة إضافة إلى معرفة مقدرة التربة على التشكل [8] .

تأثير إضافة الإسمنت والبلاستيك (PVC) إلى التربة على حد السيولة و حد اللدونة .

نلاحظ عند إضافة 2 % إسمنت ، 4 % إسمنت قد ارتفع حد السيولة ارتفاعاً حاداً ثم تواصل ارتفاعه ارتفاعاً بسيطاً عند إضافة 6% من الإسمنت ثم عاد وارتفع ارتفاعاً كبيراً عند إضافة نسبة 8 % ، 12 % من نسبة الإسمنت وعموماً فإن إضافة الإسمنت إلى التربة ينتج عنه ارتفاع متواصل وكبير في حد السيولة ويكاد يكون خطياً ويتضح لنا من خلال النتائج أن ارتفاع حد السيولة المستمر للتربة عند إضافة الإسمنت بنسب متغيرة يعزى إلى سببين :

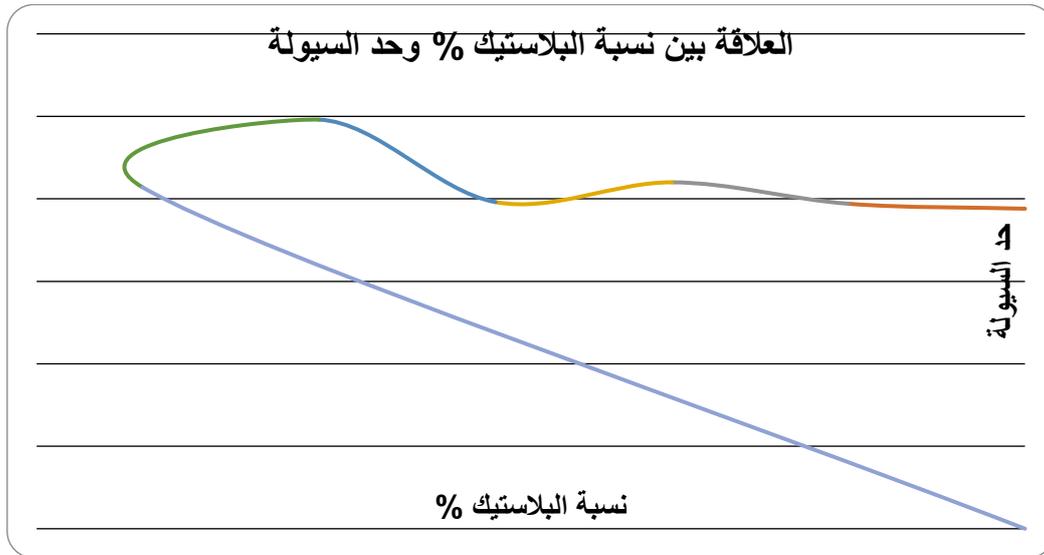
الأول : هو حاجة الإسمنت للماء لاستكمال التفاعل .

والثاني : هو الزيادة في حجم الحبيبات ومن ثم الزيادة في حجم الفراغات وذلك بسبب التلاصق الذي حدث بين الحبيبات نتيجة لتفاعل الإسمنت والماء في فترة التخزين فالزيادة في نسبة الفراغات يسبب في الزيادة في المحتوى المائي للتربة حتى تصل إلى درجة السيولة الحقيقية بعد إجراء

التجارب على التربة لإيجاد حد اللدونة تبين أنه لا يمكن الحصول على أي قيمة لحد اللدونة وذلك لأن نوعية هذه التربة حسب تصنيف آشتو AASHTO هي (A3) وهي تربة رملية ناعمة فقيرة التدرج .

تأثير إضافة البلاستيك إلى التربة على حد السيولة وحد اللدونة

بعد إضافة البلاستيك (PVC) إلى التربة كان له تأثير واضح على التربة إلا أن هذا التأثير غير مستقر ، وكما هو موضح في الشكل (2) نجد أن حد السيولة يزداد مع الزيادة في نسبة البلاستيك وأحياناً ينخفض بزيادة النسبة فعند زيادة نسبة (0.5 %) و (1 %) بلاستيك إلى التربة قد زادت السيولة من 19.40 % إلى 19.7 % ثم إلى 21 % على التوالي ، وعندما أضيفت الزيادة إلى 1.5 % انخفضت السيولة إلى 19.8 % وعندما تتابعت الزيادة في نسبة البلاستيك إلى 2 % ارتفع حد السيولة إرتفاعاً كبيراً حتى وصلت إلى أعلى قيمة لها وهي 24.8 % ثم انخفضت فجأة إلى 20.70 % عندما وصلت الزيادة في نسبة البلاستيك 2.5 %



شكل (2) العلاقة بين حد السيولة ونسبة البلاستيك %

والحقيقة لو أخذ المنحنى المثالي لا اتضح أن اتجاه المنحنى يرتفع بشكل تدريجي إلى الأعلى وعند مقارنة حد السيولة للتربة الطبيعية بدون أي إضافة (19.4 %) مع متوسط القيم جميعها بعد الإضافات (21.2 %) نكتشف أن إضافة البلاستيك إلى التربة يزيد في حد السيولة بشكل عام . ويرجع ذلك لأمر هام جداً لأنه من المعروف أن مادة البلاستيك (PVC) مادة غير مُحِبَّة للماء وبالتالي لا تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء في الخلطة وهذا هو أول الأسباب ،

أما الثاني فهو الزيادة في جزيئات الماء في الخلطة ، والنتيجة عندما تم اشتراك حبيبات البلاستيك في الروابط الهيدروجينية وإنما زادت في نسبة الفراغات بين حبيبات التربة . وهذا يتطلب كمية أكبر من الماء لملأ الفراغات مما يزيد المحتوى المائي في التربة حتى تصل إلى درجة السيولة . والحقيقة إن عدم استقرار المنحنى في اتجاه واحد فمرة يرتفع ومرة ينخفض يرجع إلى التدرج الفقير لحبيبات التربة بالرغم من الزيادة في نسبة البلاستيك والتدرج الجيد لحبيباته .

أما بالنسبة لحد اللدونة لخلطة التربة والبلاستيك فبعد إجراء عدة مرات للتجربة تبين أنه لم يتم الحصول على نتيجة لقيمة اللدونة وهذا أمر يرجع سببه إلى أمرين
أولهما : أن التربة الطبيعية هي رملية وهي غير لدنة .

ثانيهما : عند إضافة مادة البلاستيك إليها لم تنتج أي قيمة لحد اللدونة قطعياً وذلك بسبب أن حبيبات البلاستيك غير محبة للماء وعدم اشتراكها في الروابط الهيدروجينية عند إضافة الماء إلى الخلطة وهذا يرجع إلى الشحنات الضعيفة جداً على سطح حبيبة البلاستيك (PVC) وبالتالي لا يكون هناك أي تجاذب بينها وبين جزيئات الماء .

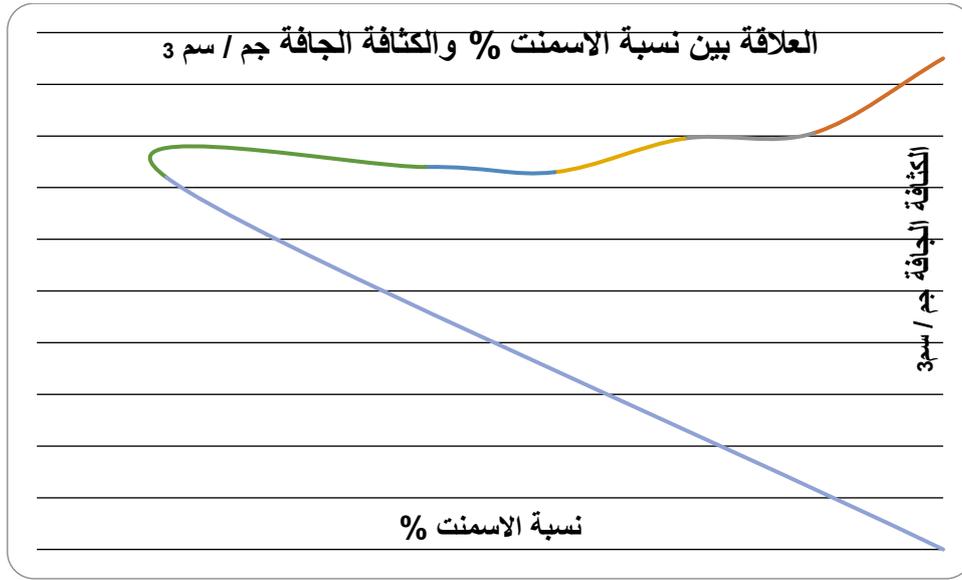
الدمك

قدم العالم بركتور Proctor أبحاثه عام 1933 [9] فأدخل الأسلوب العلمي في هذا المجال . ويعرف الدمك بأنه إعادة ترتيب حبيبات التربة بطرد الهواء فقط من فراغات التربة ويتم ذلك باستخدام وسائل ميكانيكية وينتج عن ذلك نقص في حجم فراغات الهواء وزيادة في كثافة التربة . هناك عدة عوامل تؤثر على الدمك وهي (المحتوى المائي - كمية الدمك - نوع التربة - طريقة الدمك - الإضافات) . كما أن الدمك له تأثيرات على خواص التربة مثل (يزيد من مقاومة القص للتربة - يزيد من قدرة تحمل التربة - يخفض من قدرة التربة على الانضغاط و الهبوط - يقلل من نفاذية التربة وبالتالي تتخفف قدرتها على تسرب المياه) [10] .

تأثير إضافة الإسمنت إلى التربة على الكثافة

الشكل (3) يوضح العلاقة بين إضافة نسب الإسمنت إلى التربة لإيجاد الكثافة الجافة ، فمن خلال الشكل نجد أن تأثير زيادة نسبة الإسمنت واضح حيث أنه كلما زدنا نسبة الإسمنت في خلطة التربة تتخفف الكثافة الجافة بالرغم من أن نسبة الانخفاض مندرجة وبطيئة والنتائج كما في الجدول تبين أن الفروقات صغيرة بين القيم ، فمن خلال النتائج نلاحظ أن الكثافة الجافة لعينة

التربة وهي طبيعية 1.90 جم/سم³ ، فعند إضافة 2 % نسبة إسمنت نجد أن الكثافة قد انخفضت إلى 1.611 جم / سم³ ، وهكذا كلما زدنا نسبة الإسمنت في الخلطة تنخفض قيمة الكثافة الجافة حتى تبلغ 1.44 جم / سم³ عند إضافة 12 % إسمنت . و نلاحظ أيضاً من خلال النتائج ان أكبر فارق في قيمة الكثافة هو ما بين كثافة التربة بدون أي إضافة وبين إضافة أول نسبة وهي 2 % إسمنت ويصل إلى 0.29 جم / سم³ ، بينما نجد أن الفروقات بين النتائج لأي نسبة أخرى والنسبة التي قبلها أقل من ذلك بكثير .



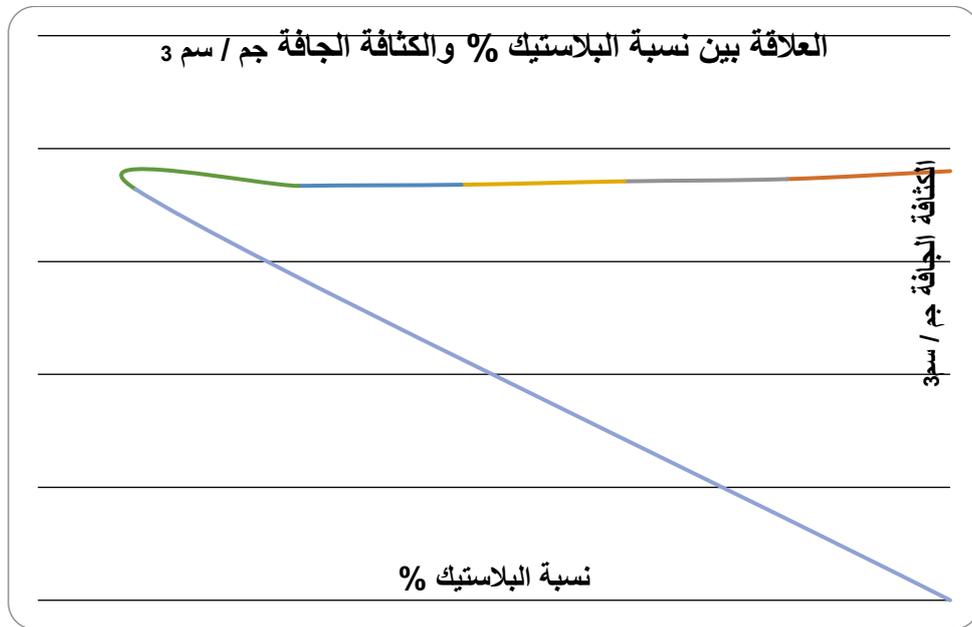
شكل (3) العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة الاسمنت %

ولربما تزيد الكثافة الجافة عند زيادة الإسمنت لأكثر من نسبة 12 % إلا أن هذه الزيادة تعتبر غير إقتصادية وذلك بسبب قيمة ثمن الإسمنت العالية نسبياً .

تأثير إضافة البلاستيك للتربة على الكثافة الجافة

بالنظر إلى الشكل رقم (4) والذي يوضح العلاقة بين النسبة المضافة من البلاستيك PVC للتربة والكثافة الجافة نجد أن كلما زادت نسبة البلاستيك في التربة انخفضت الكثافة الجافة ، فنلاحظ أنه عندما أضيفت أول نسبة وهي 0.25 % بلاستيك انخفضت الكثافة وعندما ضوعفت النسبة 0.50 % زادت في الانخفاض وهكذا كلما أضيفت نسبة البلاستيك بنسبة ثابتة وهي 0.25 % إلى ما قبلها نجد أن الكثافة تنخفض حتى إلى أن تصل النسبة إلى 1.25 % بلاستيك تقابلها الكثافة الجافة 1.820 جم / سم³ ، ومقارنة هذه القيمة مع قيمة الكثافة الجافة للتربة الطبيعية بدون أي إضافة وهي 1.90 % أن الفارق صغير جداً وهو 0.12 جم / سم³ وعموماً فإن انخفاض

الكثافة الجافة للترية عند إضافة البلاستيك يعتبر انخفاضا بطيئاً جداً ويعزوا انخفاض الكثافة هذا للترية بعد إضافة البلاستيك إلى أن كثافة البلاستيك والوزن النوعي أقل بكثير من الكثافة والوزن النوعي للترية وربما يكاد يصل إلى حد الضعف . كما أن انخفاض الكثافة الجافة المتدرج يرجع إلى حجم حبيبات البلاستيك المتدرجة والمنتظمة مما جعلها تدخل بين حبيبات التربة وتحسن من تدرجها وعند مقارنة الكثافة الجافة للترية والإسمنت مع الكثافة الجافة للترية والبلاستيك نجد أن الانخفاض في الكثافة الجافة للترية والإسمنت أكبر من الكثافة الجافة للترية والبلاستيك والسبب يعود إلى أن وجود الفراغات الكبيرة بين مجموعات حبيبات التربة والتي سببها الإسمنت بعد تفاعله مع الماء وتصلبه بينما في حالة إضافة البلاستيك إلى التربة فإنه لا يوجد أي تفاعل بالرغم من وجود الماء والسبب يرجع إلى أن البلاستيك مادة غير مُحبّة للماء وليس لها نشاط أو أي تفاعل كيميائي مع الماء وبالتالي لا تُكوّن أي رابطة هيدروجينية مع جزيئات الماء في الخلطة فعند ذلك تكون حبيبات البلاستيك مادة مألئة للفراغات بين حبيبات التربة ومكملة للتدرج الحبيبي لها وحسب

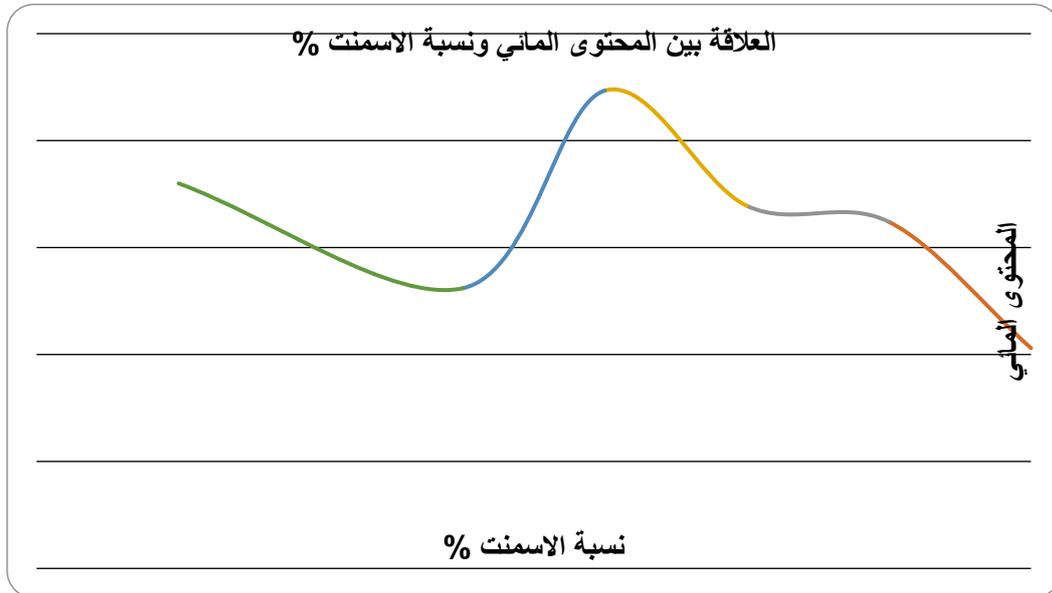


شكل (4) العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة البلاستيك %

تأثير إضافة الإسمنت على المحتوى المائي في التربة

يلاحظ من الشكل رقم (5) عند إضافة 2% إسمنت إلى التربة قد ارتفع المحتوى المائي ارتفاعاً حاداً وذلك من 10.3% إلى 16.2% وعند الزيادة في نسبة الإسمنت حتى تصل إلى

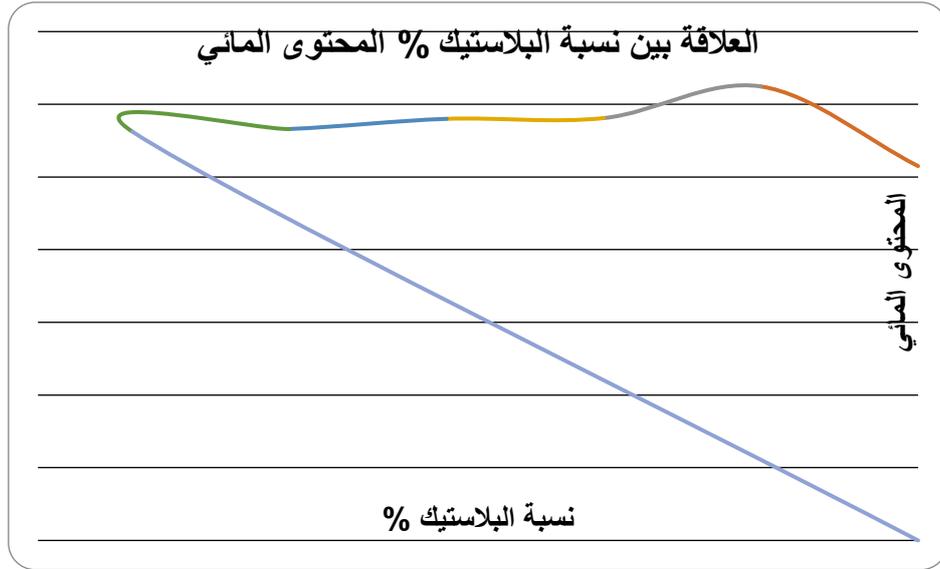
4% نلاحظ أن المحتوى المائي قد ارتفع ارتفاعاً بسيطاً ثم عاد وارتفع ارتفاعاً حاداً بعد إضافة نسبة 6% من الإسمنت حتى وصل إلى 22.34% وعند تتابع الزيادة في نسبة الإسمنت في الخلطة إلى 8% ، 12% نجد أنه بشكل عام قد إنخفضت قيمة المحتوى المائي حتى وصلت في المتوسط مابين القيمتين 13.1% ، 18% إلى 15.55% وهذا ربما يدل على أن الزيادة في نسبة الإسمنت بعد 6% يظل المحتوى في الإنخفاض التدريجي . فمن خلال هذه النتائج نستنتج أن الزيادة في ارتفاع المحتوى المائي عند إضافة 2% ، 4% ، 6% إسمنت إلى التربة ربما كان السبب الذي يعزو إلى أن هذه الإضافات تعتبر كمية قليلة مقارنة إلى كمية التربة فلذلك لم يكن لها فاعلية كبيرة في التفاعل في جميع الحبيبات مع بعضها البعض لذلك إضافة الإسمنت قد سبب في زيادة المساحة السطحية في الخلطة مما زاد في كمية المحتوى المائي المطلوبة هذا بالإضافة إلى الكمية المطلوبة للتفاعل . وعند إضافة نسبة الإسمنت 8% و 12% نستنتج من الشكل رقم (5) الانخفاض في المحتوى المائي وهذا مؤشر على أن هذه الكمية من الإسمنت بدأت تأثر تأثيراً واضحاً في تجميع حبيبات التربة بعد تفاعلها مع الماء وهذا بالتالي أدى إلى الإنخفاض في المساحة السطحية للحبيبات مما أدى إلى إنخفاض في قيمة المحتوى المائي عند زيادة نسبة الإسمنت بعد نسبة 6% .



شكل (5) العلاقة بين المحتوى المائي ونسبة الاسمنت

تأثير إضافة البلاستيك (PVC) على المحتوى المائي في التربة

نلاحظ من الشكل رقم (6) أن إضافة البلاستيك (PVC) عند أول نسبة وهي 0.25 % قد زاد في نسبة المحتوى المائي زيادة مفاجئة وحادة من 10.3 % إلى 12.49 % وعند الزيادة في نسبة الـ PVC في الخلطة إلى 0.50 % نجد أن قيمة المحتوى المائي إنخفضت بحدّة إلى 11.62 % ومن الشكل نلاحظ أنه عند التتابع في زيادة نسبة PVC إلى 0.75 % ، 1 % ، 1.25 % أن المحتوى المائي بدأ ينخفض إنخفاضاً تدريجياً مستمراً وبقيم متقاربة جداً .



شكل (6) العلاقة بين المحتوى المائي ونسبة البلاستيك %

الخلاصة

حد اللدونة والسيولة

1- إن إضافة الإسمنت إلى التربة قد زاد من حد السيولة فنستنتج أنه كلما زادت نسبة الإسمنت زاد حد السيولة للتربة فيتضح لنا من خلال النتائج أن إضافة نسبة 2 % ثم 4 % من الإسمنت قد زادت في قيمة حد السيولة بشكل حاد وسريع (24 % ، 29.25 % على التوالي) ثم ارتفع ببطء شديد عند إضافة 6% فكان (30.70 %) ثم عاد وارتفع ارتفاعاً حاداً وسريعاً عند إضافة 8 % ، 12 % نسبة إسمنت فكان (35.2 % ، 40.38 %) على التوالي. 2- عند إضافة البلاستيك (PVC) إلى التربة وبنسب مختلفة تبدأ من 0.25 % وبزيادة منتظمة وهي 0.25 % إلى النسبة التي قبلها حتى تصل إلى 1.25 % أي أن النسب كانت (0.25 % ، 0.50 % ، 0.75 % ، 1.0 % ، 1.25 %)، وهذه تمثل نسبة وزنية حيث كانت نسبة 0.25 % تساوي

7.5 جم وهكذا هو الحال لبقية النسب . ونستنتج من خلال قيم التجارب والأشكال أن إضافة البلاستيك إلى التربة لم يكن له تأثير كبير على حد السيولة وغير مستقر ومتدرج فنجد عند إضافة 0.25 % ، 0.50 % بلاستيك إلى التربة أن حد السيولة قد زاد زيادة بطيئة فكانت (19.7% ، 21 %) على التوالي ، وعند إضافة 0.75 % من البلاستيك انخفضت إلى (19.8 %) ثم عاد وارتفع بشكل واضح عند زيادة 1% حيث بلغ (24.8 %) ثم انخفض فجأة إلى (20.7 %) عند إضافة 1.25 % بلاستيك وعموماً فإن متوسط الزيادة بين النسب جميعها كان (21.2 %) مقارنة بالتربة الأصلية (19.4 %) نجد أن حد السيولة قد تحسن بشكل واضح . أما بالنسبة لحد اللدونة فلم تظهر النتائج أي قيمة فكانت جميعها غير لدنة بجميع إضافة نسب البلاستيك إلى التربة .
3- عند إضافة 6 % إسمنت مع 1.25 % بلاستيك إلى التربة نجد أن حد السيولة كان (25.40 %) وهذه النتيجة تشير إلى أنها قيمة المتوسط ما بين حد السيولة عند 6 % إسمنت و 1.2 % بلاستيك منفصلين مع التربة وهذه النتيجة تزيد من تأكيد ودعم النتائج من صحتها .

الكثافة الجافة

من خلال النتائج نستنتج أن إضافة كل من الإسمنت والبلاستيك بصورة منفصلة إلى التربة قد خفض من قيمة الكثافة الجافة فنلاحظ أنه كلما زدنا في نسبة الإسمنت أو البلاستيك على حد سواء انخفضت الكثافة الجافة بصورة مستمرة ، كما نلاحظ أن تأثير الإسمنت على الكثافة الجافة كان أكبر من تأثير البلاستيك فنلاحظ أن أكبر نسبة للإسمنت أضيفت هي 12 % فأعطت كثافة (1.44 جم / سم³) بينما أكبر نسبة للبلاستيك وهي 1.25 % أعطت (1.82 جم / سم³) علماً بأن الكثافة الجافة للتربة الطبيعية هي (1.90 جم / سم³) كذلك إن إختيار إضافة نسبة إسمنت 6 % و 1.25 % من البلاستيك وخلطهما مع التربة تبين أن الكثافة الجافة كانت (1.459 جم / سم³) وهي تعتبر قيمة متوسطة ما بين أقل قيمة عند البلاستيك وأقل قيمة عند الإسمنت وهذه تعتبر نتائج جيدة هندسيا وهي في المدى المتوسط .

المحتوى المائي

نلاحظ من خلال النتائج أن المحتوى المائي عند إضافة الإسمنت يرتفع كلما زدنا نسبة الإسمنت حتى تصل النسبة إلى 6 % ثم بعد ذلك يبدأ في الانخفاض بشكل عام بينما عند إضافة البلاستيك

نستنتج أن المحتوى المائي قد زاد عند أول نسبة أضيفت وهي 0.25 % ثم بعدها بدأ المحتوى المائي ينخفض انخفاضاً مستمراً دون توقف حتى إلى أن وصل أعلى نسبة من البلاستيك. وعند إضافة الإسمنت والبلاستيك مجتمعين في خلطة واحدة مع التربة (6 % إسمنت + 1.25 % بلاستيك) نستنتج أن المحتوى المائي يعطي نفس المتوسط تقريباً ما بين النسبتين عند إضافتهما منفصلتين في التربة فنجدته يعطي (16.50%) والمتوسط بين الإضافتين هو (16.795 %).

التوصيات

توصي هذه الدراسة بأنه يجب إجراء الاختبارات الأخرى الضرورية والمهمة في زيادة معرفة الخواص الهندسية للتربة المحسنة والتي لها علاقة بالطرق والمنشآت وغيرها مثل قياس الضغط المحاط وغير المحاط وقوى القص والتحمل والتصلب والتشوه والزحف وغيرها و التوسع في هذا النوع من الدراسات في استخدامها لإنتاج القوالب الاقتصادية و استخدام الطاقة الحرارية والنارية لإنتاج مثل هذه المواد .

الشكر و التقدير

إن من كان سببا في كتابتي لهذه الورقة و عرضها و نشرها هو الآن تحت التراب توارى جثمانه و بقي وجدانه معنا نسأل الله أن يغفر له و أن يرحمه و أن يجمعنا به و إياكم في الجنة هو الدكتور امحمد عبدالرحمن الباشا كان أستاذاً و مشرفي في المرحلة الجامعية و كان من أكثر المشجعين لي على البحث العلمي كما أتقدم بالشكر إلى كل من ساعدني في هذه الورقة من ناصحين و محكمين و مراجعين و زملاء و أصدقاء .

المراجع

- 1- Pat Costner, 2000, Dionxin Elimination Published by Greenpeace International Amsterdam, The Netherlands .
- 2- Auchter J.F., M. Jacckel and Y. Sakuma, 1993, Polyvinyl Chloride (PVC) Resins. CEH Marketing Research Report, Chemical Economics Handbook_ SRI International.
- 3-A comparative study on Chemical composition of Portland cement ENG .Zinab Hasan December 2015.

- 4- Soil & Soil Mechanics collected by Eng. Jaafar MOHAMMED 2014.
- 5- Bhandere P.S., Lee B.K., and Krishnan K., 1997, Study of Pyrolysis and International of Disposable Plastics Using Combined TG/FT_IR Technique, Journal of Thermal Analysis 49, 361_366.
- 6- Brown K.A., Holland M.R., Boyd R.A., Thresh S., Jones H., and Ogilvie S.M., 2000, Economic Evaluation of pvc Waste Management,(report produced for European Commission Environment Directorate) Aeatechnology.
- 7- European Environmental Agency, Environment in European Union at the turn of the century, 1999 , Environmental assessment report No.2.ISBN 92_9157_202_0. Copenhagen.
- 8-Lahl U. and B. Zeschmar_ Lahl, 1997, on: PVC_ Recycling in Deutschland 1977_ Anspruch und Wirklichkeit, Greenpeace, Hamburg, Germany.
- 9-Loay Saeed, 2004, Experimental Assessment of Two Stage Combustion of High pvc solid waste with HCl Recovery, PHD. Dissertation, Helsinki University of Technology, Finland.
- 10- Metcalf and Eddy, 1991, Wastewater engineering: treatment disposal reuse, 3rd Ed., McGraw-Hill Inc., New York, USA .

تأثير دورات التجمد والذوبان على الخواص الميكانيكية للخرسانة

أ. ادم الصديق مسعود عبدالقادر, م. باسم عبدالهادي جمعة الشيباني, م. فاطمة عياد محمد الفيتوري
e.gadrana@gmail.com Basimabdulhadi999@gmail.com hlalehlale30@gmail.com

قسم الهندسة المدنية، المعهد العالي للعلوم والتقنية ترهونة، ليبيا

الملخص

تناول هذا البحث المقارنة بين ثلاث مجموعات من الخلطات الخرسانية التي تم خلطها جميعا بنفس نسب الخلط. وقد ركز هذا البحث علي معالجة المجموعة الأولى في الماء واعتبارها مرجعية، والمجموعة الثانية تمت معالجتها بتفريزها طيلة فترات المعالجة وهذه المجموعة تمثل سلوك الخرسانة في المناطق الباردة طوال فصول السنة، والمجموعة الثالثة هي المجموعة التي تمثل تأثير دورات التجمد والذوبان خلال فصلي الشتاء والصيف وذلك بتعريضها لدورات تجمد وذوبان طوال فترة المعالجة بتفريزها لمدة 12 ساعة ومن ثم وضعها في الهواء الجوي لمدة 12 ساعة في درجة حرارة تتراوح ما بين 32-41 درجة مئوية، كل فترات المعالجة كانت 7 ، 28 يوم. ولتحقيق النتائج تم صب وإعداد وتجهيز العينات بعدد 18 مكعب مقاس $150 \times 150 \times 150$ مم لقياس مقاومة الضغط ونسبة الإمتصاص والمسامية. نتائج إختبار مقاومة الضغط للعينات بعد 28 يوم من المعالجة أظهرت أن الخلطة الأولى أعطت أعلى قيمة لمقاومة الضغط ، حيث زادت فيها قيمة مقاومة الضغط بنسبة 44.45% عن الخلطة الثانية وبنسبة 22.14% عن الخلطة الثالثة. كما أظهرت نتائج إختبار نسبة الامتصاص أن الخلطة الأولى كانت نسبة الإمتصاص فيها أكبر من الخلطة الثانية وأقل من الخلطة الثالثة بنسب مختلفة. وكذلك بالنسبة لإختبار معدل المسامية والذي نستنتج منه أن معدل المسامية للخلطة الأولى أكبر من الخلطة الثانية بنسبة 8.27% وأقل من الخلطة الثالثة بنسبة 9.96%.

الكلمات المفتاحية

التجمد والذوبان، مقاومة الضغط، نسبة الامتصاص، معدل المسامية.

1-مقدمة

تتعرض مناطق عديدة من ليبيا علي مر السنين والقرون الماضية لتقلبات جوية مختلفة ولعل أهم هذه التقلبات هي تقلبات الحرارة، سواء كانت ارتفاع أو إنخفاض في درجات الحرارة. والتي تؤثر بدورها علي الخرسانة المتصلبة وقد يؤدي تأثرها بهذه العوامل إلي الانهيار الكلي وتوقف أداؤها

للمهام المطلوبة منها. الدراسات السابقة تؤكد أن هناك أثر سلبي للتجمد والذوبان علي الخرسانة المتصلبة. حيث أظهرت نتائج إحدى الدراسات⁽¹⁾ أن مقاومة الكسر للخرسانة تقل مع زيادة دورات التجمد والذوبان، حيث كانت نسب النقصان في قيمة مقاومة الضغط مختلفة حسب عدد دورات التجمد والذوبان. والنتائج التي تم استخلاصها من اختبار الامتصاص للخرسانة المفروزة وغير المفروزة والمعالجة لمدة 7 أيام وللخرسانة المفروزة وغير المفروزة بعد 28 يوما من المعالجة، تبين أن نسبة الامتصاص تزداد بزيادة دورات التجمد والذوبان، لأن المواد الناعمة تزيد بزيادة دورات التجمد والذوبان حيث أن المواد الناعمة لها قابلية أكثر من المواد الخشنة علي امتصاص الماء، وهذا يدل علي تأثر الخرسانة بالتجمد والذوبان ومن المعروف ان استمرار امتصاص الخرسانة للماء يقلل من عمر الخرسانة لأن وصول الرطوبة إلي جسم الخرسانة يضعفها ويدمرها. وفي دراسة أخرى⁽²⁾ تتعلق بكشف أثر التجمد والذوبان علي الخرسانة المتصلبة باستخدام إشارات الطاقة فقد تم بيان أثر التجمد والذوبان علي تدمير خصائص الاسمنت البورتلاندي المستخدم في الخلطات الخرسانية وذلك باستخدام الموجات الفوق صوتية، حيث تبين في هذه الدراسة أن إشارات الطاقة للموجات الفوق صوتية تكون أكثر حساسية من سرعة الموجات الفوق صوتية في المراحل الأولى من التجمد والذوبان، وناقشت هذه الدراسة الأثر السلبي الذي تقوم به ظاهرة التجمد والذوبان علي الاسمنت البورتلاندي المستخدم في الخلطات الخرسانية باستخدام إشارات الطاقة للموجات الفوق صوتية، حيث أن التجمد والذوبان من أهم المشاكل التي تواجهها الخلطات الخرسانية في المناطق الباردة، وهذا يظهر من خلال التشقق الذي يحدث في الخلطة. وقام الباحثون في دراسة أخرى⁽³⁾ بدراسة امتصاص الماء والضرر الناتج عنه نتيجة دورات التجمد والذوبان، حيث أظهر القياس المستمر أثناء دورات التجمد والذوبان ان التمدد أثناء جزء التسخين من الدورة للجليد أكبر بحوالي 6 مرات من التمدد الحراري للخرسانة. وبهذا فإن تمدد الجليد سيؤدي إلي الضغط علي الخرسانة أثناء فترات التسخين من دورات التجمد والذوبان. وقد استخلصت الدراسة أيضا أن لنسبة الماء إلي الإسمنت تأثيرا واضحا علي هذا التمدد، فكلما كانت نسبة الماء إلي الإسمنت أعلي كلما كان التمدد للجليد أكبر أثناء التبريد والتدفئة، وكذلك بالنسبة لعدد دورات التجمد والذوبان فكلما كان عدد الدورات أكبر كلما كان التمدد الناتج أكبر. وقد قام الباحثون في دراسة أخرى⁽⁴⁾ باستخدام الهواء المحبوس داخل الخرسانة نظرا للدور المهم الذي يلعبه الهواء المحبوس داخل الخرسانة في مقاومة الخرسانة

لظاهرة التجمد والذوبان والتي تسبب في المقام الأول تكسير جزئي أو كلي لسطح الخرسانة والذي يساهم بدوره في التسريع من دخول العوامل الخارجية العدوانية مثل الكلوريدات والكبريتات إلي داخل الخرسانة عن طريق توفير مساحة إضافية لتقليل الضغط الداخلي الناتج عن التجمد للماء. تهدف هذه الدراسة إلي التحقق من مدي التغير في الخواص الميكانيكية للخرسانة المتصلدة كمقاومة الضغط ونسبة الإمتصاص ومعدل المسامية تحت تأثير دورات التجمد والذوبان الناتجة عن تغير الظروف الجوية من انخفاض وارتفاع درجات حرارة الجو المحيط بها.

2-البرنامج العملي

تم اعتماد عدد من المتغيرات المهمة في هذه الدراسة لمعرفة تأثير اختلاف درجات الحرارة من انخفاض وارتفاع خلال فصلي الشتاء والصيف علي الخواص الميكانيكية للخرسانة، وبناء علي ذلك تم تقسيم العينات الي ثلاثة مجموعات رئيسية تم تصميمها واعدادها من خلطة خرسانية موحدة من حيث مصادر المواد وكذلك نسب الخلط ومختلفة في طريقة المعالجة وكل مجموعة قسمت الي مجموعتين فرعيتين حسب فترة المعالجة 7 - 28 يوم ولتطبيق هذه المتغيرات تم تقسيم عينات الاختبار لكل نوع من انواع الخلطات كما هو موضح بالجدول رقم 1 ، والجدول رقم 2 يوضح نوع المعالجة المستخدمة في كل خلطة.

جدول 1: تقسيم العينات لكل خلطة

عدد العينات	فترة المعالجة
3 مكعبات	7 ايام
3 مكعبات	28 يوم

جدول 2: نوع المعالجة المستخدم في كل خلطة

ت	اسم الخلطة الخرسانية	نوع المعالجة
1	الخلطة الاولى	الغمر في الماء لمدة 28,7 يوم
2	الخلطة الثانية	التفريز فقط لمدة 28,7 يوم
3	الخلطة الثالثة	التفريز لمدة 12 ساعة ووضعها 12 ساعة في الهواء الجوي بدرجة حرارة ما بين 32-41 درجة مئوية لمدة 28,7 يوم

3 مكونات الخلطات الخرسانية

1.3 الركام الناعم

الركام الناعم المستخدم في هذه الدراسة تم توريده من محاجر منطقة زليتن ، وقد تم اجراء بعض الاختبارات عليه وهي تقع ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات البريطانية BS882:1992⁽⁵⁾ والمواصفات الليبية رقم 49 لسنة 2002م.⁽⁶⁾

2.3 الركام الخشن

تم توريد الركام الخشن من كسارات منطقة سوق الخميس الخمس، تم إجراء اختبار التحليل المنخلي للركام الخشن ومقارنته بالحدود والمواصفات البريطانية المعتمدة BS 882: 1992⁽⁵⁾ والمواصفات الليبية رقم 49 لسنة 2002م.⁽⁶⁾

3.3 الإسمنت

الاسمنت البورتلاندي العادي المستخدم في هذه الدراسة عبارة عن اسمنت بورتلاندي عادي نوع (42.5N) من انتاج مصنع سوق الخميس امسجل. النتائج التي تم الحصول عليها من معمل مراقبة الجودة بالمصنع كانت جميعها ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات البريطانية BS12:1996⁽⁷⁾ والمواصفات القياسية الليبية رقم 340 لسنة 1997 م.⁽⁸⁾

4.3 الماء في هذه الدراسة تم استخدام ماء صالح للشرب في اعداد الخلطات الخرسانية المستهدفة.

4 تصميم الخلطة الخرسانية

اعتمدت في هذا البحث طريقة الحجم المطلق في تصميم الخلطات الخرسانية. والجدول رقم 3 يوضح مكونات ونسب الخلط لكل متر مكعب.

جدول 3: مكونات ونسب الخلطة الخرسانية المستخدمة لكل متر مكعب

نسبة الماء إلي الإسمنت (W/C)	الإسمنت	الماء	الركام الناعم	الركام الخشن
0.45	350 كجم	157.5 كجم	624 كجم	1248 كجم

5 خلط مكونات الخرسانة

تم استعمال الميزان الحساس لضبط نسب الخلط بدقة لمكونات الخرسانة، وتم الخلط باستعمال خلاطة ميكانيكية افقية ذات سعة تتناسب مع الكمية المطلوبة لصب قوالب العينات الخرسانية. تم خلط الركام الخشن والناعم في الخلاطة أولاً مع نصف كمية ماء الخلط ولمدة 30 ثانية، ثم أضيفت كمية الإسمنت مع نصف كمية الماء المتبقي واستمر الخلط لمدة اضافيه قدرها 120 ثانية.

6 إعداد العينات

تم فك العينات من القوالب وترقيمها ووضع المجموعة الأولى منها في حوض مملوء بالماء في درجة حرارة الغرفة. والمجموعة الثانية تمت معالجتها في بالتفريز طيلة فترات المعالجة، والمجموعة الثالثة تمت معالجتها بالتفريز لمدة 12 ساعة ومن ثم وضعها في الهواء الجوي لمدة 12 ساعة في درجة حرارة ما بين 32-41 درجة مئوية لحين موعد الاختبار وهو 7 و 28 يوم من تاريخ الصب. والشكل رقم 1 يوضح كيفية معالجة العينات قبل موعد الاختبار.

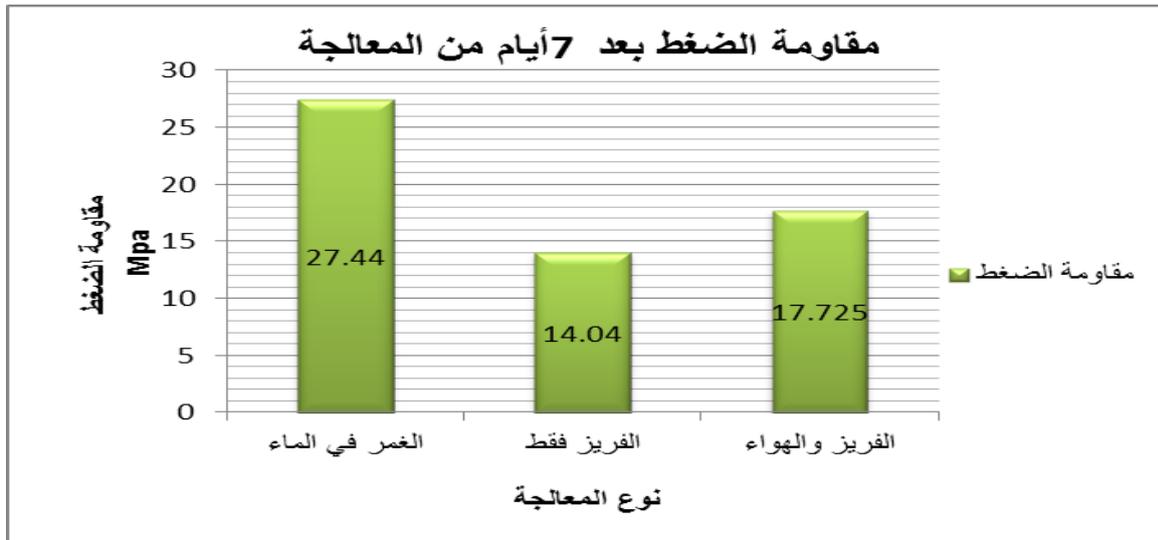


شكل 1: معالجة العينات في الفريز والغمر بالماء

7 مناقشة النتائج

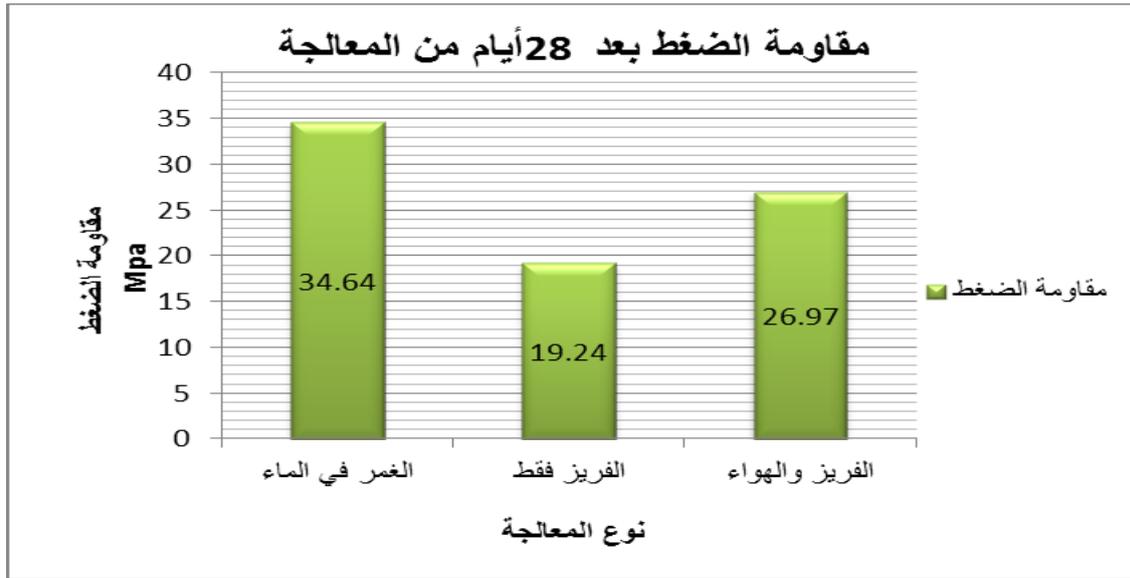
1.7 نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط

نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط لجميع الخلطات بعد معالجتها لمدة 7 أيام توضح أن الخلطة الاولى التي تمت معالجتها بالغمر في الماء أعطت أعلى قيمة لمقاومة الضغط للخرسانة والتي كانت (27.44Mpa)، حيث زادت فيها قيمة مقاومة الضغط بنسبة 48.83% عن الخلطة الثانية التي تمت معالجتها بالتفريز فقط، وعن الخلطة الثالثة التي تمت معالجتها بتعريضها لدورات تجمد وذوبان مستمرة بالتفريز والتعرض للهواء الجوي لمدة 12 ساعة علي التوالي طوال فترة المعالجة بنسبة 35.40%. والشكل رقم 2 يوضح نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط للخلطات الثلاثة بعد 7 أيام من المعالجة.



شكل 2: نتائج اختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات بعد 7 أيام من المعالجة

الشكل رقم 3 يوضح نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط للعينات بعد 28 يوم من المعالجة، حيث نلاحظ منه أن الخلطة الاولى التي تمت معالجتها بالغمر في الماء أعطت أعلى قيمة لمقاومة الضغط للخرسانة بقيمة وصلت (34.64Mpa)، حيث زادت فيها قيمة مقاومة الضغط بنسبة 44.45% عن الخلطة الثانية التي تمت معالجتها بالتفريز فقط وبنسبة 22.14% عن الخلطة الثالثة التي تمت معالجتها بتعريضها لدورات تجمد وذوبان مستمرة في التفريز والهواء الجوي لمدة 12 ساعة علي التوالي طوال فترة المعالجة. والجدول رقم 4 يبين التزايد في قيمة مقاومة الضغط لجميع الخلطات خلال فترات المعالجة.



شكل 3: نتائج اختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات بعد 28 يوم من المعالجة

جدول 4 التزايد في قيمة مقاومة الضغط لجميع الخلطات خلال فترات المعالجة

رقم الخلطة	نوع المعالجة	مقاومة الضغط للعينات (Mpa)		التزايد في قيمة مقاومة الضغط من 7 إلى 28 يوم (%)
		7 أيام	28 يوم	
الخلطة الاولى	الغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة	27.44	34.64	20.78
الخلطة الثانية	التبريد فقط	14.04	19.24	27.02
الخلطة الثالثة	12 ساعة تبريد و 12 ساعة في الهواء الجوي	17.725	26.97	34.27

2.7 نتائج اختبار تحديد نسبة الإمتصاص

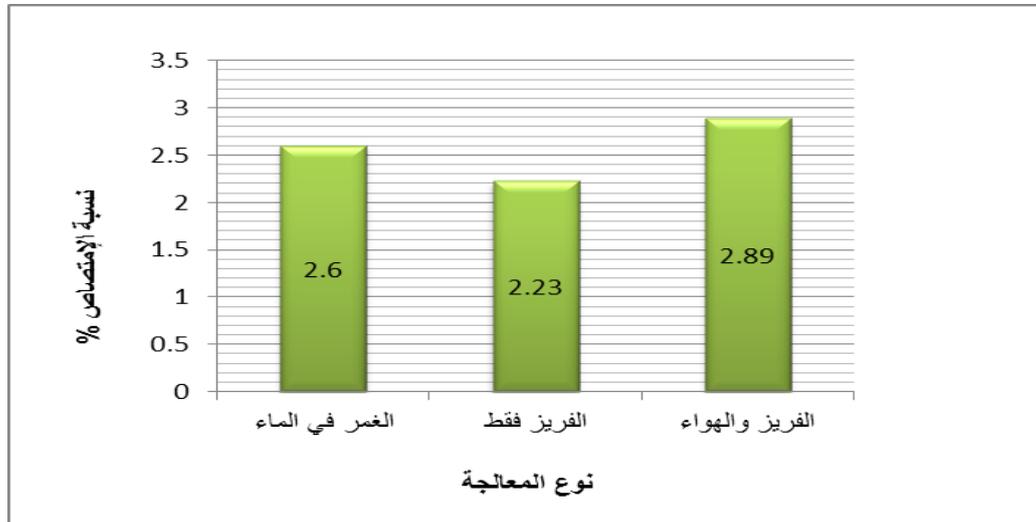
تم تحديد نسبة الإمتصاص لجميع العينات المعتمدة في هذه الدراسة ومقارنة النتائج والتغيرات التي طرأت عليها، الجدول رقم 5 يوضح نتائج معدل الامتصاص لكل المجموعات المعالجة لمدة 28 يوم والذي نستنتج منه أن نسبة الامتصاص للخلطة الأولى أكبر من الخلطة الثانية وأقل من الخلطة الثالثة بنسب مختلفة. والجدول رقم 6 يبين نسب النقصان والزيادة في معدل الامتصاص للخرسانة لنفس الخلطات، والشكل رقم 4 يوضح نتائج معدل الامتصاص لكل المجموعات المستهدفة في هذا البحث.

جدول 5: نتائج اختبار نسبة الامتصاص

رقم الخلطة	نوع المعالجة	النسبة المئوية للامتصاص (%)
الخلطة الاولى	الغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة	02.60
الخلطة الثانية	التفريز فقط	02.23
الخلطة الثالثة	12 ساعة تفريز و12 ساعة في الهواء الجوي	02.89

جدول 6: نسب النقصان لمعدل الإمتصاص مقارنة بالخلطة الاولى

رقم الخلطة	نوع المعالجة	نسبة النقصان والزيادة (%)
الخلطة الاولى	الغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة	00.00
الخلطة الثانية	التفريز فقط	14.23(-)
الخلطة الثالثة	12 ساعة تفريز و12 ساعة في الهواء الجوي	11.15(+)



شكل 4: نتائج اختبار نسبة الامتصاص

3.7 نتائج اختبار تحديد المسامية

تم تحديد معدل المسامية عينة من العينات المعتمدة في هذه الدراسة ومقارنة النتائج والتغيرات التي طرأت عليها، الجدول رقم 7 يوضح نتائج معدل المسامية لكل المجموعات المعالجة لمدة 28 يوم والذي نستنتج منه أن معدل المسامية للخلطة الأولى أكبر من الخلطة الثانية وأقل من الخلطة

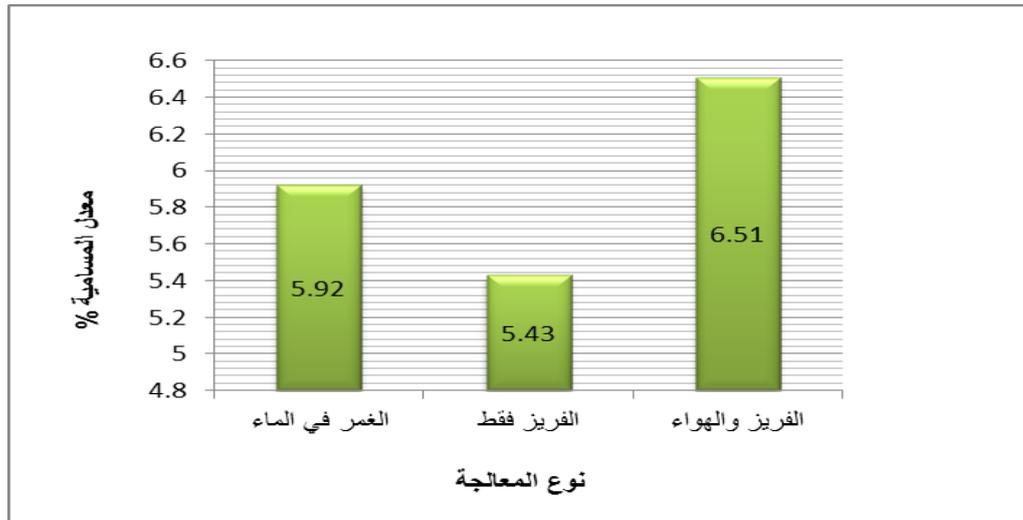
الثالثة بنسب مختلفة. والجدول رقم 8 يبين نسب النقصان والزيادة في معدل المسامية للخرسانة لنفس الخلطات، والشكل رقم 5 يوضح نتائج معدل المسامية لكل المجموعات المستهدفة في هذا البحث.

جدول 7: نتائج اختبار معدل المسامية

رقم الخلطة	نوع المعالجة	معدل المسامية (%)
الخلطة الاولى	الغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة	05.92
الخلطة الثانية	التفريز فقط	05.43
الخلطة الثالثة	12 ساعة تفريز و12 ساعة في الهواء الجوي	06.51

جدول 8: نسب النقصان والزيادة لمعدل المسامية مقارنة بالخلطة الاولى

رقم الخلطة	نوع المعالجة	نسبة النقصان والزيادة (%)
الخلطة الاولى	الغمر في الماء بدرجة حرارة الغرفة	00.00
الخلطة الثانية	التفريز فقط	08.27(-)
الخلطة الثالثة	12 ساعة تفريز و12 ساعة في الهواء الجوي	09.96(+)



شكل 5: نتائج اختبار معدل المسامية

الخلاصة

من خلال النتائج المتحصل عليها من إجراء اختبار مقاومة الخرسانة للضغط تم التأكد من مدي التأثير السلبي لدورات التجمد والذوبان للخرسانة علي إضعاف قوة الخرسانة وخفض قدرتها علي مقاومة الضغط بشكل ملحوظ، وهذا ما تم التأكد منه أيضا من خلال نتائج اختبار نسبة الامتصاص ومعدل المسامية حيث زادت نسبة الامتصاص ومعدل المسامية للخلطة الثالثة عن باقي الخلطات نتيجة الزيادة في عدد دورات التجمد والذوبان والذي يسبب في زيادة حجم الفراغات البينية في الخرسانة بسبب تجمد الماء وزيادة حجمها في فترات تفريزها عندما تنخفض درجة الحرارة ما دون الصفر ، وعند الذوبان بفعل الحرارة أثناء وضعها في الهواء الجوي في الجو الساخن سوف تبقى الفراغات علي حجمها الجديد، وإستمرار هذه الدورات سوف يؤدي إلي زيادة أكبر في حجم الفراغات والتي ستؤدي بدورها إلي زيادة الإجهادات علي الخرسانة نتيجة وصول الرطوبة داخلها وهذه الزيادة يمكن ان تقلل من أداء الخرسانة وديمومتها.

التوصيات

من خلال الدراسة المعملية والنتائج التي تم الحصول عليها نوصي بمواصلة البحث بإجراء دراسة مشابهة بإستخدام إضافات الهواء المحبوس والتأكد من مدي فعاليتها للتقليل أو الحد من حجم الفراغات الناتجة عن دورات التجمد والذوبان أو استخدام أي إضافات أخرى، وكذلك دراسة إستبدال جزء من الإسمنت في الخلطة الخرسانية بمواد بوزولانية وتأثيرها علي التقليل من الضرر الناتج نتيجة دورات التجمد والذوبان.

المراجع

- 1- د.نبيل الجولاني، م.ميساء محرم، م.وفيقه سمامرة. أثر التجمد والذوبان علي خصائص الخرسانة المتصلبة والترتبة، جامعة بوليتكنك فلسطين، (2009).
- 2- N.M.AKhras: detecting freezing and thawing damage in concrete using signal energy, cement and concrete research, 1998.
- 3- NORDIC MINISEMINAR : FREEZE-THAW TESTING OF CONCRETE, MARCH 2010.
- 4- Baoshan Huang, Z. John Ma, Yanhai Wang, Hang Lu, Pawel Polaczyk : Enhancing Freeze-Thaw Resistance of Tennessee Concrete Mixes through Improved Air Void Testing, May 2022.

5- BS 882, (1992) "Specification for aggregates from natural sources for concrete".
British Standards Institution, 389 Chiswick high road, London, W4 4AL, UK, 1992.

6- المواصفات القياسية الليبية رقم 49 لركام الخرسانة من المصادر الطبيعية. المركز الوطني
للمواصفات والمعايير القياسية. سنة 2002ف.

7 - BS 12:1996 Specification for Portland Cement, British Standards Institution, 389
Chiswick high road, London, W4 4AL, UK, 1996.

8 - المواصفات القياسية الليبية رقم 340 لسنة (1997 ف) الخاصة بالإسمنت البورتلاندي،
المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية- طرابلس.

دراسة وتقييم حالة بعض الجسور للمحافظة على الفائض الإنشائي في ليبيا

د. ابوالقاسم ابوصبيح¹ * أ. عبد الله الربيب² / قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة - صبراتة / جامعه صبراتة

abulqasem.abusbuea@sabu.edu.ly , Alrabib67@yahoo.com

المخلص

كثيرا ما تتعرض الجسور بأنواعها المختلفة إلى أضرار نتيجة لأسباب وعوامل عديدة ، الأمر الذي يشكل ضرورة ملحة لتقييم حالة هذه المنشآت ومستويات تضررها ، وذلك لضمان الاستمرار الآمن والسليم لها واتخاذ الإجراءات الضرورية لذلك تم التفكير في الية العمل على إمكانية معرفة السعة التحميلية للعناصر الإنشائية للجسور. لهذا أجريت هذه الدراسة على بعض الجسور المشيدة في ليبيا منذ عشرات السنين بمدن الزاوية وطرابلس وبين تاجوراء والقره بولي وذلك لتقييم حالتها الراهنة بالتعرف على الإضرار الموجودة بها. لمعرفة وضعها الحالي وقدرتها على تحمل التأثيرات والأحمال الخارجية. إمكانية وضع دليل خاص للكشف الدوري على هذه الجسور وفق نموذج لتقييم عناصر الجسر العالمي. وأظهرت هذه الدراسة التي أجريت على هذه الجسور بأنها مازالت تبدي مقاومة جيدة رغم عمرها الافتراضي ضد تأثير العوامل الخارجية وقدرتها على تحمل الأوزان عليها ، حيث كانت درجة التقييم لجسر مدخل مدينة الزاوية جيدة وبالتالي يحتاج إلى صيانة وقائية أما بالنسبة للجسر الحديدي بطرابلس وجسر سيدي بنور الكائن بين تاجوراء والقره بولي كانت حالتها ضعيفة و تحتاج إلى صيانة علاجية وفق تقييم أداء الجسور العالمي لزيادة عمرها الافتراضي وبعامل أمان مقبول ولذلك تم وضع دليل عام للكشف الدوري على الجسور للمحافظة على الفائض الإنشائي لها وإمكانية تطبيقها في ليبيا .

الكلمات المفتاحية : الفائض الإنشائي ، جسر كمرى فولاذي ، الفحص البصري ، طبقة الحماية الأيوكسية.

المقدمة

تعتبر ليبيا من المناطق ذات التضاريس المختلفة منها الساحلية والصحراوية والجبلية. وقد ظهرت الحاجة إلى تنفيذ الجسور مواكبة للتوسع العمراني التي شهدتها البلاد في الآونة الأخيرة من بينها تنفيذ عدد من الجسور داخل وخارج المدن لتسهيل حركة التنقل بين المناطق المختلفة.

تعد الجسور من العناصر الأساسية والهامة في شبكات النقل المختلفة^[1]. ورغم أهميتها إلا أنها تحتاج إلى إجراء أعمال الصيانة بأنواعها حفاظاً على تآدية وظيفتها الإنشائية على أكمل وجه. وبما أن عمر الجسور تجاوز الثلاثين سنة تقريباً من تنفيذها وفقاً للمعايير الدولية للتصميم والمنشآت الخرسانية ضرورة الالتزام بأجراء الصيانة الدورية و الوقائية اللازمة لها. تقادياً للأضرار الناجمة عن تصدع الخرسانة وتآكل حديد التسليح وذلك بسبب الأبخرة والمحاليل والكلوريدات ووجود شروخ في الخرسانة التي تساعد على دخول الرطوبة والأكسجين وبالتالي يحدث صدأ حديد التسليح وكذلك الظروف المحيطة الضارة التي تتعرض لها الخرسانة على سبيل المثال الجسور الخرسانية القريبة من مياه البحر نتيجة الأبخرة المتصاعدة من المياه، وكذلك تأثير الأملاح الناتجة عن عوادم السيارات الموجودة في المنطقة أو تأثير غازات الكربون أو المجمعات الصناعية . وهناك أضرار تحدث من التربة المقام عليها الجسر أو نتيجة الهبوط الذي يتوقف على مقدار الحمل الناشئ ومعاملات انضغاط التربة وكذلك يعتمد على خصائص التربة أو من عدم تأمين ثبات الجسر وهو مسؤولية مشتركة بين المصمم والمنفذ لأهميته حيث يؤدي إلى انهياره . الأمر الذي يتطلب ضرورة العمل على صيانتها ودراستها بهدف توفير الأمان والراحة لمستخدميها والمحافظة عليها من التلف والتآكل. ويهدف الدليل إلى توضيح طرق الصيانة للجسور بأنواعها المختلفة. ويخاطب المهندسين بصورة أساسية لأجل تمكينهم من إجراء الصيانة وفق أسس موحدة. ويعد الدليل شاملاً لجميع الجوانب لمعرفة نوع الكشف للجسر وبالتالي معرفة نوع الصيانة المطلوبة إذ يحتوي على طرق كشف وفحص وتقييم الجسور بالطرق العالمية. وما هو المطلوب للجسر على وجه السرعة.

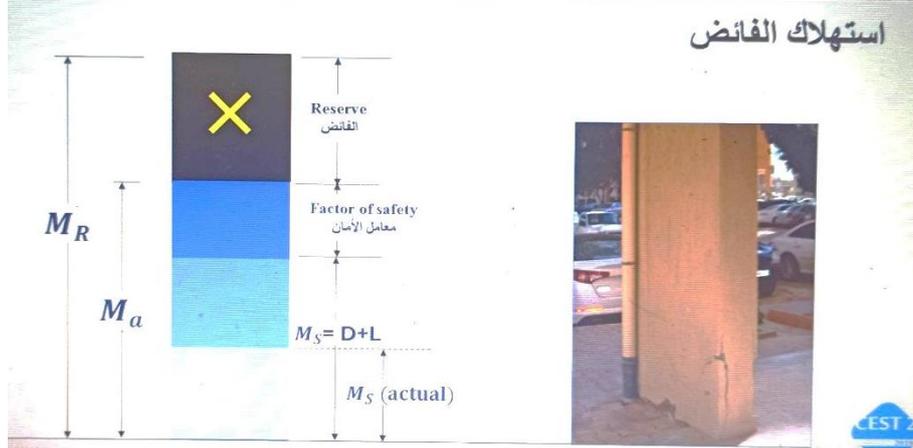
2 الهدف من الدراسة تتجلى أهمية البحث بالكشف على الجسور بحالتها الراهنة. وعمل الية (دليل) للكشف على هذه الجسور قبل فقد الفائض الإنشائي لها. والعمل على طرق إعادة تأهيلها

3 الفائض الإنشائي في السعة التحميلية

يعتبر مفهوم الفائض الإنشائي في السعة التحميلية للعناصر الإنشائية المتهاكلة (أعمدة، كمرات، بلاطات، قواعد) عاملاً هاماً وأساسياً في عملية إعادة التأهيل الإنشائي ويسري ذلك على حالات

التهلاك بسبب المتفجرات أو الحرائق أو الظروف المحيطة أو غيرها^[2]. وهناك ثلاث مراحل تمر بها الخرسانة لاستهلاك الفائض الإنشائي هي :

1.3 استهلاك الفائض فقط حيث تحدث للخرسانة تشققات كما بالشكل رقم (1)



الشكل رقم (1) استهلاك الفائض

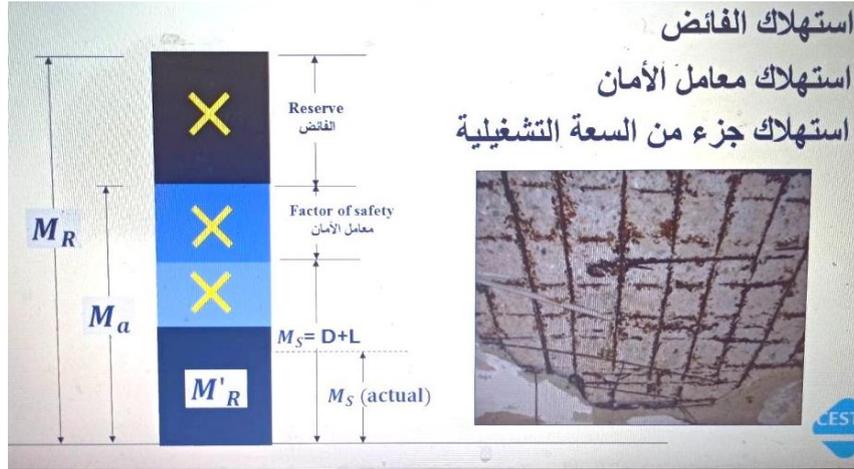
2.3 استهلاك الفائض ومعامل الأمان تحدث تسليخ للغطاء الخرساني كما بالشكل رقم (2)



الشكل رقم (2) استهلاك الفائض ومعامل الأمان

3.3 استهلاك الفائض ومعامل الأمان وجزء من السعة التشغيلية تحد تسليخ بالكامل للغطاء

الخرساني وظهور حديد التسليح كما بالشكل رقم (3)



الشكل رقم (3) استهلاك الفائض ومعامل الأمان وجزء من السعة التشغيلية

4 الجسور

الجسر هو منشأ يستخدم للعبور من مكان إلى آخر بينهما عائق، وقد يكون هذا العائق مجرى مائيا أو أرضا وعرة أو واديا شديد الانخفاض وقد يكون هذا العائق طريقا أو خط سكة حديدية أو أي منشأ مشابه، وقد أنشئت الجسور على مر العصور من الخشب والحجر ثم من الفولاذ والخرسانة لاحقا [1] ، وليس من اليسير توحيد طرق تصنيف الجسور في المدن، حيث إن طرق التصنيف تتعدد حسب الأسباب والأهداف وتصنيف الجسور من حيث الاستخدام والترتيبية الإنشائية تنقسم الجسور من حيث الاستخدام إلي (جسور سيارات وجسور مشاة والسكك الحديدية وجسور خطوط الأنابيب) من حيث الترتيبية الإنشائية إلى (جسور البلاطة وجسور ذات الكمرات وذات العوارض والهيكلية والمعلقة والمشدودة بالكبيلات والقوسية) والإشكال (4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) تبين بعض الجسور المختلفة والمنفذة داخل ليبيا .



شكل (5) الجسور الكمرية (طريق السكة)



شكل (4) الجسور الصندوقية (قرقارش)



شكل (7) الجسور الإطارية (نالوت)



شكل (6) الجسور الخرسانية (جسر الدرن)



شكل (9) جسر بلاطة (ابوسته, الشط)



شكل (8) الجسور المعلقة (وادي الكوف)

5 الأضرار التي تصيب الجسور وأسبابها

تعد الأضرار الظاهرة على الجسور الخرسانية والحديدية للأجزاء العلوية والسفلية منها وأضرار جسور المشاة،^[1] لقد تم حصر أهم الأضرار التي ثبت تكرارها في هذه المنشآت والتي تصيب المساند وكراسي الارتكاز أو المساند (Bearing) وأضرار ازدياد اجهادات الضغط وأضرار تصدع الخرسانة من صدأ الحديد، وأضرار تصيب فواصل التمدد للجسور الخرسانية، والأضرار الناتجة من تأثير درجات الحرارة وتصريف مياه الأمطار وتدخلات الإنسان غير الصحيحة التي قد تؤدي إلى فقد الفائض الإنشائي للخرسانة.

6 دليل الكشف الدوري للجسور

حيث يضم هذا الدليل الخطوات الواجب اتخاذها من المهندسين لإمكانية الكشف على الجسور لمعرفة مدى حالتها الانشائية. والكشف هو الفحص البصري على الجسور من المتطلبات الهامة لا بد من استيفائها لضمان الحصول على نتائج دقيقة لعمليات الكشف ويبنى عليها تحديد نوع العيوب ودرجتها وبالتالي نوع الصيانة المطلوبة وتكلفتها. لذا فإن الصيانة الناجحة تبنى على الكشف الصحيح والدقيق كما في الجدول رقم (1) الذي يبين انواع الكشف حيث ان الاختبارات تجري على هذه الجسور أثناء الكشف عليها على حسب نوع حالة الجسر كما في الجدول رقم (2) ويحدد حالة الجسر بأقل درجة من المشاكل الموجودة في الجسر.

جدول (1) يبين الكشف الخاص بالجسور^[3]

ر . م	التقييم الأولي	وصف العمل	المطلوب عمله
1-	الكشف الأولي	بجرد وتقييم الجسر وتقديم معلومات عنه	عمل تقرير فني على الجسر
2-	الكشف الروتيني	عبارة عن أعمال فحص وقياس لتحديد الحالة الوظيفية لعناصر الجسر	لمعرفة أي مشاكل في الجسر
3-	كشف الضرر	ويتم تنفيذه عند حدوث ضرر للجسر	تقرير عن المشاكل الذي تحدث وأجراء الاختبارات اللازمة
4-	الكشف التفصيلي	يتم تنفيذه على عنصر واحد أو أكثر للتحقق من العيوب التي لم يكشف عنها	يعمل للكشف عن عنصر وأجراء الاختبارات اللازمة

يوجد مشكلة في شي معين وإجراء الاختبارات	للتحقق من عيب معين	الكشف الخاص	5-
---	--------------------	-------------	----

7 منهجية نظام التقييم

لتقييم أداء العناصر المكونة للجسور يتم استخدام جدول رقم (2) حسب برنامج تقييم أداء الجسور العالمي (NPIB) والذي يستخدم لتقييم الحالة الوظيفية لكل عناصر الجسر مع وصف عام وتحديد حالة الجسر وبالتالي معرفة نوع الكشف والصيانة المطلوبة وفق الجدول رقم (3). ويتطلب الكشف عن أي أضرار في الجسور بإجراء الاختبارات سوي كانت ائتلافية أو غير ائتلافية حسب الحالة كما في جدول رقم (4).

8 أنواع الصيانة

1.8 الصيانة الوقائية:

تعرف الصيانة الوقائية بأنها أعمال الصيانة التي يتم إجراؤها مسبقا لمنع وقوع الضرر في مكونات المنشأة وتعتبر استراتيجيات الصيانة الوقائية.

2.8 الصيانة العلاجية:

تعرف الصيانة العلاجية بأنها مجموعة أعمال الصيانة التي تجرى على مكونات المنشأة بحيث تضمن استمرارية عمل هذه المكونات ضمن الحدود التصميمية وحدود الأمان لها، وحسب مفهوم أعمال الكشف العام عن الجسور.

3.8 إعادة التأهيل:

تعرف هذه المرحلة بأنها مجموعة أعمال الصيانة التي تهدف إلى إعادة مكونات المنشأة إلى وضعها التصميمي الأساسي بعد تعرض هذه المكونات لمجموعة من الأضرار سببت أضرارا قللت من الحالة التصميمية أو القدرة الإنشائية لمكونات الجسر

4.8 الاستبدال وإعادة الإنشاء :

يعرف الاستبدال بأنه مجموعة الأعمال التي تهدف إلى إعادة تنفيذ بعض مكونات أو أجزاء من هذه المكونات نظرا لتعرض هذه المكونات لمجموعة من العيوب التي سببت أضرارا قللت من الحالة التصميمية أو القدرة الإنشائية لمكونات الجسر .

1. جدول (2) نموذج تقييم أداء عناصر الجسر العالمي (NPIB)^[4]

نوع الكشف	الصيانة المطلوبة	الوصف	التقييم	
			درجة التقييم	4 - 1
عام	الصيانة الوقائية	لا توجد مشاكل، لم يلاحظ أي تدهور ولا دليل لوجود أي عيب والصيانة غير ضرورية	حالة ممتازة (9)	حالة جيدة
		لا ضرورة لأعمال الصيانة، توجد بعض المشاكل البسيطة (على سبيل المثال، تقنت ملموس يصل من 1% إلى 5%)	حالة جيدة (7)	
		توجد بعض العيوب غير المهمة ولا تخفض الطاقة الإنشائية للعنصر ولا قدرته الوظيفية، ويمكن إجراء إصلاح بسيط لإزالة العيب. (مثال عن ذلك، فاصل تمدد متآكل ولكنه لم يفقد وظيفته وما زال يسمح بالحركة المطلوبة)	حالة مرضية (6)	
	الصيانة العلاجية	يعمل كما صمم في الأصل، كما تظهر العناصر الهيكلية التدهور ولكنها سليمة ويمكن إجراء إصلاح بسيط لإزالة العيب. (على سبيل المثال، مدى التدهور الملموس التقنت يصل من 10% إلى 20%)	حالة مقبولة (5)	حالة مقبولة
		الحد الأدنى من الكفاءة، وهناك تغييرات هيكلية واضحة، ومطلوب تصليحات فورية للعنصر المتأثر للمحافظة على كفاءة التحمل التصميمية	حالة ضعيفة (4)	
		تدهور خطير نجم عنه انخفاض في الكفاءة الإنشائية، عندما ينطبق هذا التصنيف فيجب القيام بإجراءات فورية لاستعادة مقاومة العنصر المطلوبة	حالة خطيرة (3)	
تفصيلي	إعادة لتأهيل	غير مناسب من الناحية الإنشائية، العيب متقدم إلى درجة أنه يدفع إلى إيقاف المرور، التصنيف ينطبق على العناصر الأساسية فقط ولكن الأجزاء السليمة قد يمكن استخدامها لخدمة خفيفة	حالة حرجة (2)	حالة حرجة
		يطلق التصنيف على الأجزاء الرئيسية هنالك خطر الانهيار تحت أي استخدام آخر لهذا المنشأ ويجب إغلاقه أمام المرور فوراً، عندما ينطبق التصنيف على الأجزاء الثانوية فالحالة قد تكون السبب في حوادث السيارات ويجب تصحيحها على الفور	حالة فشل (1)	
	الاستبدال وإعادة الإنشاء	الجسر مغلق سلفاً ومنهار، الحالة تخضت مرحلة الإصلاح، خطر انهيار كامل أو انهيار قد حدث فعلاً. يجب هدم المنشأ وإعادة إنشائه	حالة خطيرة جداً (0)	
		لا يطبق علي العناصر المطلوبة في نماذج الكشف أو لا يمكن مشاهدتها، مثال عند ذلك، بعض الركائز والدعامات لها مساند تحميل لا يمكن مشاهدته	N/A	

N/A لا يمكن مشاهدته او لا يطبق علي العناصر المطلوبة في نماذج الكشف

جدول (3) يبين قيم التقييم

م	نوع الصيانة	درجة التقييم العام	نوع الكشف
1	الصيانة الوقائية	أكبر من 5	عام
2	الصيانة العلاجية	أكبر من 4	عام
3	إعادة التأهيل	أكبر من 3	تفصيلي
4	الاستبدال وإعادة الإنشاء	أقل من 3	تفصيلي

الجدول رقم (4) يبين الاختبارات التي تجري على الجسور^[5]

9 تقييم حالة بعض الجسور في ليبيا :

نوع الجسر	ت	الاختبار	الغاية من الاختبار	جهاز الاختبار	مرجعية التجربة
خرسانة	1	اختبار CAPO	تحديد مقاومة الخرسانة	CAPO	ASTM C900-99BS 1881 part 207
	2	اختبار Bond	تحديد مقاومة لشد	BOND	ASTM D 1144BS 1881:part 207,
	3	اختبار RCT	تحديد نقاوة الخرسانة	RCT	ASTM C 114 AASHTO T 260,
	4	Hum-meter	محتوى الرطوبة	Hum-	ASTM C1202-97
	5	اختبار الترقق	الخرسانة ذات المقاومة السطحية الضعيفة	Rebound hammer	ASTM STP 1073.RC
	6	اختبار تجانس اكتناز	تحديد اكتناز الخرسانة	الامواج فوق الصوتية	ASTM C 597 BS 1881-203
	7	اختبار قياس محتوى الكربون	تحديد إمكانية تأثير الصدأ	Rainbow Indicator	ASTM C 1202-97
	8	الوزن الحججي، الفراغات، الرطوبة		machine	ASTM D 2829
حديد	9	اختبار صدأ الحديد ECP	تحديد الصدأ أ	Half cell	ASTM G48
	10	قياس أقطار التسليح	لمعرفة الحالة التصميمية	Vernier	ASTM D 2843 & 2863
	11	قياس سماكة الحديد	لتحديد مدى كفاي	Cover	

1.9 الجسر الحديدي بطريق المطار بمدينة طرابلس

الجسر الحديدي بطريق المطار بمدينة طرابلس هو جسر كمر فولاذي Steel Girder Bridge بطول 400 متر وعرض 18.5 متر وارتفاع 7.80 متر مقاس من جزيرة الدوران الداخلية ويصل ارتفاعه إلي 4.5 متر عند الأكتاف الخرسانية Abutments ، وقد تم أنشأه في مطلع الثمانينات من القرن الماضي ، ومنذ ذلك التاريخ لم تتم صيانته بشكل دوري أو طارئ كما هو معتاد في مثل هذا النوع من المنشآت حتى منتصف عام 1999 م. ويقع الجسر داخل نطاق بلدية أبو سليم بالقرب من حي الأكوخ من الناحية الجنوبية وبالقرب من حي الانتصار من ناحيته الشمالية ويمكن الوصول إليه حسب الإحداثيات العالمية (X 32.845718 , Y 13.154780). بينما الشكل (10 أ , ب) يوضح موقع الجسر وصورة جانبية له . بينما جدول (5) يبين تقييم حالة الجسر الحالية



شكل (10ب) منظر جانبي للجسر الحديدي



الشكل (10أ) موقع الجسر الحديدي

جدول (5) تقييم حالة الجسر الحالية

التقييم	درجة التقييم 9-0	الوصف (بيان العيوب في الجسر)	الصيانة المطلوبة	نوع الكشف
حالة مقبولة	(5) حالة مقبولة	1. وجود صدأ في حديد بعض من الكمرات الرئيسية والعرضية للجسر نتيجة للأتربة كما في شكل (11)	العلاجية	عام
حالة جيدة	(7) حالة جيدة	2- تطاير ملحوظ في الطبقة الحماية في اغلب الالبيوكسية مناطق الجسر كما في الشكل (12)	الوقائية	عام
حالة جيدة	(7) حالة جيدة	3- يوجد تقشر لطلاء الحماية في بعض من الكمرات العرضية كما في الشكل (13)	الوقائية	عام
حالة ضعيفة	(4) حالة ضعيفة	4- تكسر للبراغي الملاصقة للجدار الساند مما سبب ازاحة للجسر من الجهة الجنوبية نتيجة للحركة الافقية للمركبات كما في الشكل (14)	العلاجية	تفصلي
حالة جيدة	(7) حالة جيدة	5- انهيار جزئي وتشطي في الغطاء الخرساني في الجدار الساند وانكشاف حديد التسليح نتيجة للهبوط الحاصل كما بالشكل رقم (15).	الوقائية	عام
حالة مقبولة	(5) حالة مقبولة	6- أضرار فواصل التمدد كما في الشكل 12 والحواجز الجانبية الوسطى والطرفية كما بالشكل (16)	العلاجية	عام
حالة ضعيفة	(4) حالة ضعيفة	7- وسائل التحميل لا تؤدي وظيفتها نظرا لي تضرر عدد كبير منها كما في الشكل (17)	العلاجية	تفصلي



شكل (12) الفواصل



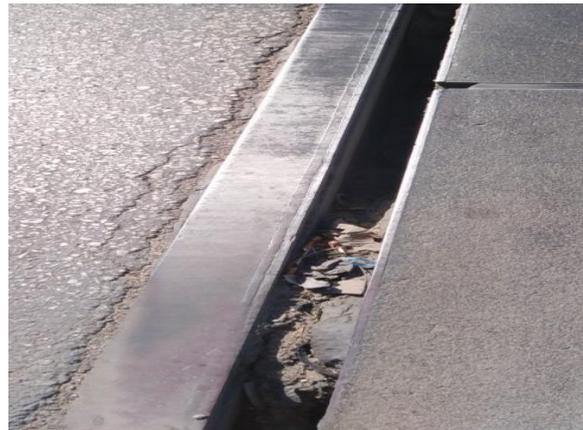
شكل (11) صدأ المسامير



شكل (14) يوضح حالة تكسير البراغي



شكل (13) تقشير الطلاء الكمرات الفولاذية



شكل (15) فواصل التمدد



شكل (17) يوضح وسائد التحميل



شكل (16) الحواجز المعدنية

جسر المدخل الشرقي بمدينة الزاوية

يقع الجسر بالمدخل الشرقي لمدينة الزاوية و يمر فوق الطريق الساحلي الرابط. ويتكون الجسر من كمرات حديدية وأعمدة خرسانية. والحركة المروية في اتجاه واحد ويعد من أنواع الجسور ذات الكمرات البسيطة التحميل ومقوس الظهر كما في الشكل (18) وتم تقييم الجسر كما في الجدول (6)



شكل (18) يبين جسر مدخل مدينة الزاوية

جدول (6) تقييم درجة حالة الجسر الحالية

التقييم	درجة التقييم	بيان العيوب في الجسر	الصيانة المطلوبة	نوع الكشف
جيدة	ممتازة(9)	1-لا توجد أضرار إنشائية في الكمرات والأعمدة ولم يلاحظ أي تدهور	الوقائية	عام
جيدة	ممتازة(9)	2-لا توجد أضرار في فواصل التمدد	الوقائية	عام
جيدة	جيدة(7)	3-توجد أضرار في الحماية	الوقائية	عام
جيدة	جيدة(7)	4-يوجد شقوق شعيرية في الخرسانة	الوقائية	عام

3.9 جسر سيدي بنور

يقع جسر (سيدي بنور) بمنطقة القويعة على الطريق الرابط بين منطقتي تاجوراء والقره بوللى وتعتبر جميع عناصره من الخرسانة المسلحة بالإضافة إلى طبقة الرصف المرن العلوية. الجسر عبارة عن جزئين منفصلين ومتلاصقين من البلاطات والكمرات الخرسانية المحملة على دعائم خرسانية جانبية تتكون من أعمدة (Piers) ملتصقة بالجدران الساندة الطرفية (Abutments) كما بالشكل(19) وتم تقييم الجسر كما في الجدول (7)



شكل (19) جسر سيدي بنور

جدول (7) تقييم درجة حالة الجسر الحالية

نوع الكشف	الصيانة المطلوبة	بيان العيوب في الجسر	درجة التقييم 9-0	التقييم
تفصيلي	العلاجية	1-توجد تشققات إنشائية في الكمرات كما في الشكل (20) والأعمدة وتشقق بالكمرة الرئيسية الملاصقة لمكان القذيفة في بلاطة سقف الجسر كما في الشكل (21,22)	3. (4) 4. ضعيفة 5. 6. 7.	2. حالة ضعيفة
عام	العلاجية	6-أضرار فواصل التمدد كما في الشكل (23) والحواجز الجانبية الوسطي والظرافية كما بالشكل (25)	(5) مقبولة	حالة ضعيفة
عام	الوقائية	3-توجد أضرارالحواجز المعدنية بالجسر تعتبر خارج الخدمة حيث أنها إما متكسرة وتالفة أو أنها غير موجودة في مكانها كما بالشكل (24)	(5) مقبولة	حالة ضعيفة
عام	تفصيلي	- بشكل عام توجد تشققات ملحوظة في حوائط الأجنحة هذا ويتراوح عرض هذه التشققات (0.3 - 2.5 مم). نتيجة عن الأحمال الكبيرة التي يتعرض لها الجسر وعن ضغط التربة الداعمة للجسر، ويجب الإسراع في معالجة هذه التشققات قبل أن تتوسع	(4) ضعيفة	حالة ضعيفة

		وتصبح مؤثرة يوجد شقوق شعيرية في الخرسانة	
--	--	---	--

شكل (16) تشقق الكمر



شكل (21) حفرة ناتجة عن قذيف



شكل (20) تشقق الكمر



شكل (23) مشاكل الفواصل



شكل (22) الحفرة من أسفل الجسر



شكل (25) تصدعات عند الفواصل



شكل (24) أضرار حواجز الحماية

10 نوع المعالجة لهذه الجسور

تتم عملية المعالجة لهذه الجسور وفق الجدول رقم (8)

جدول رقم (8) طريقة معالجة الاضرار بالجسور

الوصف العمل	طريقة المعالجة	الجسر
1	اضرارحماية الحواجز	الزاوية - طرابلس - سيدي بنور
2	فواصل التمدد	طرابلس - سيدي بنور
3	التشققات في الحوائط الاجنحة	سيدي بنور
4	تشققات انشائية في الكمرات	سيدي بنور
5	صدأ حديد وتطاير وتقسير الايوكسي	طرابلس
6	تكسير البراغي الحديدية	طرابلس
7	سائد التحميل	طرابلس

11 مناقشة النتائج

من خلال ما تم من أعمال الكشف على الجسور المنفذة في ليبيا وذلك لتقييم حالتها الانشائية تم التوصل الى ان هذه الجسور قد فقدت بعض من الفئاض الإنشائي لها الأمر الذي يتطلب عمل منهجية لمعاينة الجسور لمعرفة وضعها وقدرتها على التحمل. وبالتالي اجراء كشف دوري لها لمعرفة مدي صلاحية هذه الجسور حتي تصبح امنة ومستقرة . وأتباع دليل الدوري للكشف على الجسور التي تم زيارتها تم التوصل الى ان جسر الزاوية حالته جيدة ويحتاج الى صيانة وقائية

فقط. أما جسر طريق المطار و جسر سيدي بنور فان حالتهم ضعيفة ويحتاج الى صيانة علاجية
وتصليحات فورية للعنصر المتأثر للمحافظة على كفاءة الخرسانة .

12 الاستنتاجات

من نتائج الدراسة الميدانية على بعض الجسور بأنواعها, وتقييم حالتها الإنشائية تم الحصول على
النتائج التالية:

1. يتبين أن جميع هذه الجسور والتي تم زيارتها لم يتم صيانتها منذ إنشائها وتحتاج إلى
صيانة و علاج بعض المشاكل الموجودة بها لكي تصبح آمنه مستقرة .
2. تم تطبيق نموذج تقييم أداء عناصر الجسر العالمي على الجسور المختارة وهي جسر
الحديدي بطريق المطار و جسر المدخل الشرقي الزاوية وجسر القويعة الكائن بين تاجوراء
والقربولي وبعد الفحص البصري و استخدام جدول تقييم أداء الجسور لمعرفة الحالة الإنشائية
أظهرت النتائج أن الجسر الحديدي بمدينة طرابلس وجسر القويعة حالتهم ضعيفة ويحتاج إلى
كشف تفصلي وعمل الصيانة العلاجية اللازمة لها . بينما جسر المدخل الشرقي بمدينة الزاوية
حاله جيدة ويحتاج إلى كشف عام وعمل صيانة وقائية له.
3. تم وضع آلية (دليل) كيفية عمل نوع الكشف للمحافظة على الفانض الإنشائي للجسور .
4. للمحافظة على هذه الجسور يجب اتباع هذا الدليل الدوري للكشف وتطبيق نتائجه.

13 التوصيات

1. اتباع دليل الكشف العام على الجسور لتحديد نوع الكشف والصيانة المطلوبة والتنبؤ باي خطر
قد يحدث لهذه الجسور . بهدف رفع قدرتها على مقاومة الاحمال التصميمية مما يجعل الجسر
بحالة الامان.
2. عمل صيانة عاجلة لهذه الجسور للمحافظة على أداء وظيفتها المشيدة من اجلها .
3. إجراء الاختبارات الدورية اللازمة للجسور للحفاظ لها وفق هذا الدليل.
4. ضرورة العمل على وضع جهة مستقلة تقوم بمراقبة هذه الجسور بشكل دائم

5. استخدام الدليل يهدف إلى تفعيل رفع كفاءة الجسور ومحاولة لوضع مراجع لها في ليبيا

14 المراجع

[1] الإدارة العامة للتشغيل والصيانة, " دليل صيانة الطرق والجسور الجزء الاول", الرياض, السعودية 1435هـ -

[2] د. عادل الويفاتي, إعادة تاهيل منشآت الخرسانة المسلحة المتضررة بسبب الحريق والمتفجرات ,

المؤتمر الثاني للعلوم الهندسية كلية الهندسة صبراته. ليبيا. 2019.

[3] الإدارة العامة للصيانة, " دليل الكشف العام علي الجسور", الرياض, السعودية, 2006هـ -

[4] برنامج تقييم الجسور العالمي, NPIB

[5] ASTM الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد , مجموعة اختبارات, USA, 2005

Enhanced early hydration properties of Nano Silica incorporated cement paste

Muftah Mohamed Sreh^{1*}

s_sreh@elmergib.edu.ly

¹ Department of Civil Engineering, College of Engineering, Elmergib University, Libya

*Corresponding author email: s_sreh@elmergib.edu.ly

Received: 29 October 2022 / Accepted: 04 November 2022

Abstract

In the direction of evaluate the influence of nano silica particles (NS) on calcium silicate hydrate (CSH) formed at early-stage, hydration of tricalcium silicate (C₃S), hydration rate and Ca (OH)₂ content of hydration products were measured. An experimental study was carried out on five mixes of cement paste with water/cement ratio of 0.28 by weight. The studied dosages of NS are 0.5%, 1%, 1.5% and 2% by weight of cement as an addition. The degree of hydration was measured by Thermo-Gravimetric Analysis test (TGA) after 1 day. TGA allows determination of the amount of water bound in portlandite, and the total amount of chemically bound water. TGA was used to calculate all Differential Thermal Analysis (DTG) curves, TG curves, mass losses and temperature peaks by using apparatus software. It was concluded that adding of NS to cement paste up to 2%, NS improves the microstructural characteristics in comparison with the neat cement paste. The test results shows that NS be good not only as filler to improve the microstructure, but also as an activator to enhance the pozzolanic reaction, which promote the formation of hydrated products. Furthermore, the CSH gel of cement paste increases with the increase of NS content, which finally leads to the more compact and dense structure of hardened paste.

Keywords: Nano Silica, hydration products, Thermo-gravimetric analysis, degree of hydration.

1 Introduction

Application of nanotechnology in concrete is a research area gaining significant interest at present. It involves engineering of concrete at the nano-meter scale by inclusion of nano materials to improve the structure of concrete from the nano-meter scale through to higher dimensions, which can change the concrete world. Nano materials improve the most concrete properties [1, 2]. The effect of the Nano materials can be summarized as follows: (i) NS not only act as fillers to improve the microstructure, but also as an activator to promote pozzolanic reactions [3], (ii) work as a nucleation site for CSH seeds which then accelerate the cement hydration [4], (iii) NS accelerated the consumption of C₃S and the formation of portlandite (small sized CH) crystals and homogeneous clusters of CSH composition [4], and (iv) NS improve the microstructure of the interfacial transition zone (ITZ) between aggregates and cement pastes [5]. NS improves the mechanical properties of cement, mortars, and concrete [6, 7]. Many of the nano materials previously studied, nano silica particles not only provide nucleation

sites for cement hydration, but also participates in the hydration process by reacting with the Calcium Hydroxide (CH) produced during cement hydration, which is known as the pozzolanic reaction [2, 6, 8]. Ordinary cement hydration produces CSH and CH [9, 10]. CSH is the main strength carrying material in the cement paste, and CH is considered to have a detrimental effect on strength characteristics of concrete [10]. Nano silica reacts with the CH and produces more CSH into the paste, thereby increasing the overall strength characteristics of the cement paste [6, 8]. Thermo-Gravimetric analysis (TGA) has been widely accepted as an accurate method for the determination of crystalline CH content [11]. The methods of interpretation of thermograms, however, have varied among researchers [11-13]. A weight loss vs temperature curve for hardened cement paste between the temperatures of 105 and 1000 °C can generally be separated into: (a) an abrupt weight loss near 450 °C, associated with the dehydration of CH; (b) another fairly sudden, but less distinct weight loss between 700 and 800 °C, associated with decomposition of calcium carbonate (this may not be present if care has been taken to prevent carbonation), and (c) a continuous weight loss over the whole range from 105 to 1000 °C but most pronounced before 500 °C; this loss is due to the dehydration of CSH, calcium aluminate hydrates and other minor hydrates. It should be noted that it is possible to isolate particular hydrates from a rigorous interpretation of the thermogram, or by using special techniques [5, 14]. In the present work, hydration properties of cement paste with different dosage of NS at the early age, including hydration rate, CH content and quantification of CSH, have been investigated by using TGA test. All these results aim to provide a comprehensive explanation for the modification effects of NS on C₃S.

2 Materials and experimental work

2.1 Materials

The materials used in this experimental work were Ordinary Portland Cement (OPC) and nano silica particles (NS). The OPC used throughout this investigation was obtained from MISR BENI-SUEF CEMENT COMPANY, its trade name CIM I 52.5N which conforming to BS EN 197-1/2011 [15] and Egyptian Standards Specification ESS 4756-1/2013 [16] and had a 28-day mortar compressive strength of 57.5 MPa. The initial and final setting times were 150 min and 230 min respectively. NS was supplied by Housing & Building National Research Centre (HBRC), Cairo, Egypt. The morphology and XRD analysis of NS are shown in Figures 1 and 2, which indicate the amorphous nature of NS particles. The Dynamic Light Scattering test (DLS) was used to detect the particle size distribution of NS as shown in Figure 3. From this figure it is observed that the NS particle sizes ranged from 45 nm to 85 nm. The chemical composition and physical properties of OPC and NS are presented in Table 1 and Table 2.

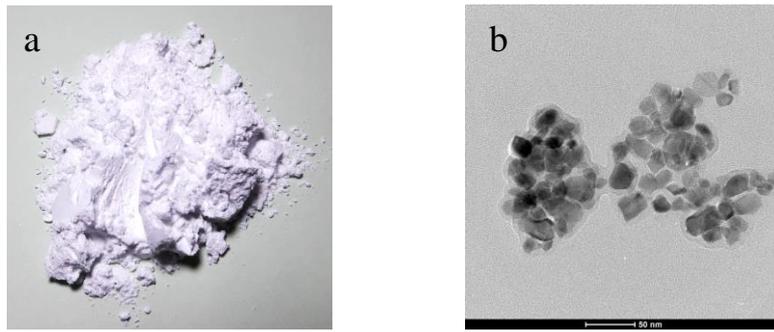


Figure 1: Morphology of NS; (a) NS powder, (b) TEM image of NS.

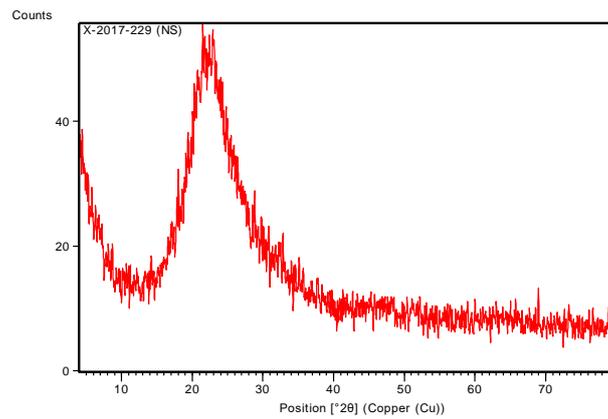


Figure 2: XRD analysis of NS.

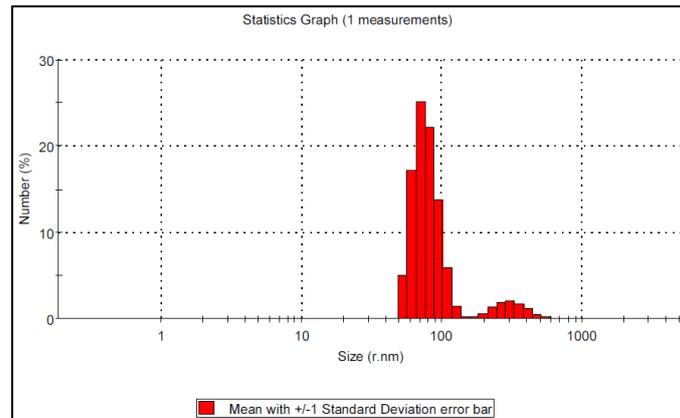


Figure 3: Particle size distribution of NS by DLS test.

Table 1: Chemical compositions of raw materials.

OXIDE %	OPC	NS
SiO ₂	20.8	98.98
Al ₂ O ₃	4.6	0.033
Fe ₂ O ₃	2.8	0.015
CaO	65.4	0.130

MgO	1.9	< 0.01
SO₃	2.2	< 0.01
Na₂O	0.31	0.180
K₂O	0.44	< 0.01
TiO₂	-	0.025
Cl	-	0.270

Table 2: *Physical properties of raw materials.*

PROPERTY	OPC	NS
Specific Gravity	3.15	2.3
Average Particle Size	1-10 μm	65 nm
Specific Surface Area (m²/g)	0.35	135.5
Density	-	-

2.2 Experimental techniques

2.2.1 Preparation of cement paste

Cement paste was designed using ordinary Portland cement as a binder material. The water to cement ratio (W/C) was kept constant at 0.28 by weight. The flow table standard tests for all samples were between 105% to 115%. The NS particles was added in amounts equaling 0.0% (control), 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% of cement weight. All of cement paste specimens were cured using potable water.

2.2.2 Mixing procedure

To ensure good distribution and good mixing NS with cement paste, special mixing procedure should be carried out, using the mechanical method. Laboratory drum mixer was used, and the mixing procedures were performed according to the following steps: firstly; nano particles solution was prepared through mixing NS thoroughly with a mixing water using a high-speed stirring machine for 2 min. Then, the solution was placed in sonication device (Figure 4) for 15 min at temperature of 60 °C to disperse the nanomaterial in the solution. Finally, the previous solution was added to cement and were mixed together for 3 min.



Figure 4: *Sonication for mixing nano particles.*

2.2.3 Test Specimens Preparation

The TGA specimens used in this investigation are Cylinders with height of 100 mm and a diameter of 100 mm. All specimens are cast using cement paste with $w/c = 0.28$ in a plastic molds. TGA procedure is conducted after 24 hours, fine powders were first obtained by drilling a hole to a depth of 10 mm from the surface of the specimen using electrically driven powder driller with high speed.

2.2.4 Curing conditions

The cement paste was casted in molds as required to scheduled tests. An electric vibrator was used to ensure good compaction after pouring the mixes into oiled molds. The specimens were then surface smoothed and covered with plastic sheet. All specimens were demolded after 1 day of casting, thereafter; they were cured in standard water tank. The cement paste samples were removed from curing tank at the specified testing age and any deposits on the test faces were removed before testing.

3 Results and discussion

3.1 Thermogravimetric analysis

The degree of hydration was measured by TGA after 1-day according to ASTM C1131-14 [17]. TGA allows determination of the amount of water bound in portlandite, and the total amount of chemically bound water. TGA consists of the recording of the loss of weight of a sample being progressively heated up to a constant weight. In the case of cementitious hydrated materials, weight loss is due mainly to mineral decomposition and evaporation of the total chemically bound water (considered from 105 °C to 925 °C). The test was conducted on 30 mg cement paste samples. These samples were heated in an inert N₂ atmosphere from 25 to 925 °C with a heating rate of 20 °C/min by using THASS simultaneous analyser, model TGA i1000 to calculate all differential thermal (DTG) curves, TGA curves, mass losses and temperature peaks by using apparatus software. The amount of water bound in portlandite is determined by the step between 425 °C and 550 °C measured from the loss of weight-temperature curves. The slope and the intercept of the tangent at 550 °C are computed by linear regression, and the water bound in portlandite is obtained by the difference of weight loss between 425 °C, read on the curve, and the ordinate of the tangent for 425 °C. The degree of

hydration can be calculated from TGA curves using the following equation [11, 13, 17, 18]:

$$h_{\alpha} = \frac{W_{n(t)}}{M_c \times W_{n(\infty)}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Where:

$W_{n(t)}$ is defined as mass loss recorded between 145 °C and 925 °C.

$W_{n(\infty)}$ is the non-evaporable water corresponding to full hydration, this value was 0.23 M_c for typical Portland cement, it's the initial anhydrous cement mass of sample in gram.

TGA results of cement pastes specimens with different dosages of NS after 1 day are shown in Figure 5. Also, Figures 6,7,8,9 and 10 show the TGA and Differential Thermal Analysis (DTG) curves of cement pastes specimens with different dosages of NS after 1 day.

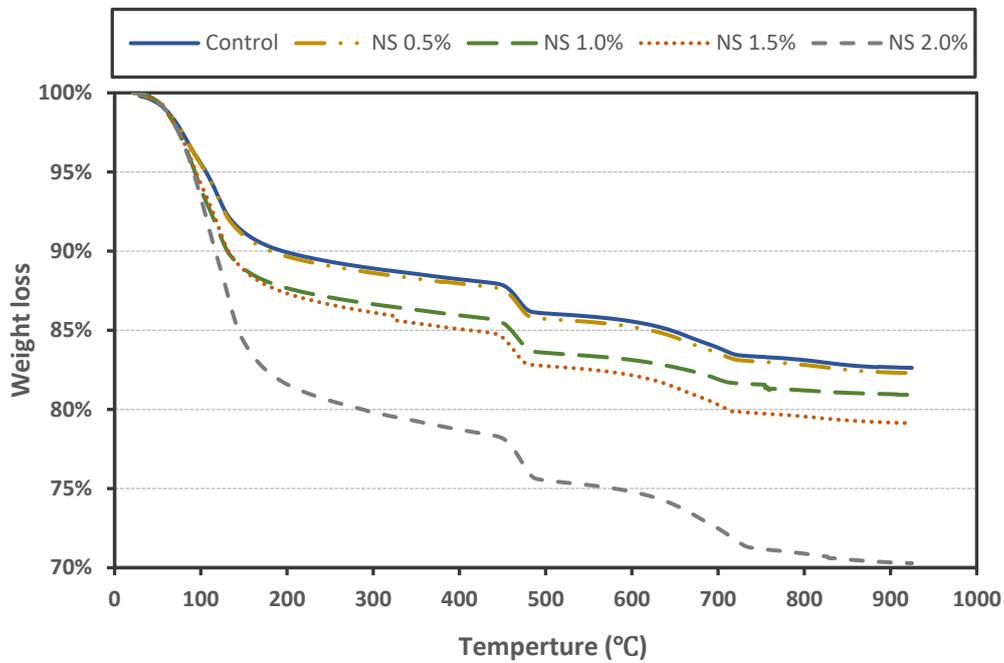


Figure 5: TGA curves of cement paste with different content of NS after 1 day.

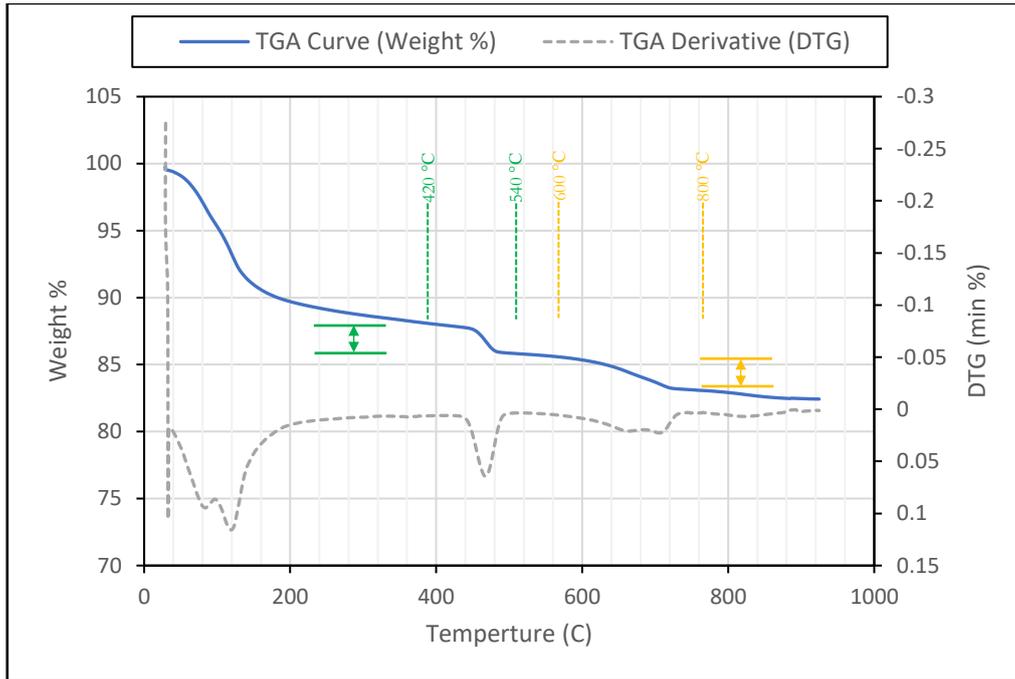


Figure 6: TGA analysis of the cement paste without NS after 1 day.

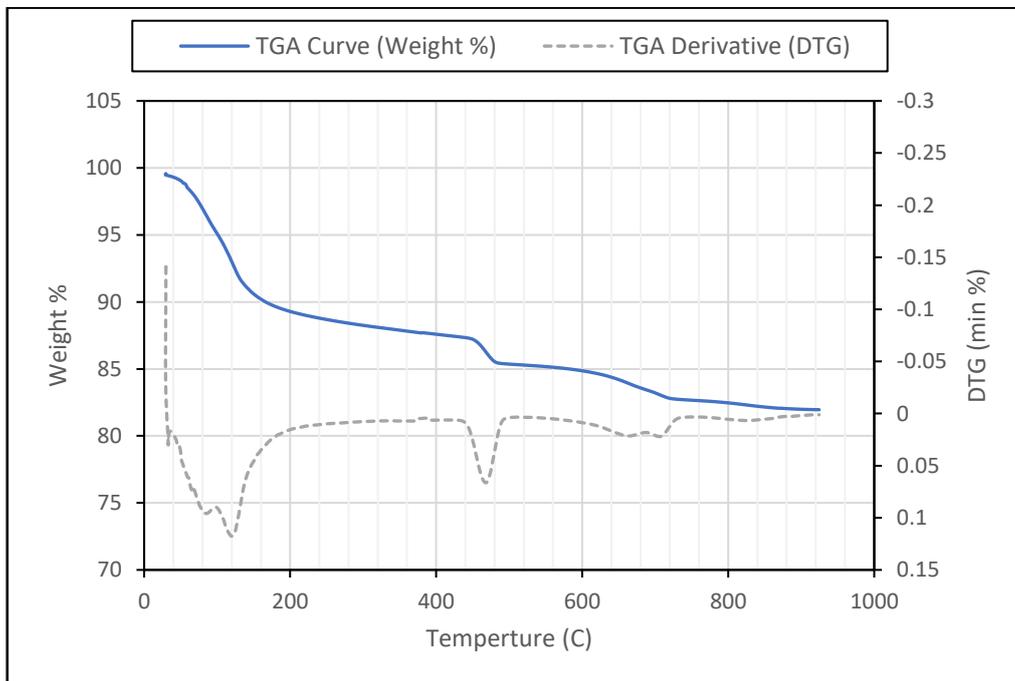


Figure 7: TGA analysis of the cement paste incorporating with 0.5% NS after 1 day.

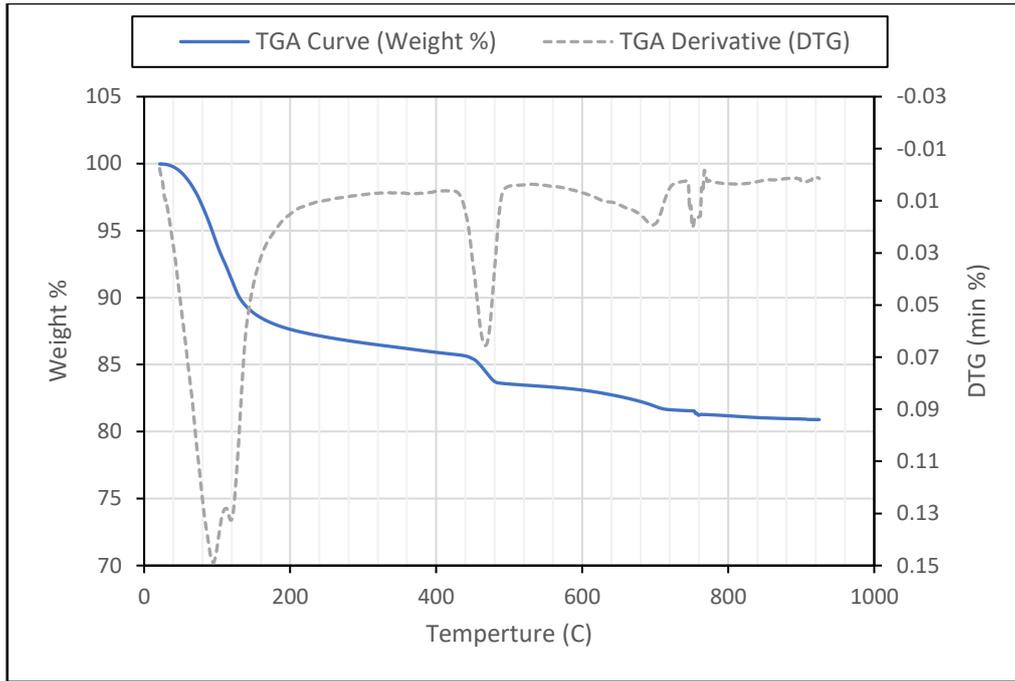


Figure 8: TGA analysis of the cement paste incorporating with 1.0% NS after 1 day.

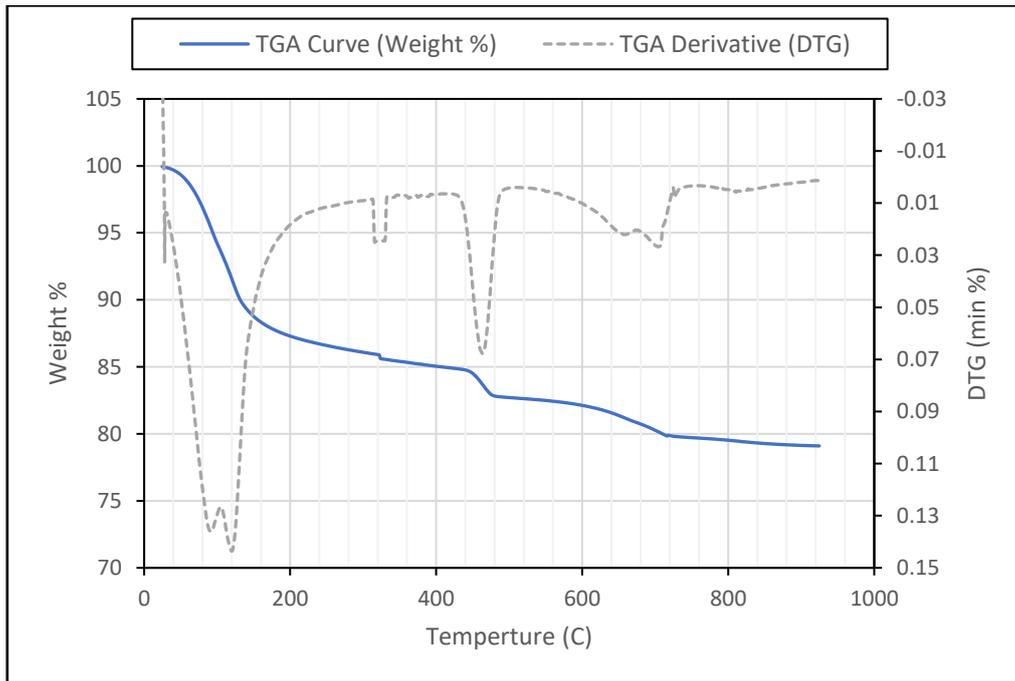


Figure 9: TGA analysis of the cement paste incorporating with 1.5% NS after 1 day.

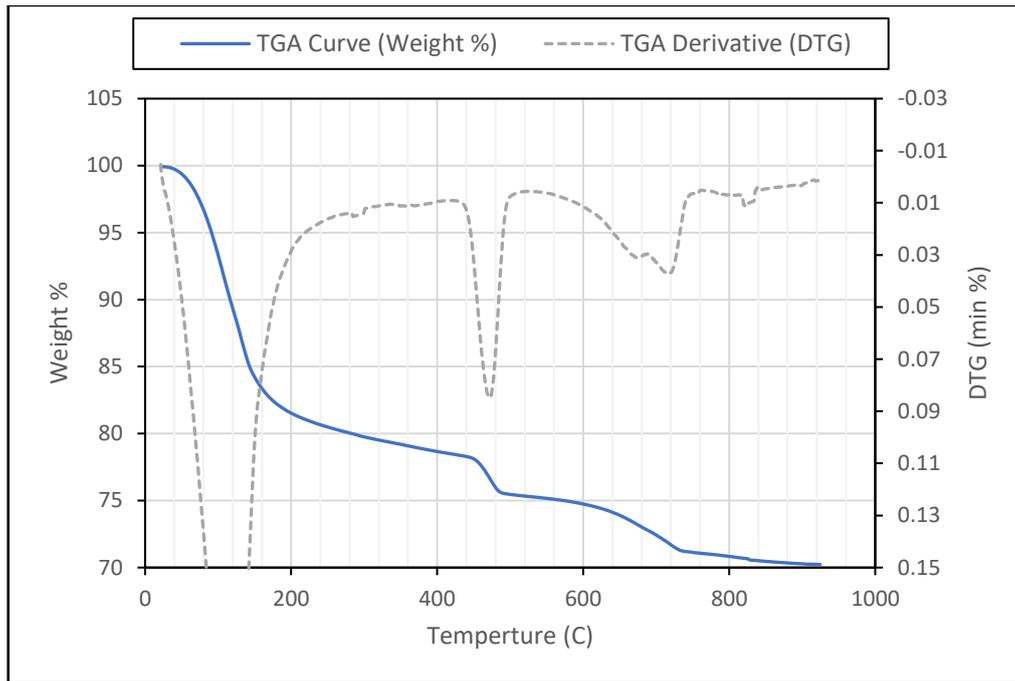


Figure 10: TGA analysis of the cement paste incorporating with 2.0% NS after 1 day.

There are some notes and differences can be observed between the DTG curves of the specimens. First, there is a peak above 90 °C - 120 °C. This peak is due to loss of free water. Secondly, there is a remarkable difference between the curves at temperature of 400 to 500 °C. The differences indicate that there is a decrease in amount of portlandite with the increase of the NS dosage. Adding of NS to cement paste seems to increase the degree of hydration at 1 day comparing with the control specimen. In addition, there is dissimilarity between 600 °C and 800 °C due to the decomposition of the CaCO₃. The test results clearly show that using different dosages of NS have a positive effect on enhancing the hydration process compared with that of control mix. This will be further explained later when calculating the degree of hydration of all samples.

TGA test results can be used to evaluate the hydration characteristics in terms of CH content and degree of hydration. CH content can be used also to evaluate the pozzolanic reactivity of used NS [19]. The CH content of the hydrated cement pastes specimens is calculated as at time t:

$$CH(t) = \frac{74.09}{18.01} \times \frac{m_{420}(t) - m_{540}(t)}{m_s} \quad \text{Eq. (2)}$$

Where:

$m_{420}(t)$ and $m_{540}(t)$ are the mass of the sample recorded at 420 °C and 540 °C during the TGA test, and m_s is the anhydrous mass of the sample. (74.09/18.01) is the molar mass ratio between CH and H₂O.

Due to the carbonation reaction, amount of CH can be transformed to CaCO₃ as given in the following reaction:



The CaCO_3 content of the cement paste at time t , $\text{CO}(t)$, is calculated as:

$$\text{CO}(t) = \frac{100.09}{44.01} \cdot \frac{m_{600}(t) - m_{800}(t)}{m_s} \quad \text{Eq. (4)}$$

Where:

$m_{600}(t)$ and $m_{800}(t)$ are the mass of the sample recorded at 600 °C and 800 °C during the TGA and (100.09/44.01) is the molar mass ratio between CaCO_3 and CO_2 . So, the amount of CH that transformed to CaCO_3 should be calculated to determine the total content of CH ($\text{CH}_{\text{Total}}(t)$).

The $\text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t)$ can be calculated as following:

$$\text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t) = \frac{74.09}{100.09} \times \text{CO}(t) \quad \text{Eq. (5)}$$

Where:

The ratio (74.09/100.09) is the molar mass ratio between CH and CaCO_3 .

From Eq. 4 and Eq. 5

$$\begin{aligned} \text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t) \\ = \frac{74.09}{100.09} \times \frac{100.09}{44.01} \times \frac{m_{600}(t) - m_{800}(t)}{m_s} \end{aligned} \quad \text{Eq. (6)}$$

$$\begin{aligned} \text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t) \\ = \frac{74.09}{44.01} \times \frac{m_{600}(t) - m_{800}(t)}{m_s} \end{aligned} \quad \text{Eq. (7)}$$

The total CH content can be estimated by the summation of CH (t) (from Eq. 2 and $\text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t)$ from Eq. 7 as following:

$$\text{CH}_{\text{Total}}(t) = \text{CH}(t) + \text{CH}_{\text{due to carbonation reaction}}(t) \quad \text{Eq. (8)}$$

$$\text{CH}_{\text{Total}}(t) = \text{CH}(t) + \frac{74.09}{44.01} \times \frac{m_{600}(t) - m_{800}(t)}{m_s} \quad \text{Eq. (9)}$$

The degree of hydration of cement (α) is determined by TGA test. It can be estimated using the following equation [18]:

$$\alpha(\%) = \frac{M_b(t)}{M_c \cdot M_b(\infty)} \quad \text{Eq. (10)}$$

Where:

$M_b(t)$ is the non-evaporable water mass at time (t), is defined here as the mass loss recorded between 145 °C and 925 °C minus the mass loss due to CO_2 releases produced by the calcite decomposition between 600 and 800 °C.

M_c is the initial anhydrous cement mass of the sample (g).

$M_b(\infty)$ is the non-evaporable water mass (g/g of cement) at time (∞) corresponding to full hydration of 1 g of cement which is estimated from

the mineralogical composition of cement (Pane's formulae and Hansen's [20] results): $M_b(\infty) = 0.256$ g.

Figure 11 shows the calculated CH contents for different cement pastes specimens after 1 day. From this figure, all different specimens that modified with different dosages of NS yield lower CH contents compared with control specimens (i.e. the specimens without NS). It is also observed that CH contents decrease with the increase of amount of NS. For example, for cement pastes specimens modified with NS, the reduction in CH contents that measured after 1 day is 3.1%, 11.1%, 19.5% and 24.4% for concrete mixes modified with 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% of NS, respectively, compared with that of control specimens (0.0% NS). This attributed to the pozzolanic reactivity of nano materials, and as a result CH content in the paste is reduced. The results are in a good agreement with what were obtained by Z. Wu et al. [21], M. Rupasinghe et al. [22] and P. Hou et al. [23].

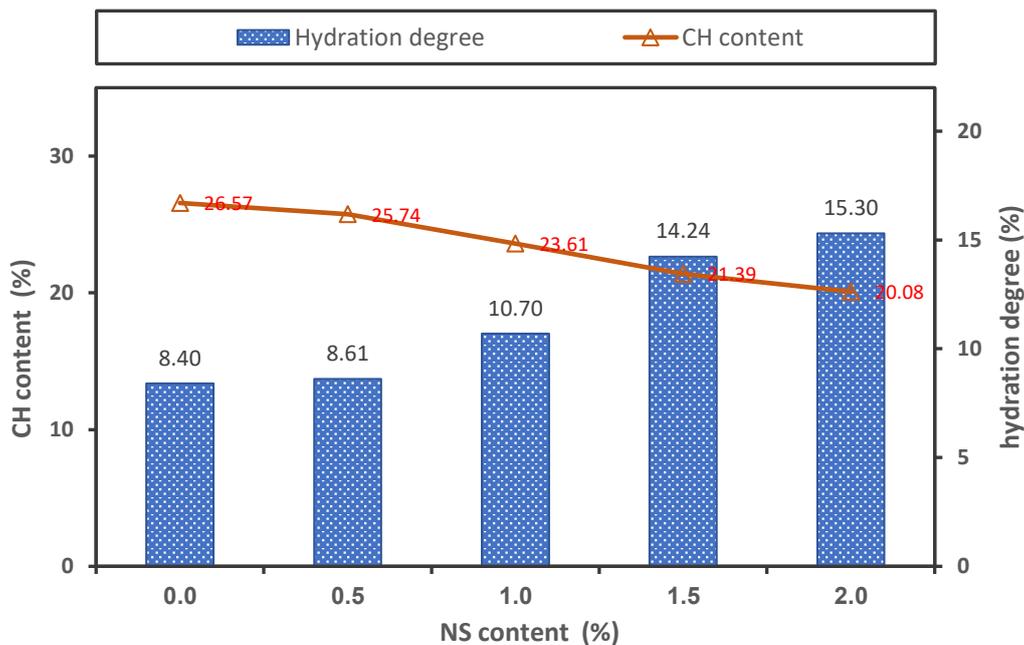


Figure 11: Effect of NS dosages on CH content and hydration degree of cement paste after 1 day.

The hydration degree of different cement pastes after 1 day is computed. As shown in Figure 11, with increasing amount of added NS, the cement hydration degree linearly increases. As observed here, the cement hydration degree of the reference cement paste after 1 day is about 8.40% and increases to about 15.30% when a 2% addition of NS is included.

4 Conclusion

1. The high surface area and active particulate nature is responsible for high reactivity of nano materials.
2. The accelerated pozzolanic reaction between cement and NS results in conversion of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ to additional calcium silica hydrate material, filling the voids in the concrete and interfacial transition zone thus effectively reducing the permeability of concrete which in turn enhance many of the durability issues.
3. Thermal gravimetric analysis results indicated that the addition of NS leads to a significant consumption of portlandite (CH) in the pozzolanic reaction. However, increasing the dosage of NS from 1.5% to 2.0% does not significantly increase in the consumption of CH.
4. The incorporation of NS results in changes in the content of hydration products generated during the hydration process, etc. For example, silicate content decreases, and hydrated calcium silicate gel increases, etc. The changes of these hydration products content optimizes the microstructure of concrete and make the concrete more compact. The changes of these surround layers lead to changes in macroscopical performance.
5. The addition of NS accelerates the hydration rate at an early age (within 24 h of hydration) and helps to promote the formation of high-density C-S-H.
6. The results clearly show that NS not only accelerates the hydration rate but also improved the packing density of CSH particles.

References

1. Jo, B.-W., et al., Characteristics of cement mortar with nano-SiO₂ particles. *Construction and building materials*, 2007. 21(6): p. 1351-1355.
2. Li, H., et al., Microstructure of cement mortar with nano-particles. *Composites Part B: Engineering*, 2004. 35(2): p. 185-189.
3. Jo, B.W., C.H. Kim, and J.H. Lim, Investigations on the development of powder concrete with nano-SiO₂ particles. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 2007. 11(1): p. 37-42.
4. Land, G. and D. Stephan, The influence of nano-silica on the hydration of ordinary Portland cement. *Journal of materials science*, 2012. 47(2): p. 1011-1017.
5. Singh, L., et al., Quantification and characterization of CSH in silica nanoparticles incorporated cementitious system. *Cement and Concrete Composites*, 2017. 79: p. 106-116.
6. Varghese, J., et al., Influence of Nano-Silica on Characteristics of Cement

Mortar and Concrete, in Sustainable Construction and Building Materials. 2019, Springer. p. 839-851.

7. Xu, Z., et al., Effects of nano-silica on hydration properties of tricalcium silicate. *Construction and Building Materials*, 2016. 125: p. 1169-1177.
8. Sobolev, K., et al., Engineering of SiO₂ nanoparticles for optimal performance in nano cement-based materials, in *Nanotechnology in construction 3*. 2009, Springer. p. 139-148.
9. Neville, A.M., *Properties of concrete*. Vol. 4. 1995: Longman London.
10. Mehta, P.K. and P.J. Monteiro, *Microstructure and properties of hardened concrete*. *Concrete: Microstructure, properties and materials*, 2006: p. 41-80.
11. Ramachandran, V.S., et al., *Handbook of thermal analysis of construction materials*. 2002: William Andrew.
12. Gabbott, P., *Principles and applications of thermal analysis*. 2008: John Wiley & Sons.
13. Ramachandran, V.S. and J.J. Beaudoin, *Handbook of analytical techniques in concrete science and technology: principles, techniques and applications*. 2000: Elsevier.
14. Chu, D.C., et al., Determination of the degree of hydration of Portland cement using three different approaches: scanning electron microscopy (SEM-BSE) and Thermogravimetric analysis (TGA). *Case Studies in Construction Materials*, 2021. 15: p. e00754.
15. EN, B., 197-1, *Cement-Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements*, in British Standards Institution. 2011, British Standards Institution.
16. Specifications, E.S., *Composition, specifications and conformity criteria for common cements*, in *Building materials*. 2007. p. 4756-1.
17. ASTM E1131-08(2014), *Standard Test Method for Compositional Analysis by Thermogravimetry*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014, www.astm.org.
18. Taylor, H.F., *Cement chemistry*. Vol. 2. 1997: Thomas Telford London.
19. Marsh, B.K. and R.L. Day, *Pozzolanic and cementitious reactions of fly ash in*

blended cement pastes. *Cement and Concrete Research*, 1988. 18(2): p. 301-310.

20. Pane, I. and W. Hansen, Investigation of blended cement hydration by isothermal calorimetry and thermal analysis. *Cement and concrete research*, 2005. 35(6): p. 1155-1164.

21. Wu, Z., et al., Effects of different nanomaterials on hardening and performance of ultra-high strength concrete (UHSC). *Cement and Concrete Composites*, 2016. 70: p. 24-34.

22. Rupasinghe, M., et al., Analysing the pozzolanic reactivity of nano-silica in cement paste. 2014.

23. Hou, P., et al., Modification effects of colloidal nanoSiO₂ on cement hydration and its gel property. *Composites Part B: Engineering*, 2013. 45(1): p. 440-448.

تقييم اثر ادارة المشاريع الهندسية لضمان نجاح مشروع التشييد

¹ امساعد مفتاح الصلاحي ، ²عبدالباسط عبدالغفار الفيض

قسم الهندسة المدنية ، كلية العلوم التقنية ، بني وليد ، ليبيا

¹aalslahe@yahoo.com, ²Abdulbasat24@gmail.com

الملخص

إن إدارة المشاريع الهندسية هي عبارة عن مجموعة من المهام المسؤولة عن تنسيق وتنظيم كافة الموارد الخاصة بإنشاء وانجاز مشروع التشييد وضمان نجاحه ، فإدارة المشاريع هي المعارف المرتبطة بمجموعة من الادوات والمبادئ والتقنيات المستخدمة في عمليات المراجعة ، والرقابة والرصد والتخطيط للمشاريع ، أي أنها هي تطبيق التخطيط والتنظيم لكافة الموارد، فالوظيفة الاساسية لإدارة المشاريع هي تحديد أهداف المشاريع ، وفي هذا البحث سنقوم بدراسة أثر إدارة المشاريع الهندسية ومدى تطبيقها والتزامها بالمعايير الاساسية اللازمة لضمان نجاح مشروع التشييد على اكمل وجه وتتمثل أهداف هذه الدراسة في التعرف علي صورته واقعية لمدي فهم أهمية وضرورة الإدارة بصفة عامة وإدارة المشاريع الهندسية بصفة خاصة وما تشمله من تخطيط ورقابه ومتابعة وتقييم والتعرف علي العوامل المؤثرة علي هذه العملية وتوضيح المشاكل التي يمكن أن تنتج عن غياب هذه العملية وأثرها البالغ في مشاريع التشييد ، ولتحقيق أهداف الدراسة قام الباحث باستخدام المنهج التحليلي الوصفي بشقيه الكمي والكيفي الذي يعتمد على الوصف الدقيق لموقع المشروع ، والتعبير عنه كمياً وكيفياً ، حيث تم توزيع الاستبيان وللإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها فقد قام الباحث باستخدام برنامج **Statistical Package for the Social Sciences** (SPSS) لتحليل بيانات الدراسة ، واستخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية . وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج ، أهمها أنه يوجد أثر بالغ الأهمية لإدارة المشاريع الهندسية لضمان نجاح مشروع التشييد ، اذا ما طبقت المعايير الاساسية لنجاح تشييد المشروع في منطقة بني وليد ، كما قدمت هذه الدراسة العديد من التوصيات كان أهمها : أنه قبل البدء في التنفيذ يجب أن يكون لدى كافة مشاريع التشييد ادارة مشاريع هندسية متكاملة بكافة الصفات الادارية المطلوبة

لضمان تحقيق الاهداف المحددة للمشروع ، بحيث أنه يجب على هذه الادارة ان تتحمل كافة المسؤولية في تقديم الحلول المناسبة التي تضمن تنفيذ أهداف تشييد المشروع بالموصفات المطلوبة. **الكلمات المفتاحية :** تخطيط المشاريع الهندسية - ادارة المشاريع الهندسية - نجاح المشاريع الهندسية.

المقدمة

مع تقدم التطور في العصر الحالي فإن التطور الإنشائي في مشروعات التشييد مستمر بشكل معقد وضخم للغاية ، وبسبب هذه التعقيدات فإنه يجب عند تنفيذ هذه المشاريع أن تتوفر عدة عوامل لنجاح المشروع ، وحيث ان لإدارة المشاريع الهندسية أهمية وأثر بالغ في نجاح مشاريع التشييد وتقدمها في مجال صناعة التشييد فهي المسؤولة عن تقديم الحلول المناسبة التي تضمن تنفيذ المشروع تبعاً للمواصفات المطلوبة ، حيث تتلخص إدارة المشروع في تحديد الأهداف قبل البدء في عملية التنفيذ ، وكذلك المتابعة أثناء التنفيذ ، وذلك لضمان تحقيق الأهداف المحددة للمشروع ، وكذلك الرقابة أثناء إتمام المشروع وبما أن تأخر تنفيذ العمل في إنشاء المشروع يقع بالدرجة الأولى على العناصر المنفذة للمشروع وغالباً ما يعود ذلك إلي سوء الإدارة المشرفة على المشروع (1)، وكذلك عدم الاستقرار الإداري وغياب الرقابة الإدارية أثناء عملية الإشراف على العمال ، ونقص وتأخر وصول الموارد اللازمة لإتمام المشروع ، وأيضاً عدم وضوح المواصفات وكذلك التخطيط قبل البدء في المشروع ، وبناءً على ما سبق فإن عملية إدارة المشاريع الهندسية تأتي كخطوة أولى يجب الاهتمام بها لضمان نجاح مشروع التشييد، وحيث أن التأخير في اتمام وتنفيذ المشاريع الانشائية هو ظاهرة عالمية شائعة في كل البلدان تقريباً (2) ، الأمر الذي يسبب المشاكل في قطاع التشييد والانشاءات تاركاً الآثار السلبية على نجاح المشروع من كافة النواحي كالتكلفة والوقت والجودة والأمان ، وكذلك يؤثر بشكل مباشر على أطراف المشروع (المالك- المقاول - الاستشاري - العمال القائمين بتنفيذه) ، إن كل مشروع تشييد كغيره من المشاريع يجب أن يكون له هدف محدد يسعى لتحقيقه (3)، وأهم هذه الأهداف هي تنفيذ المشروع بالموصفات المطلوبة وفي الوقت المحدد لتنفيذه بكل دقة . ومن هنا جاءت أهمية هذه الدراسة المتمثلة في توضيح أثر

إدارة المشاريع الهندسية لضمان نجاح مشروع التشييد ، حيث أن أغلب الأعمال في المشاريع الهندسية تتم بصورة لحظية الأمر الذي يؤدي إلى حدوث مشاكل فيما بعد أثناء تنفيذ المشروع وبالتالي تعطيل سير العمل ، والجدير بالذكر أن إدارة المشاريع الهندسية تقوم بتقييم أداء العاملين بالموقع إضافة إلى المتابعة وإيجاد الحلول المناسبة عند وقوع مشكلة ما ، وتعمل على تكثيف الجهود لضمان التركيز على تحقيق الهدف من إنشاء المشروع ، وهذا ما سنتطرق إليه خلال الدراسة الحالية لتوضيح الأثر المباشر لإدارة المشاريع الهندسية لضمان نجاح مشروع التشييد، أخذين بعين الاعتبار تطبيق كافة معايير الدراسة على مكان الدراسة الحالية والمشروع القائم بها وهو (تنفيذ مبنى صندوق التضامن الاجتماعي منطقة تينيناى ببلدية بني وليد) ، والذي يتم تنفيذه من قبل شركة مزايا لأعمال المقاولات العامة.

1. المواد والمنهجية:

استناداً إلى طبيعة البحث ولتحقيق أهدافه أستخدم الباحث المنهج الوصفي ، والذي يعتمد على التعبير الكيفي لموقع المشروع المطروح للدراسة الذي يظهر لنا سمات وخصائص الموقع ، والتعبير الكمي الذي يعطي وصف رقمي يوضح مقدار ومتطلبات الموقع ، وارتباطه بالظواهر الأخرى المرافقة لإنشاء الموقع (4)، ولقد قام الباحث باستخدام طريقة **Mixed Method Research Design** (الكمي والنوعي) ، حيث استخدم المقابلات ودراسة الحالة كأدوات لجمع البيانات النوعية ، اعتماداً على الاستبيان كأداة لجمع البيانات الكمية ، بغرض توضيح تكوين الإطار الهيكلي المتبع في الدراسة ، ومن ثمة تحليل نتائج الاستبيان باستخدام برنامج التحليل الإحصائي **Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)** ، وقد تكونت عينة المشاركين بالاستبيان من 25 مشارك كحد أدنى ، وكذلك القيام بالزيارة الميدانية للمواقع التي تتم بها تشييد بعض المشاريع الهندسية بغرض جمع المعلومات من العاملين والموظفين بالمقر.

الجانب النظري:

تمت هذه الدراسة في بلدية بني وليد وتتمثل مواصفاتها في الآتي:

اسم المشروع : تنفيذ مبنى صندوق التضامن الاجتماعي، منطقة تينيناى ببلدية بني وليد

الجهة المالكة هيئة التضامن الاجتماعي

الجهة المنفذة : شركة مزايا لأعمال المقاولات العامة

الجهة المشرفة : زوايا التصميم للاستشارات الهندسية

قيمة العقد 1900000

مساحة المبني 700 متر مربع

مساحة الموقع 2000 متر مربع

نسبة الإنجاز 13%

واضافة الي ما إذا كانت المدة المحددة لإنجاز العمل تتمثل في 18 شهر لتنفيذ المشروع، أما المدة

الزمنية للأعمال المنفذة 45 يوم، أما الاعمال التي تم تنفيذها ضمن المشروع الحالي فهي:

1- أعمال الرفع المساحي

2- تجهيز الموقع

3- أعمال حفر الاساسات

4- أعمال صب خرسانة النظافة أسفل القواعد والسملات

5- أعمال صب وتنفيذ قواعد الخرسانات المسلحة

6- أعمال أسفل السملات

7- أعمال صب الخرسانات المسلحة للسملات.

ولقد قام الكادر الفني بتنفيذ هذه الاعمال ، ويتكون هذا الكادر من:

1- مدير المشروع

2-مهندس الموقع

3-مهندس مساحة

4-مهندس مشرف

5-مشرف أعمال

6- نجار مسلح عدد 5

7-مساعد نجار عدد 3

8-حداد عدد 3

9-عمال بناء عدد 4

10-عماله عارضه عدد 17

إلا انه أثناء تنفيذ المشروع فقد واجهته بعض المشاكل الفنية العامة التي حدثت من تنفيذ المشروع

حسب وقته المحدد وتمثلت هذه المشاكل والصعوبات في الآتي:

1- طبيعة الأرض وطوبوغرافيتها

2- العامل الاقتصادي مثل تذبذب الأسعار

3- قلة العمالة الفنية الماهرة

4- مشكلة التنفيذ بين الجهة المنفذة والمالكة والمشرفة للمشروع

5- عدم تطابق الخرائط والرسومات أحياناً

6- عدم استلام التغطية المالية من الجهة المالكة في الوقت المحدد

7- تأثر المشروع بالأزمات مثل الوضع الأمني

8- ادعاء ملكية الأرض لأشخاص وذلك بعد بدء المشروع.

كل هذه المشاكل مجتمعة كانت من أبرز المشاكل التي يجب ان تختص ادارة المشروع الهندسي

القائم التركيز عليها والعمل على ايجاد الحلول المناسبة لها، والحد منها حتى يتم إنجاز المشروع

بالشكل المطلوب، سواء من الناحية الهندسية أو الادارية.

وتم التوصل الي قرار انشاء مبني صندوق التضامن الاجتماعي، منطقة تينيناي ببلدية بني وليد

لأجل تحقيق الاهداف الآتية:

1- العمل على توفير هيكلية إدارية مختصة بصندوق التضامن الاجتماعي بالإمكان التوجه اليهم

لإتمام كافة الاجراءات التي تخص من هم تابعين لقطاع التضامن الاجتماعي.

2- توفير مبنى متكامل الخدمات لصندوق التضامن الاجتماعي يمكن الاشخاص التابعين له من

الحصول على كافة الخدمات من نفس المكان . الامر الذي يوفر الوقت والجهد للمواطن.

3- توظيف تقنيات متطورة لتعزيز ثقافة المعرفة والاتصال داخل ادارة الصندوق، وتحسين جودة البيانات وتطوير منظومة برامج لدعم القرار، مما يسهل العودة الي هذه البيانات عند الضرورة.
4- تقييم هذا النوع من المشاريع الهندسية وتوضيح أثرها على الوقت والتكلفة وتحسين الاداء، وبالتالي أثرها على فئة صندوق التضامن الاجتماعي.

5- مد مظلة الحماية والرعاية الاجتماعية لجميع المواطنين من الفئات المستحقة لهذه الخدمة .
ولقد أجريت هذه الدراسة من أجل تحقيق الأهداف الآتية:

1- التعرف على الآثار الايجابية التي تؤدي إلى انجاز ونجاح انشاء المشاريع الهندسية في مداها الزمني المحدد عند وجود ادارة مواقع المشاريع الهندسية اثناء اتمام مشاريع التشييد.

2- الوصول لمعرفة أهم الأسباب التي تؤدي إلى التأخير في إنجاز المشروع الهندسي القائم (بناء صندوق التضامن الاجتماعي بمنطقة تينيناى ببني وليد) ، حيث أنه لم يتم انجاز سوى 13% من انجاز المشروع إلى الان.

3-مقارنه انجاز العمل في حالة غياب ادارة المشاريع الهندسية بالمشروع الحالي مع انجاز العمل عند توفر هذه الادارة اثناء تنفيذ المشروع.

أدوات جمع البيانات:

تتمثل في مصدرين رئيسيين :

- 1- تتمثل في المصادر والكتب كمصدر لمعلومات ومحتوى الاطار النظري للدراسة.
- 2- تتمثل في اجراء المقابلات مع القائمين على إنجاز المشروع من مدراء تنفيذيين ومهندسين وعمال قائمين بالعمل ، وكذلك الاستبيان الذي تم توزيعه على القائمين بالتنفيذ والعمل بالمشروع.

النتائج والتوصيات:

تم التوصل من خلال هذه الدراسة بالاعتماد على الناحية الوصفية التحليلية إلى الآتي :

1- إن لعملية التخطيط الإداري والهندسي للمشروع قواعد وضوابط ومؤشرات لا بد من إتباعها من أجل وضع الخطط المحكمة لكل مشروع حسب ظروفه واحتياجاته ودرجة أهميته.

2- ان ادارة المشاريع المتبعة في تنفيذ المشروع الحالي هي ادارة تقليدية تفتقر لعامل الخبرة العلمية والفنية الامر الذي أدى تأخر أنجاز المشروع وبطأ تنفيذه.

3- أن وجود ادارة المشاريع الهندسية اثناء عملية تنفيذ مشاريع التشييد تجعل سير العمل يسير في الاتجاه المطلوب مع الالمام بكافة جوانب المشروع.

4- يحد وجود الادارة من المشاكل التي قد تعيق التنفيذ والانجاز في الوقت المحدد لإنهاء المشروع.

ومن خلال ما سبق فإنه نوصي بالآتي:

1- على كافة مشاريع التشييد وقبل البدء في التنفيذ ان تكون لديهم ادارة مشاريع هندسية متكاملة بكافة الصفات الادارية المطلوبة لضمان تحقيق الاهداف المحددة للمشروع.

2- يجب التأكد من خلال الكادر القائم بإدارة الموقع من أن القائمين على تنفيذ المشروع لديهم القدرة على اداء وانجاز العمل كما يجب بداية من المهندسين الي العمالة والفنيين.

3- يجب على ادارة مشاريع التشييد ان تتحمل كافة المسؤولية في تقديم الحلول المناسبة التي تضمن تنفيذ المشروع بالمواعيد المطلوبة.

المراجع

1- الفضل، مؤيد، العبيدي، محمود.(2005) إدارة المشاريع : منهج كمي. عمان، الأردن: دار الوراق للنشر والتوزيع.

2- عبد المقصود، محمد.(2006) إدارة المشاريع الهندسية. عمان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي.

3- أمين الساعاتي، اساسيات المنهج الوصفي، amine23 السبت مايو 08, 2010

am11:41

<https://starnourtimes.yoo7.com/t41-topic#63>

4- Ahmed, S. M., Azhar, S., Kappagantula, P., & Gollapudi, D. (2003). Delays in Construction: A Brief Study of the Florida Construction Industry. Paper presented at the ASC Proceedings of the 39th Annual Conference, Clemson University, Clemson, SC.

تقييم العلاقة الاحصائية بين مقاومة الضغط ونتائج الاختبارات الغير إتلافية عند

تغير رتبة وظروف المعالجة للخرسانة

د. نورالدين محمد الطوير

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، ليبيا

nmaltwair@elmergib.edu.ly

الملخص

تعتبر مقاومة الضغط للخرسانة أحد أهم الخواص اللازمة لتحديد مدى قبول الخرسانة من الناحية الانشائية، ففي عديد الحالات تظهر الحاجة لتقييم مقاومة الضغط للخرسانة في الموقع سواء أثناء التنفيذ أو خلال فترة استخدام المنشأ. هناك عدة طرق غير إتلافية لتقييم مقاومة ضغط الاعضاء الخرسانية للمنشأ، والتي من أهمها اختبار الموجات فوق الصوتية واختبار مطرقة شميدت. في هذا البحث تم إيجاد علاقات رياضية لتخمين مقاومة الضغط للخرسانة بالطرق الغير إتلافية لعينات ذات رتب مختلفة وظروف معالجة مختلفة. حيث تم اعتماد ثلاث خلطات خرسانية بمقاومة تصميمية (C20، C25، C30)، كما تم ايضا اعتماد طريقتين من المعالجة وهما المعالجة في الماء والمعالجة في الهواء. نتائج الدراسة بينت أنه بالإمكان إيجاد علاقة رياضية أسية تربط مقاومة الضغط بسرعة الموجات فوق الصوتية و رقم الارتداد لمطرقة شميدت. و أظهرت النتائج ايضا أن كلما زادت مقاومة الضغط المتحصل عليها في الواقع رافقه زيادة في مقدار معامل الارتباط، مما يدل على أن هناك علاقة طردية بين معامل الارتباط و رتبة الخرسانة، وهذا بدوره يقود إلى القول أن الخرسانات التي لها مقاومة عالية (ضمن حدود هذه الدراسة) يكون فيها معامل الارتباط أقرب إلى الواحد الصحيح. كما أوضحت النتائج أن قوة العلاقة تقترب من القوية و تتحسن عند المعالجة في الماء إذا ما قورنت عند معالجة العينات في الهواء.

الكلمات المفتاحية: مقاومة الضغط، اختبار الموجات فوق صوتية، اختبار مطرقة شميدت، ظروف المعالجة.

1. مقدمة

مقاومة الضغط من أهم خواص الخرسانة المتصلدة على الإطلاق، حيث تعبر عن درجة جودتها وصلابتها. إنَّ معظم خواص الخرسانة مثل مقاومة الشد والانحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن وتزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح، لذلك يُجرى اختبار الضغط بغرض التحكم في جودة إنتاج الخرسانة في موقع المشروع كما يستخدم هذا الاختبار في أغراض التصميم الإنشائي لتحديد المقاومة المميزة وإجهاد التشغيل للخرسانة في الضغط الذي يؤخذ كنسبة من المقاومة القصوى للضغط، كما يفيد اختبار الضغط في تحديد صلاحية الركام وماء الخلط [1]. إنَّ استخدام الاختبارات الغير إتلافية لتقييم المنشآت الخرسانية تعتبر من الطرق المهمة في الوصول إلى قرار الرفض والهدم أو القبول، كما أنها تساعد في معرفة خواص الخرسانة في الموقع أو المختبر دون الحاجة إلى تلف جزء من المنشأ أو النموذج وهي الطريقة الأفضل للوصول إلى نتائج محددة حول قابلية تحمل الخرسانة موقعياً. في عدّة حالات تظهر الحاجة لتقييم مقاومة الضغط للخرسانة في الموقع سواءً أثناء التنفيذ أو خلال فترة عمر المنشأ ، وقد توسعت مجالات استعمال الفحوصات الغير إتلافية في تحديد موقع الفراغات وحديد التسليح في الخرسانة وسمك الغطاء الخرساني في المنشأ لتحديد هذه العوامل لا يقل أهمية عن تحديد قابلية تحمل الخرسانة [2]. العينات الخرسانية سواءً المنفذة في المعمل أو في الحقل قد تختلف فيها نسب مكونات الخلطة، مما يكون له أثر كبير على اختلاف الخواص الهندسية للعنصر الخرساني، ومن بين هذه الخواص هي مقاومة الضغط، فعند إجراء الاختبارات المعروفة لتحديد مقاومة الضغط سواءً بالطرق الإتلافية أو الطرق الغير إتلافية يكون هنالك اختلاف في قيمة المقاومة بين الطريقتين. إنَّ تأثير تغيير نسب مكونات الخلطات المصنعة في الخلطات المحلية و طرق معالجة الخرسانة على العلاقة بين الموجات فوق الصوتية ومقاومة الضغط غير واضح، وهذا ينطبق أيضاً إضافة إلى العلاقة بين مقاومة الضغط ومقدار الارتداد لمطرقة شميدت [3,4].

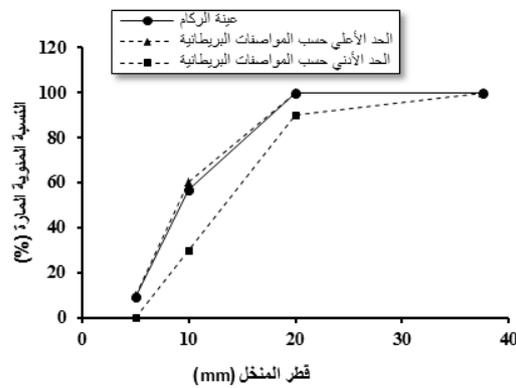
تشير الدراسات السابقة أنه يمكن تحديد العلاقة بين الاختبارات الإتلافية و الغير إتلافية من خلال استنباط علاقة رياضية يمكن أن تكون خطية أو أسية تربط بينهما وبين مقدار الارتباط والذي يعتمد على العديد من المتغيرات مثل نوع الخرسانة و زمن المعالجة ونسب مكونات الخلطات و

الإضافات [7-2,4]. من خلال الدراسات المتاحة، لوحظ أن معظم الباحثين تعاملوا مع تقدير مقاومة الضغط للخرسانة دون الربط بين رتب الخرسانة المعروفة في الواقع العملي وكذلك مدى تأثير ظروف المعالجة على العلاقة بين مقاومة الضغط ونتائج الاختبارات الغير إتلافية. من هنا جاءت فكرة هذه الدراسة والتي ركزت على تقييم العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية المتحصل عليها من اختبار الموجات فوق الصوتية والعلاقة بين مقاومة الضغط ومقدار مسافة الارتداد المتحصل عليها من اختبار مطرقة شميدت عند تغيير رتبة الخرسانة وظروف المعالجة. هذه الدراسة تعاملت مع عينات من الخرسانة وفقا لما هو متاح من رتب في السوق المحلية. فهذه الدراسة تعرض منحنى العلاقة بين مقاومة الضغط والنتائج المتحصل عليها من الاختبارات الغير الإتلافية وذلك لتحسين تطبيقات الطرق الغير الإتلافية.

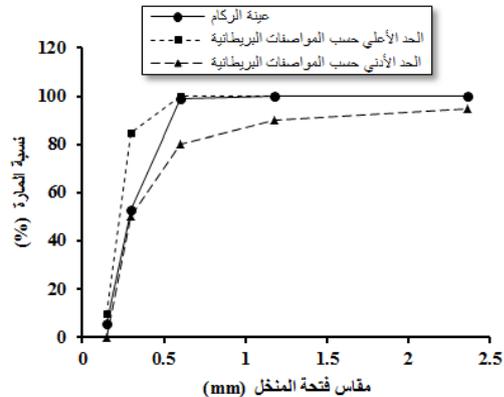
2. البرنامج العملي

1.2 المواد المستخدمة

الاسمنت المستخدم في هذه الدراسة هو إسمنت بورتلاندي عادي من إنتاج مصنع البرج للإسمنت التابع لشركة الاتحاد العربي للمقاولات والمطابق للمواصفات القياسية الليبية (م.ق.ل.340/1997) [8]. استخُدم رمل طبيعي خال من الشوائب وزنه النوعي 2.7 و معامل امتصاصه 2.23%. يوضح الشكل 1 التدرج الحبيبي للركام الناعم حسب المواصفات البريطانية (BS812:199) [9]. حيث تم استخدام حجامان من الركام الخشن الاول ذا مقاس اعتباري 10 مم و الثاني ذا مقاس اعتباري 02 مم ، و وزن نوعي 2.718 و معامل امتصاص 1.6%. يوضح الشكل 2 التدرج الحبيبي للركام الخشن وفق المواصفات البريطانية 812BS-1995.



الشكل 2: التدرج الحبيبي للركام الخشن وفق المواصفات البريطانية رقم BS812.



الشكل 1: التدرج الحبيبي للركام الناعم وفق المواصفات البريطانية رقم BS812.

ماء الخلط المستخدم في هذه الدراسة مطابق للمواصفات القياسية الليبية (م.ق.ل 1988/294) [10] ، وهو ماء صالح للشرب خال من المواد العضوية والشوائب.

2.2 تصميم الخلطات وإعداد العينات الخرسانية وفق رتبة الخرسانة، تم اعتماد ثلاثة خلطات من الخرسانة العادية وهي 02C, C25, 03C ، حيث كانت مكونات الخلطات المدروسة مختلفة وفقاً لمتطلبات المقاومة المطلوبة. و اختيرت هذه الرتب من الخرسانة وفق ما هو موجود في السوق المحلي والتي تنفذ بها أغلب المنشآت الخرسانية بليبيا. الجدول رقم 1 يوضح كميات المواد المستخدمة لكل متر مكعب من الخرسانة. صُب 36 مكعب لكل رتبة بمجموع كلي 108 مكعب بمقاس 15سم × 15سم × 15سم. و بعد 24 ساعة من عملية الصب تم فك جميع القوالب ورُقمت، ثم غُمر نصف عدد العينات في الماء والنصف الآخر تمت معالجتها في الهواء في درجة حرارة الغرفة، وتركت العينات إلي موعد إجراء الاختبارات بعد 28 يوماً من تاريخ الصب.

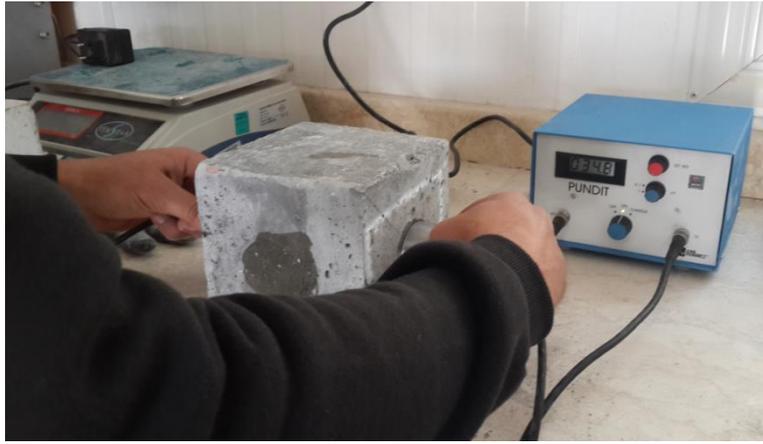
الجدول 1: كميات خلط المواد المستخدمة في الخرسانة بـ(كجم/م³)

الخلطة	إسمنت	ركام ناعم	ركام خشن (10 مم)	ركام خشن (20 مم)	ماء
C20	280	700	400	700	205
C25	310	700	400	700	210
C30	350	700	400	700	225

2.3 الاختبارات المعملية

1.2.3 اختبار الموجات فوق الصوتية

تعتمد فكرة هذا الاختبار على حقيقة أنّ الموجات فوق الصوتية لا تسري في الفراغ فتسلك الموجة مساراً أطول إذا صادفت شرخاً أو فجوة، عليه فإن السرعة تختلف ويزيد زمن انتقال الموجات. تم استخدام جهاز (6 CNS FARNELL PUNDIT) في قياس سرعة الموجات فوق الصوتية بالطريقة المباشرة طبقاً للمواصفات الأمريكية ASTM C597 [11]. الشكل رقم 3 يوضح طريقة إجراء هذا الاختبار.



الشكل 3: جهاز اختبار الموجات فوق الصوتية

2.2.3 اختبار مطرقة شميدت

تعتمد فكرة الاختبار على أن قوة ارتداد رأس المطرقة يعتمد على قوة السطح الذي تصطدم به، ويستخدم رقم الارتداد في التعبير على القيمة التقريبية لمقاومة الضغط للخرسانة [1]. تم إجراء هذا الاختبار وفق المواصفات الأمريكية ASTM C805 [12]. الشكل رقم 4 يبين طريقة إجراء الاختبار.



الشكل 4: طريقة إجراء اختبار مطرقة شميدت.

3.2.3 اختبار مقاومة الضغط

أجري اختبار تحديد مقاومة الضغط وفقا للمواصفات البريطانية (BS 1881-116) [13]. و بمعدل تحميل مقداره 0.3 ميغا باسكال لكل ثانية. إن العلاقة بين قوة الضغط و قيم الارتداد لمطرقة شميدت وقوة الضغط و سرعة الموجات فوق صوتية حددت بمعادلة أسية حيث تظهر قيمة رقم الارتداد (R) و سرعة الموجات فوق صوتية (V) في صورة أسية (Exponential).

(F_u) كمتغير مستقل بينما تظهر مقاومة الضغط (F_u) كمتغير تابع. وهذا الطريقة في تحديد العلاقة بين متغيرين وجدت في عديد الدراسات السابقة القديمة و الحديثة [14-16,4]. وكما موضح في العلاقة رقم 1 [16].

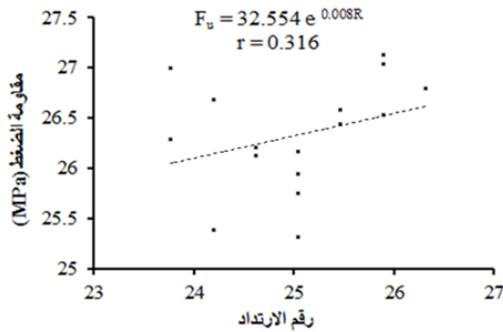
$$F_c = ae^b \quad (1)$$

حيث a ، b : متغيرات تعتمد على خواص و مكونات الخرسانة.

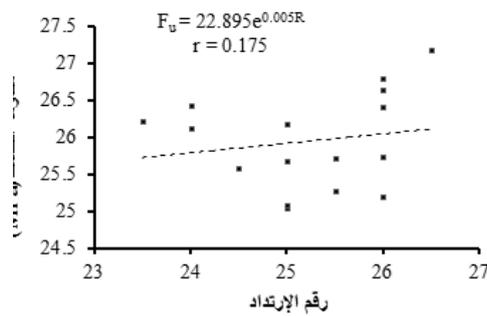
3. تحليل ومناقشة النتائج

تُظهر الأشكال من 4 الى 9 العلاقة بين مقاومة الضغط ورقم الارتداد لمطرقة شميدت عند تغيير رتبة الخرسانة عند تغير ظروف المعالجة. الملاحظ أن كل العلاقات التي تربط قيمة رقم الارتداد و مقاومة الخرسانة لجميع رتب الخرسانة و كذلك ظروف المعالجة كانت طردية موجبة ($r < 1$) <0. أي أن الزيادة في أحد المتغيرات (رقم الارتداد لمطرقة شميدت) يتبعها زيادة في المتغير الثاني (مقاومة ضغط الخرسانة) والنقص في المتغير الأول يتبعه أيضا نقص في المتغير الثاني. فضمن حدود هذه الدراسة، معامل الارتباط يختلف باختلاف رتبة الخرسانة وظروف المعالجة. حيث يمكن ملاحظة أن كلما زادت رتبة الخرسانة رافقه زيادة في قيمة معامل الارتباط ليقترب أكثر من الواحد الصحيح. فعندما كانت رتبة الخرسانة C20، سُجلت قيمة لمعامل الارتباط مقدارها 0.175 عند المعالجة في الهواء، والتي تزداد بزيادة رتبة الخرسانة لتصل الى 0.286 عند الرتبة C25 حتى تصل الى 0.473 عند C30. و التي تعتبر في المجمل علاقة ارتباط من الضعيفة الى المتوسطة بين المتغيرين (رقم الارتداد ومقاومة الخرسانة). أما عند معالجة المكعبات الخرسانة في الماء، فقد لوحظ زيادة في قيمة معامل الارتباط بين رقم الارتداد و المقاومة الضغط بالمقارنة مع نفس رتب الخرسانة. حيث كانت قيم معامل الارتباط 0.316 و 0.587 و 0.617 عند رتبة الخرسانة C20 و C25 و C30 على التوالي، وهذا واضح جليا في الشكل رقم 9. فالمكعبات الخرسانية التي كانت رتبة خرسانتها C3 والتي تمت معالجتها في الماء كانت العلاقة بين رقم الارتداد و مقاومة الخرسانة تكاد تكون علاقة ارتباط طري قوي. إن سبب الزيادة في معامل الارتباط عند المعالجة في الماء وعند زيادة رتبة الخرسانة قد يكون بسبب كون مقاومة الخرسانة تزداد عند معالجتها في الماء مقارنة مع المعالجة في الهواء لان المعالجة في الماء تعطي ظروف مناسبة و مثالية لتكوين نسيج اسمنتي اكثر تجانسا واكثر خلوا من المسامات الذي بدوره يعطي خرسانة

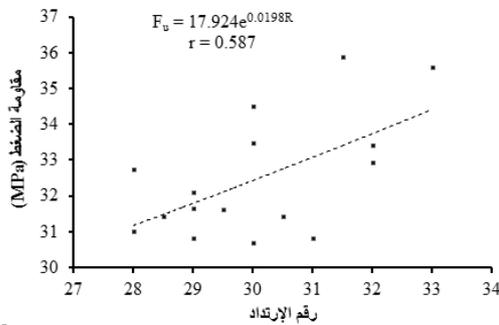
اقوى. كما أن مكونات الخلطة الخرسانية ذات الرتب الاعلى تكون فيها نسبة الاسمنت أعلى، الامر الذي يزيد من مقاومة الضغط [18,17]. كل ذلك يساهم في الحصول على خرسانة ذات كثافة و تجانس في تكوينها الدقيق افضل من تلك المعالجة في الهواء وذات نسبة أسمنت أقل، مما يساهم بشكل كبير في الحصول على مكعبات ذات مقاومة ضغط الى حدا ما متقاربة، بالتالي تزداد قيمة رقم الارتداد بشكل متقارب لأغلب المكعبات، و كنتيجة لذلك الحصول على علاقة ارتباط اقوى.



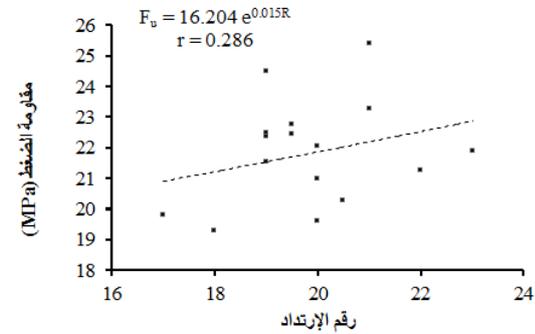
الشكل 5: العلاقة بين مقاومة الضغط و رقم الارتداد عند رتبة الخرسانة (C20) و المعالجة في الماء.



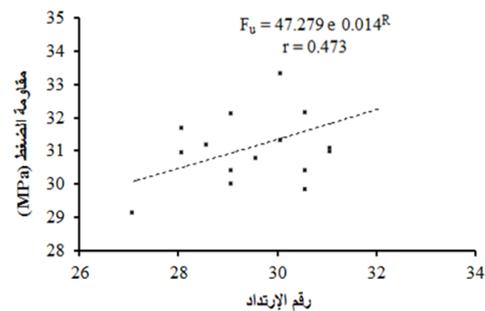
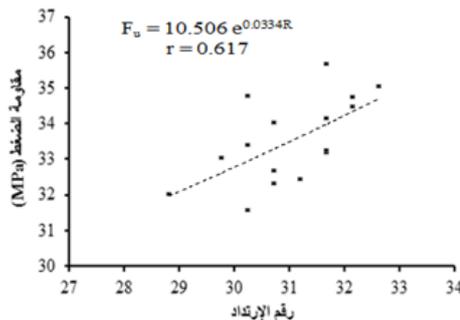
الشكل 4: العلاقة بين مقاومة الضغط و رقم الارتداد عند رتبة الخرسانة (C20) و المعالجة في الهواء.



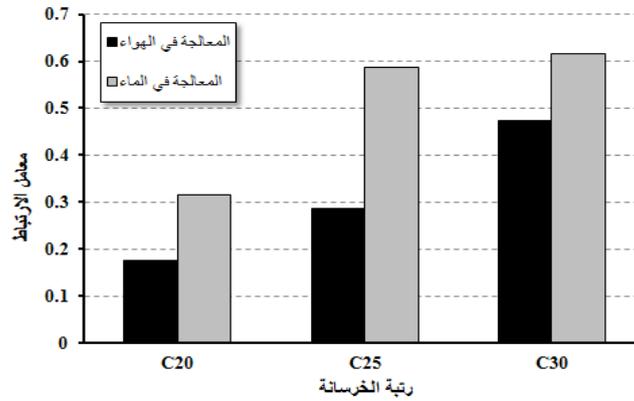
الشكل 7: العلاقة بين مقاومة الضغط و رقم الارتداد عند رتبة الخرسانة (C25) و المعالجة في الماء.



الشكل 6: العلاقة بين مقاومة الضغط و رقم الارتداد عند رتبة الخرسانة (C25) و المعالجة في الهواء.



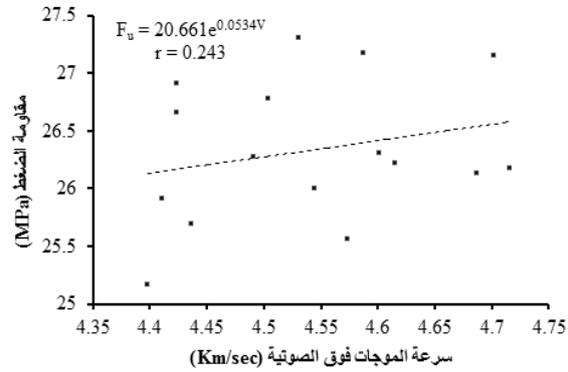
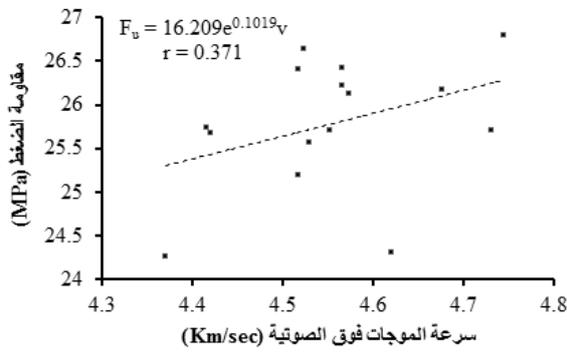
الشكل 8: العلاقة بين مقاومة الضغط ورقم الارتداد عند رتبة الخرسانة C30)) و المعالجة في الهواء.
الشكل 9: العلاقة بين مقاومة الضغط و رقم الارتداد عند رتبة الخرسانة C30)) و المعالجة في الماء.



الشكل 9 : التباين في قيم معامل الارتباط عند تغير رتبة الخرسانة وظروف المعالجة بالنسبة لإختبار مطرقة شميدت.

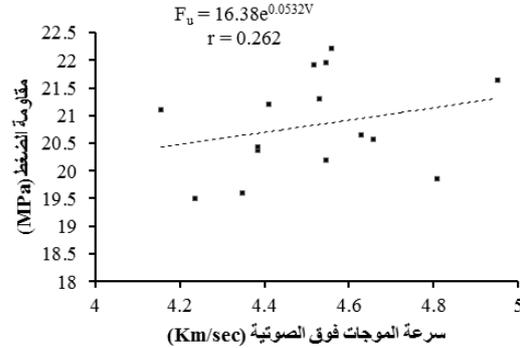
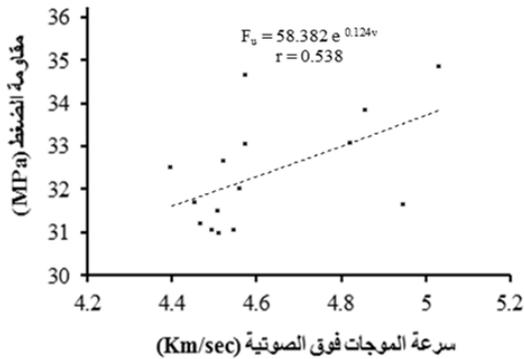
تبين الأشكال من 10 الى 15 العلاقة بين مقاومة الضغط سرعة الموجات فوق الصوتية عند تغيير رتبة الخرسانة و ظروف المعالجة. حيث يمكن ملاحظة أن هذه العلاقات تتوافق مع ما قد تم ذكره عند مناقشة نتائج العلاقات بين مقاومة الضغط ورقم الارتداد لمطرقة أشميدت. وهذا التماثل لوحظ سواءً من ناحية ظروف المعالجة او من ناحية التغير في رتبة الخرسانة من C20 الى C30. فضمن حدود هذه الدراسة، الزيادة في سرعة الموجات فوق صوتية يتبعها زيادة في مقاومة ضغط الخرسانة والنقص في المتغير الأول يتبعه أيضا نقص في المتغير الثاني، وفق علاقة طردية موجبة أي بقيمة لمعامل الارتباط تنحصر بين الصفر و الواحد الصحيح. فكلما زادت رتبة الخرسانة رافقه زيادة في قيمة معامل الارتباط ليقرب أكثر من الواحد الصحيح، فعند رتبة الخرسانة C20، كانت قيمة معامل الارتباط 0.243 عند المعالجة في الهواء والتي تشهد زيادة بزيادة رتبة الخرسانة لتكون 0.262 عند الرتبة C25 لتصل الى 0.568 عند C30. وهذه العلاقة من الارتباط تصنف على انها ضعيفة الى متوسطة. عند معالجة المكعبات الخرسانة في الماء، قد تبين زيادة في قيمة معامل الارتباط بين سرعة الموجات فوق صوتية و مقاومة الضغط بالمقارنة مع نفس رتب الخرسانة المذكورة. فقيم معامل الارتباط كانت 0.371 و 0.538 و 0.793 عند رتبة الخرسانة C20 و C25 و C30 على التوالي، وكما مبين في الشكل 16. كما هو معروف أن سرعة الموجات فوق صوتية تزداد بزيادة رتبة الخرسانة أي مقاومة ضغط خرسانة، و يرجع

ذلك إلى تفاعلات الإمهاء الحاصلة في الخرسانة ذات المقاومة الاعلى تؤدي الى زيادة كثافة النسيج الخرساني و بالتالي تقليل المسامات ليصبح النسيج الاسمنتي للخرسانة اكثر تجانسا مما يزيد من سرعة موجات الفوق الصوتية في الخرسانة [20,19]. وهذا بدوره يقلل من هامش الاختلاف في قيمة مقاومة الضغط بين المكعبات الخرسانية لنفس الرتبة الذي يكون له دور كبير في اقتراب قيمة معامل الارتباط بين مقاومة الضغط و سرعة الموجات فوق صوتية من الواحد الصحيح.



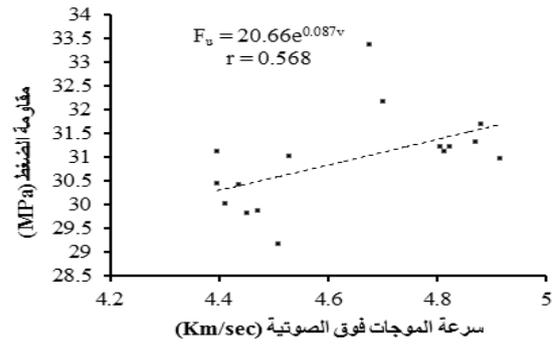
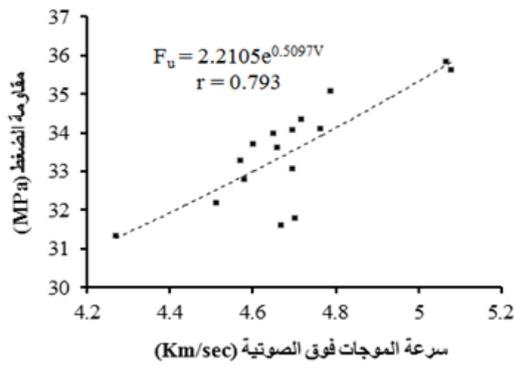
الشكل 10: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C20)) و المعالجة في الهواء.

الشكل 11: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C20)) و المعالجة في الماء.

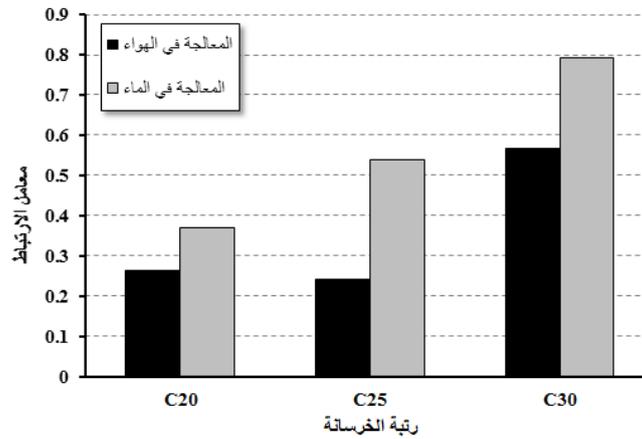


الشكل 12: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C25)) و المعالجة في الماء.

الشكل 13: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C25)) و المعالجة في الهواء.



الشكل 14: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C30) و المعالجة في الهواء.
الشكل 15: العلاقة بين مقاومة الضغط وسرعة الموجات فوق الصوتية عند رتبة الخرسانة (C30) و المعالجة في الماء.



الشكل 16: التباين في قيم معامل الارتباط عند تغير رتبة الخرسانة وظروف المعالجة عند استخدام جهاز الموجات الصوتية.

يمكن أن تحدث أخطاء في تقدير مقاومة الضغط باستخدام الاختبارات غير إتلافية بسبب عدم تجانس مكونات الخرسانة وكذلك محتويات الهواء و نسبة المسامات و الفراغات و الاختلاف في حجم الركام الخشن و طريقة المعالجة. فكل هذه المتغيرات تؤثر على القيم المتحصل عليها من الاختبارات الغير إتلافية مثل رقم الارتداد لمطرقة شميدت و سرعة الموجات فوق صوتية. ويمكن التقليل من نسبة الخطأ الحاصلة، وذلك بتقليل الفراغات و المسامات و اختيار تدرج و نوع ركام مناسب و توفير معالجة افضل. كل ذلك يزيد من المقاومة الفعلية للخرسانة و بالتالي تقترب قيم مقاومة الضغط المتحصل عليها فعليا مع تلك المتحصل عليها من الاختبارات الغير إتلافية [21].

4- الاستنتاجات

ضمن حدود هذه الدراسة القابلة لتحسين والتطوير وبناءً على نتائج المتحصل عليها، يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية:

- هناك تأثير واضح لظروف المعالجة على قوة العلاقة بين رقم ارتداد مطرقة شميدت ومقاومة الخرسانة، وكذلك سرعة الموجات فوق صوتية ومقاومة الخرسانة. فقد سُجلت اعلى القيم لمعامل الارتباط عند معالجة المكعبات في الماء مقارنة بتلك المعالجة في الهواء. فقوة العلاقة تقترب من القوية وتتحسن عندي المعالجة في الماء.
- يزداد معامل الارتباط بزيادة رتبة الخرسانة، فالنتائج المتحصل عليها بينت ان العلاقة بين رقم ارتداد مطرقة شميدت ومقاومة الخرسانة من ناحية وسرعة الموجات فوق صوتية ومقاومة الخرسانة من ناحية أخرى تتحسن كثيرا لتتقرب من القوية عند رتبة خرسانة C30. في حين العلاقة كانت ضعيفة عندما كانت رتبة الخرسانة C20.
- تقدم الدراسة الحالية مؤشرا لعلاقات أسية رياضية مفيدة تساعد المهندسين على التنبؤ بمقاومة الضغط لمكعبات الخرسانة الواقعية. ومن خلال ذلك يمكن معرفة الطريقة الافضل والامثل للمعالجة وكذلك معرفة رتبة الخرسانة اللتان عندهما يمكن الحصول على قيم مقاومة ضغط قريبة من الواقع.
- لوحظ تقارب في النتائج المتحصل عليها سواءً باستخدام مطرقة شميدت او جهاز الموجات فوق صوتية، وهذا بين ان كلا الطريقتين مناسبتين لتقدير قوة الخرسانة والتنبؤ بها ، مما يجعل الحكم الهندسي سهلاً للغاية.

5- شكر وتقدير

يتقدم المؤلف بالشكر والتقدير الى كل الفنيين والمسؤولين بمصنع العوارض الخرسانية بالخمس، لما قدموه من مساعدة وتوفير الاجهزة والمعدات لإنجاح إتمام هذه الدراسة.

6- المراجع

[1] محمود أمام، محمد أمين، "خواص المواد واختبرها"، كلية الهندسة جامعة المنصورة، الطبعة الاولى، 2007.

[2] A. H. Al-Zuhairi, "Estimation of flexural strength of plain concrete from ultrasonic pulse velocity", *Journal of Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 197-206, February 2013. <https://iasj.net/iasj/article/65047>.

- [3] D. Breysse, X. Romão, M. Alwash, Z. . Sbartai, V. Luprano, “Risk evaluation on concrete strength assessment with NDT technique and conditional coring approach”, *Journal of Building Engineering*, vol. 32, no. 3, pp. 155-176, November 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.101541>.
- [4] A. Said , B. A. Hussein , “Assessment of concrete compressive strength by ultrasonic non-destructive test”, Second International Conference on Geotechnical Engineering – Iraq (ICGE 2021), E3S Web Conf., Vol. 318, pp. 11-22, pp. 155-176, November 2021, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131803004>.
- [5] J. A. Bogas, M. G. Gomes, A. Gomes, “Compressive strength evaluation of structural lightweight concrete by non-destructive ultrasonic pulse velocity method”, *Ultrasonics*, Vol. 54 , no. 5, pp. 241 – 251. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2012.12.012>.
- [6] Z.Ç. Ulucan, K. Türk, M. Karata, “Effect of mineral admixtures on the correlation between ultrasonic velocity and compressive strength for self-compacting concrete”, *Russian Journal of Nondestructive Testing*, Vol. 44, no. 5, pp. 367–374, August 2008. <https://doi.org/10.1134/S1061830908050100>.
- [7] D.Castillo, S. Hedjazi, “Early-age compressive strength and dynamic modulus of FRC based on ultrasonic pulse velocity”, *Materiales de Construcción*, Vol. 71, no 343, pp. 78-90, September 2021. <https://doi.org/10.3989/mc.2021.14720>.
- [8] المواصفة القياسية الليبية (م ق ل 97/340)، “الإسمنت البورتلاندي العادي”، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، طرابلس، 1997.
- [9] BS 812: Part 2, “Sampling, shape, size and classification. Methods for sampling and testing of mineral aggregates, sands and fillers”, British Standards Institution Publication, London, UK, 1995.
- [10] المواصفة القياسية الليبية (م ق ل 1988/294)، “المياه المستعملة في الخرسانة”، المركز الوطني للمواصفات و المعايير القياسية، طرابلس، 1988.

- [11] ASTM C597, “Standard test method for pulse Velocity through concrete”, West Conshohocken, PA, 2008.
- [12] ASTM C805, “Standard test Method for Rebound number of hardened concrete”, West Conshohocken, PA, 2008.
- [13] BS 1881: part 116, " Testing concrete: Method for determination of compressive strength of concrete cubes", British Standards Institution Publication, London, UK, 1998.
- [14] Z. Raouf, and Z. M. Ali, “Assessment of concrete characteristics at an early age by ultrasonic pulse velocity”, *Journal of Building Research*, vol. 2, no. 1, pp.31-44. May 1983.
<https://doi.org.10.13140/RG.2.2.24663.09123>.
- [15] K. Tharmaratnam, B.S. Tan, “Attenuation of ultrasonic pulse in cement mortar”, *Cement and Concrete Research*, vol. 20, no. 3, 335-345, May 1990.
[https://doi.org/10.1016/0008-8846\(90\)90022-P](https://doi.org/10.1016/0008-8846(90)90022-P)
- [16] A. Elhakam Aliabdo, A. M. Elmoaty, “Reliability of using nondestructive tests to estimate compressive strength of building stones and bricks”. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 51, no. 3, pp.193–203, September 2012.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.05.004>
- [17] H. R. Kumavat, N. R. Chandaka, I. T. Patil, “Factors influencing the performance of rebound hammer used for non-destructive testing of concrete members: A review”, *Case Studies in Construction Materials*, vol. 14, no. 2, pp. 1-12, June 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00491>.

- [18] R. P. Memon, A. M. Sam, A. Z. Awang, U. Memon, “Effect of Improper Curing on the Properties of Normal Strength Concrete, Engineering”, *Technology & Applied Science Research*. vol. 8, no. 6, pp. 3536-3540, December 2018. <https://doi.org/10.48084/etasr.2376>.
- [19] علي حميد، صافي عليوي، شاكر محمد، عامر إبراهيم، “تأثير حديد التسليح على فحص سرعة الموجات فوق الصوتية للكونكريت”، المؤتمر العلمي الهندسي الأول، كلية الهندسة - جامعة ديالى، 22-23 ديسمبر 2010.
- [20] G. Karaiskos, A. Deraemaeker, D. G. Aggelis, D. V. Hemelrijck, “Monitoring of concrete structures using the ultrasonic pulse velocity method”, *Smart Materials and Structures*, vol. 24, no. 11, pp. 113001, November, 2015. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/24/11/113001>.
- [21] T. Gonen, “The effect of inadequate compaction on compressive strength of concrete exposed to elevated temperature”, *Scientia Iranica*, vol. 23, no. 1, pp. 114-121, January 2016. <https://doi.org/10.24200/sci.2016.2102>.

دراسة تأثير درجات حرارة وزمن التقادم على أداء الطرق الأسفلتية

بشير معمر أبوراوي

Aburawi2018@gmail.com

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، ليبيا

الملخص

تمتلك ليبيا شبكة طرق كبيرة وتمتد في كافة الاتجاهات وتجتاز الأقاليم المناخية المختلفة السائدة في ليبيا ومع التطور العمراني الكبير الذي تشهده البلاد في مختلف المجالات مما يتطلب العمل على إنشاء شبكات طرق جديدة أو صيانة الطرق القائمة فإنه بات من الضروري ضبط ومراقبة جودة الخواص الهندسية لمواد إنشاء الطرق والتي هي من أهم العوامل التي تؤثر على جودة الطرق وضبط عمليات التنفيذ. تهدف هذه الورقة إلى دراسة تأثير زمن التقادم على الخواص الميكانيكية للطرق الأسفلتية، وذلك بتعريض عدد من العينات لاختبار الشد المباشر للوصول إلى معرفة سلوكها تحت تأثير احمال الشد وتوضيح تأثير درجة حرارة الجو على الخواص الميكانيكية للطرق الأسفلتية. ودراسة زمن التقادم وإيجاد العلاقة بين درجة حرارة الجو وزمن تعرض الرصف للحرارة. ومن أجل تحقيق هذا الغرض فقد قمنا بأخذ مجموعة من العينات من الطريق الساحلي ذات أبعاد (الارتفاع*الطول*العرض) 200*50*30 مم ووضعها بالفرن في درجات حرارة مختلفة 60، 85 درجة مئوية لفترات مختلفة (1، 3، 5، 7 أيام) وإجراء اختبار الشد المباشر عليها لمعرفة خواصها ومدى كفاءتها. تشير نتائج الدراسة إلى ان مقاومة الشد المباشرة تزداد بزيادة درجات الحرارة وزيادة عمر الرصف وذلك لفقدان البتومين للمواد الملدنة منه.

كلمات مفتاحية: الخلطات الأسفلتية الساخنة، التقادم، اختبار الشد المباشر، المواد الملدنة للأسفلت.

1. المقدمة

يعتبر الرصف المر من أكثر الطرق المستخدمة في ليبيا لرصف الطرق، نظرا لتوفر مادة الأسفلت ورخص تكاليف إنشاء الطرق الإسفلتية مقارنة بتكاليف إنشاء الطرق الخرسانية وكذلك سهولة الصيانة، ولكن يعيب هذا النوع من الرصف سرعة تأثره بالعوامل البيئية والتشغيلية وخاصة درجات الحرارة إضافة إلى مشاكل تأثير درجات حرارة المحيط يمكن أن تظهر العديد من المشاكل الأخرى في طبقات الرصف الإسفلتي مثل النزيف وتشققات الحواف والتفكك، الأمر الذي يسبب فقدان

الرابطة بسبب العوامل بيئية. يعتبر الثبات والديمومة هما أساس تصميم الخلطات الأسفلتية، لذا فإن معيار الثبات يتطلب امتلاك الخلطات الأسفلتية مقدارا أوليا وكافيا للثبات، ليتحمل المقدار المطلوب من الحمولات المحورية التصميمية. أما معيار الديمومة فيتركز على الأداء المستمر والمقبول للخلطات الأسفلتية تحت تأثير كل من الحمولات المحورية وتكرارها، وللعوامل الجوية المختلفة من رطوبة وأمطار وأشعة شمس وتجمد وذوبان والتي قد تتعرض لها هذه الخلطات خلال عمرها الاستثماري، أظهرت بعض الطرق الإسفلتية المنشئة حديثاً انه يحدث بها انهيارات سابقة لأوانها مما يترتب على ذلك من آثار سلبية على كل من سلامة الطرق والاقتصاد والسائق. وكثيراً ما يكون نمط الفشل مرتبطاً بالحمل (التآكل والتعب). إن إحدى من المشاكل الرئيسية التي تواجه الأسفلت خلال عمر خدمته هو عملية التقادم، والتقادم يؤدي إلى تصلب الإسفلت ويصبح هشاً مما يؤدي إلى تعرضه للكلال والتشققات الحرارية. تقادم الرصف الإسفلتي عادة ما يحدث من خلال أكسدة الإسفلت وتبخر المواد التطايرة من الإسفلت. من الدراسات السابقة تم استخدام ثلاث أنواع من الأسفلت ذات درجة الاحتراق (40-50) التي تم الحصول عليها من عدة مصافي. وقد تم استخدام نسب من المطاط الناتج عن سحق الإطارات المستعملة ونسبه (8 و 16) % من وزن الأسفلت لتعديل خصائص الإسفلت. تم تقييم عينات الأسفلت تحت حالتين هي الأسفلت الأصلي والإسفلت بعد تعرضه للتقادم. تم تعريض أنواع الإسفلت للتقادم القصير الامد باستخدام فحص التسخين لرقائق الإسفلت (TFOT) ليحاكي الظروف التي يتعرض لها الإسفلت أثناء خلط ورصف الخلطة الساخنة. وقد استخدمت أربعة فترات من التقادم قصير الامد (2،3،5 و 7 ساعة) لتقييم الخصائص الفيزيائية والريولوجية (الحركية الحرارية) للإسفلت. إن تأثير زمن التقادم على الخصائص الفيزيائية للإسفلت وهي النفاذية، الاستطالة، درجة الليونة، معامل الصلابة، الطاقة السطحية الحرة وانحناء العتبة وقد تم تقييمها قبل وبعد عملية التقادم. تم تحضير الخلطات الإسفلتية باستخدام أنواع الإسفلت المختلفة حيث عرضت هذه الخلطات للتقادم القصير الامد والذي يتضمن تسخينها في الفرن لفترات زمنية (4، 8) ساعة عند درجة حرارة 135 درجة مئوية ثم عرضت هذه الخلطات بعد دمكها الى العينات للتقادم الطويل الامد خلال فترات زمنية مختلفة (2، 5) يوم عند درجة حرارة 85 درجة مئوية. تم دراسة تأثير زمن التقادم على خواص الخلطات (خصائص مارشال، نسبة الفجوات الهوائية بالخلطة، قوة الشد غير المباشر عند 25 درجة مئوية و 40

درجة مئوية , ومعامل مرونة ومقاومة للتشوه دائم) التي تم تحضيرها عند المحتوى الاسفلتي الامثل . أظهرت النتائج أن التقادم قصير الامد لمدة 7 ساعات للاسفلت يجعل الأسفلت صلب ويؤدي إلى تقليل النفاذية بمعدل 47.65% والاستطاله 49.8% وزيادة درجة الليونه 10.56% والصلابة 79.25%. تم تقييم تأثير التقادم قصير الامد وطويل الامد على خصائص الخرسانة الإسفلتية. صلابة الخلطه تزداد بزيادة زمن التقادم الذي يؤدي إلى زيادة ثبات مارشال 52.2% و 66% نسبة الفجوات الهوائية بالخلطة 26% و 37.5%, والشد غير المباشرة عند درجة حراره 25 درجة مئوية 30.5% و 51.6%, والشد غير المباشرة عند درجة حراره 40 درجة مئوية 48.4% و 74.8% , ومعامل المرونة 8.5% و 18.6%, الأمر الذي يؤدي إلى زيادة مقاومة الخلطه ضد التشوه الدائم 33.4% و 54.4% عند تكرار للحمل لمختلف عينات الإسفلت. أيضا تمت دراسة تأثير اضافه المطاط على خصائص تقادم الإسفلت وأداء الخرسانة الإسفلتية . نسبة 8% من المطاط اظهر إثر إيجابي على خصائص الإسفلت و الخرسانة الإسفلتية، وتحسن مقاومة التحدد عند 1000 تكرار للحمل بمقدار 32.4% و 57.3% للتقادم على المدى القصير والطويل على التوالي. وقد أجري تحليل احصائي على البيانات باستخدام برنامج SPSS. وتم الحصول على النموذج الرياضي المتعلق بالتغيرات في الخصائص الفيزيائية والريولوجية للاسفلت مع التقادم. كما تم الحصول على النماذج الرياضية للخرسانة الإسفلتية التي تمثل علاقه التغيرات في الخصائص الفيزيائية مع زمن التقادم [1].

يعتبر تقادم البيتومين Ageing واحد من أكثر الأضرار شيوعا في المناطق الصحراوية، والتي تمتاز بارتفاع درجة حرارتها لمعظم أيام السنة. إحدى المحاولات للحد او إبطاً حدوث التقادم المبكر للبيتومين، وذلك من خلال إستخدام إحدى الإضافات الحديثة لتعديل البيتومين. بدأت الدراسة بإختيار بيتومين ذو درجة غرز 70/60. أضيفت له مادة النانو الانبوبي Nano-tube بنسبة 0, 2 و 4% كنسبة من كتلة البيتومين الصافي.

أجريت عمليات التقادم الإصطناعية لعينات البيتومين المعدل والمعروفتين بإختبار التقادم قصير الأمد Short-term ageing (STA)، وأجري إختبار التقادم طويل الأمد Long-term ageing (LTA) . في محاولة لتقييم البيتومين المعدل قبل وبعد عمليات التقادم، تم إختبار كل العينات باستخدام الإختبارات التقليدية للبيتومين والمعروفة بإختبار الغرز، إختبار نقطة التلين وإختبار

اللزوجة. بالإضافة لما سبق، أختبرت خشونة السطح للعينات باستخدام اختبار قوى الذرة الميكروسكوبية (Atomic Force Microscopy) (AFM). نتائج الاختبارات التقليدية واختبار قوى الذرة الميكروسكوبية أكدت إن كل العينات تأثرت بعملية التقادم المطبقة. عموماً، اختلفت حساسية العينات لعمليات التقادم وبينت نتائج الاختبارات إن البينومين المضاف له مادة النانو بنسبة 2% كانت حساسيته للتقادم أقل. عموماً، نتائج الاختبارات التقليدية واختبار AFM لم تكن متوافقة عند إضافة نسبة 4% [2].

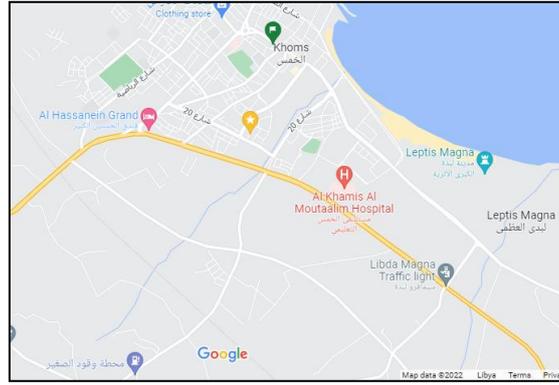
تضمنت دراسة أخرى إجراء العديد من الاختبارات الهندسية والمنتظمة خصائص المارशल، مقاومة الشد غير المباشر عند درجة حرارة (25،60) مئوية، نسبة فقدان في مقاومة الشد ومقاومة الإحتكاك وتأثيرها على المادة الرابطة (الإسفلت) المطورة بالمضافات قبل وبعد التقادم. توصلت نتائج الاختبارات الى ان مادة الزيولايت الطبيعي ابدت مقاومة لقوى القص والتخدد وأظهرت كذلك بأن مادة الزيولايت الطبيعي والمصنع محليا أظهرت مرونة عالية من الزيولايت الصناعي عند درجة (15) مئوية مما يدل على إعطاء انفعال مرونة أعلى لطبقات الرصف المرن. اوصت الدراسة الى إجراء فحوصات إضافية ودراسة تأثير المضافات الإسفلتية الدافئة (WMAA) على الإسفلت ذات النفاذية العالية وعلى الإسفلت المطور باللدائن ومقارنتها مع الخلطات الإسفلتية التقليدية [3].

يلعب البيتومين دور المغلف والرابط لحبيبات الركام في الخلطات الاسفلتية ويتعرض لمجموعة من التغيرات التي تبدأ من مرحلة إنتاج الخلطة الاسفلتية إلى مرحلة استثماره تحت تأثير الحمولات المرورية والعوامل الجوية. وقد تم التحقق من إمكانية استخدام بوليمير البولي بروبيلين لتعديل خواص الرابط الاسفلتي ولزيادة مقاومته لدرجات الحرارة المرتفعة وزيادة مقاومته للظروف المناخية المختلفة، من خلال تعديل عينات البيتومين بإضافة البولي بروبيلين بنسب (1، 2، 3، 4، 6، 8 %) ، ومن ثم إجراء الاختبارات على عينات البيتومين المعدل وتتضمن الغرز ، الاستطالة ، نقطة التميع ، وحساب دليل الغرز . وباستخدام فرن الطبقة الرقيقة الدوار RTFOT قام بإجراء التقادم قصير الأمد على عينات البيتومين العادي والمعدل وحساب الفاقد بالحرارة و الغرز المتبقي ودليل التقادم ، كما قام بإجراء اختبار التركيب المجموعي لتحديد مركبات البيتومين . بينت نتائج الدراسة أن قيم الغرز تميل للانخفاض مع زيادة نسبة الاضافة بينما ترتفع درجة التميع ، كما بينت النتائج زيادة مقاومة البيتومين المعدل للظروف الحرارية ، وأن النسبة المثالية لإضافة

البولي بروبيلين تتراوح بين (7 %) حيث يكون عندها دليل التقادم في الحالة الموجبة والفاقد بالحرارة في أدنى مستوى [4].

2. المواد والمنهجية

في هذه الدراسة تم استهداف الخلطة الإسفلتية المستخدمة في صيانة الطريق الساحلي الواقع بمدينة الخمس، وتم اختيارها من أجل تقييمها ودراسة تأثير زمن التقادم عليها وعلى خواصها والشكل 1 يبين موقع أخذ العينات.



الشكل 1 موقع أخذ العينات

الشكل 2 يوضح الكتل الكبيرة التي تم الحصول عليها من الطريق الساحلي والشكل 3 يوضح الجهاز المستخدم لقص وتسوية العينات بعد الحصول على عينات كبيرة من الطريق الساحلي.



الشكل 3 جهاز قص وتسوية العينات



الشكل 2 استخراج الكتلة الإسفلتية

العينات هي ذات أبعاد (الارتفاع*الطول*العرض) 200 * 50 * 30 مم اخذت من كتلة أسفلتية تم اقتصاصها من الطريق الساحلي - الخمس وذلك بإستعمال جهاز يقوم بقص الطبقة الإسفلتية بشكل طولي ومن ثم تم تجهيز عينات الاختبار بقص الكتلة الاسفلتية الي المقاس المطلوب. تم قص العينات التي أخذت من الطبقة السطحية للطريق السابق ذكرها لتحاكي الاشتراطات اللازمة لتحقيق اختبار الشد مباشر والشكل 4 يوضح العينات بعد عملية القص والتسوية.



الشكل 4 يوضح العينة بعد القص و التسوية

تم تقسيم العينات الي مجموعتين، المجموعة الاولى تم اخضاعها لدرجة حرارة 60 درجة مئوية والمجموعة الثانية عند درجة حرارة 85 درجة مئوية. وتم اختبار جميع العينات عند درجة حرارة 15 درجة مئوية. بالاضافة الى العينات المرجعية التي ام تخضع لأي ظرف من ظروف التقادم. والشكل 5 يوضح شكل العينات عند تعريضها لظروف التقادم.



الشكل 5 العينات داخل فرن التقادم

ولقد تم اجراء الاختبار على هذه العينات لتبيين مقدار أقصى حمل بواسطة جهاز الشد المباشر والشكل 6 يوضح شكل الجهاز، ولقد قمنا بصناعة أداة تمكننا من تثبيت العينة في الجهاز والشكل 7 يوضح شكل الأداة.

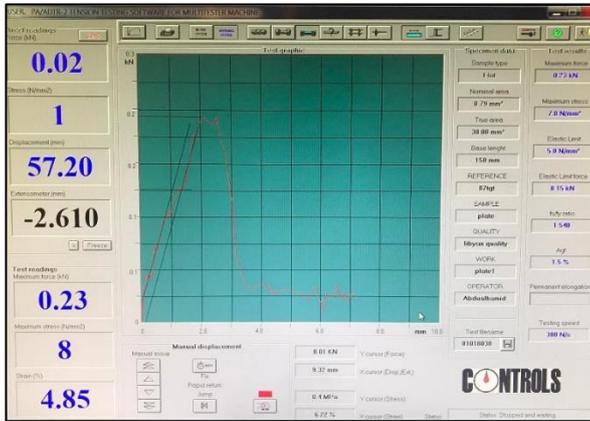
ويتم في هذا الاختبار تسليط حمل بمعدل 1.5 mm/min ويتم تسجيل أقصى حمل للعينة (P) قبل الكسر والذي يظهر على لوحة جهاز الحاسوب المشغل للجهاز وتظهر ايضا قيمة التدفق (الازاحة) منذ بداية تسليط الحمل حتى لحظة الكسر والشكل 8 يوضح آلية وضع العينة في جهاز الاختبار. والشكل 9 يوضح القراءات التي تظهر على شاشة الحاسوب.



الشكل 7 الأداة التي تسمح بتثبيت العينة في جهاز الإختبار



الشكل 6 الجهاز المستخدم



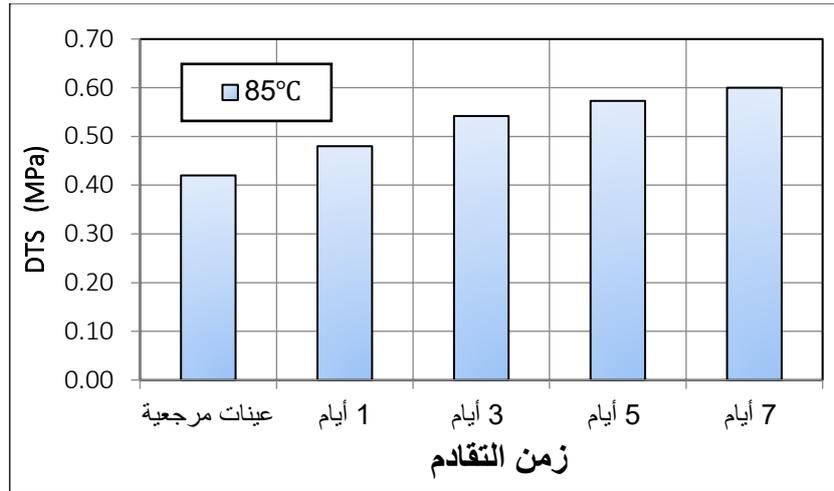
الشكل 9 القراءات الظاهرة على سطح الحاسوب



الشكل 8 آلية وضع العينات

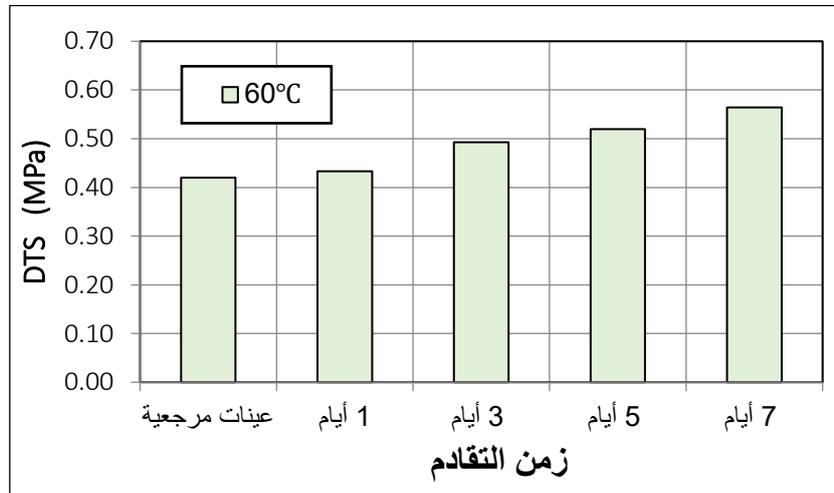
3. النتائج والمناقشة

الشكل 10 يبين قيم مقاومة الشد المباشر للعينات المرجعية و العينات المعرضة للتقادم في درجة حرارة 85°C خلال الزمن المختلف للتقادم. ومن خلال الشكل نلاحظ ان قيمة مقاومة الشد المباشر تزداد بزيادة زمن التقادم وهذا يدل على ان البيتومين قد فقد المواد الملدنة بزيادة زمن تعرض الخلطات الاسفلتية للحرارة.



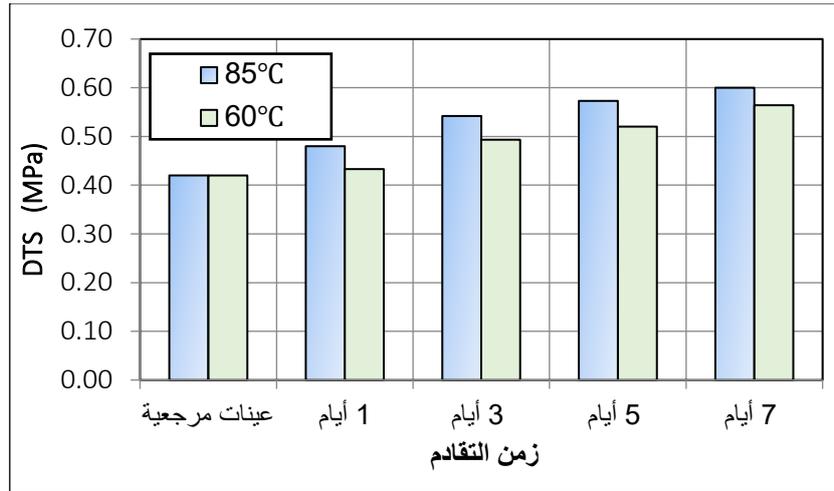
الشكل 10 قيم DTS للعينات المرجعية و العينات المعرضة للتقادم في درجة حرارة 85°C

الشكل 11 يبين قيم مقاومة الشد المباشر للعينات المرجعية و العينات المعرضة للتقادم في درجة حرارة 60°C خلال الزمن المختلف للتقادم. ومن خلال الشكل نلاحظ ان قيمة مقاومة الشد المباشر تزداد بزيادة زمن التقادم وهذا يدل على ان البيتومين قد فقد المواد الملدنة بزيادة زمن تعرض الخلطات الاسفلتية للحرارة.



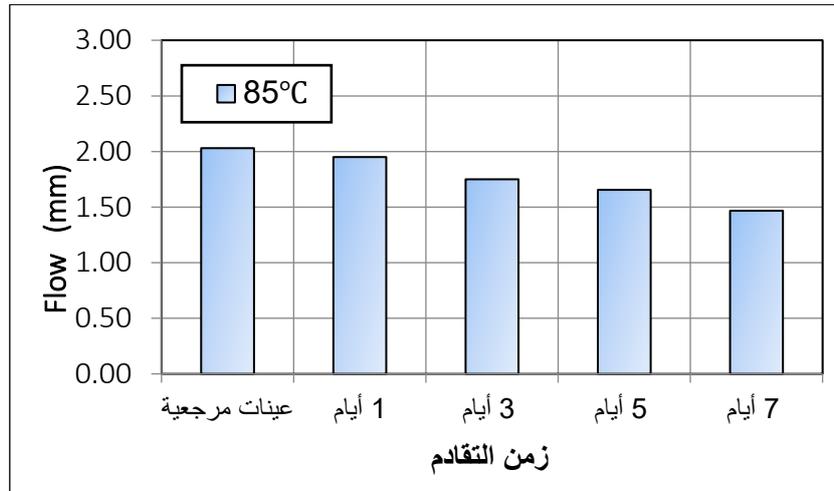
الشكل 11 قيم DTS للعينات المرجعية و العينات المعرضة للتقادم في درجة حرارة 60°C

الشكل 12 يبين قيمة مقاومة الشد المباشر للعينات المعرضة لدرجة حرارة 85 درجة مئوية والمعرضة لدرجة حرارة 60 درجة مئوية والعينات المرجعية. من الشكل نلاحظ ان قيمة مقاومة الشد المباشر تزداد بزيادة درجة الحرارة وزمن التقادم.



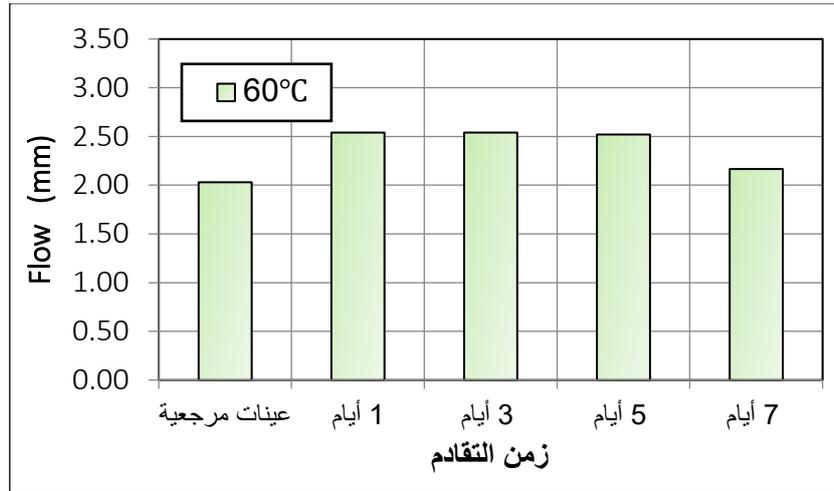
الشكل 12 قيم DTS للعينات المرجعية و المعرضة لدرجة حرارة 85 درجة مئوية ودرجة حرارة 60 درجة مئوية

الشكل 13 يبين قيم التدفق في العينات المرجعية والمعرضة لدرجة حرارة 85 درجة مئوية ونلاحظ ان قيمة التدفق تقل زيادة زمن التقادم وهذا يدل على ان الخلطة الاسفلتية تتصلب عند تعرضها لدرجات الحرارة المرتفعة وبالتالي تقل قيمة التدفق للخلطات الاسفلتية.



الشكل 13 قيم التدفق في العينات المرجعية والمعرضة لدرجة حرارة 85 درجة مئوية

الشكل 14 يبين قيم التدفق في المعرضة لدرجة حرارة 60 درجة مئوية ونلاحظ ان قيمة التدفق تقل زيادة زمن التقادم وهذا يدل على ان الخلطة الاسفلتية تتصلب عند تعرضها لدرجات الحرارة المرتفعة وبالتالي تقل قيمة التدفق للخلطات الاسفلتية.



الشكل (5.4) قيم التدفق في العينات المرجعية والمعرضة لدرجة حرارة 60 درجة مئوية

4. الاستنتاجات

أرصفت الأسفلت حساسة للمناخ، ونتيجة لذلك صممت لتلبيتها للظروف المناخية الموجودة حسب التاريخ المناخي لمنطقة معينة. ففي حالة زيادة درجات الحرارة، من المتوقع أن يزداد الرصف صلابة في الخلطات الاسفلتية الساخنة HMA. فعند تصميم الخلطات الاسفلتية وفقا للمناخ المحيط ستكون ارصفت الأسفلت ذات عمر اطول ولن تعاني من التلف، ومع ذلك فإن طبيعة عمليات التقادم تعتمد على درجات الحرارة وعمر الرصف. بالإضافة إلى سلسلة من العوامل المتعلقة بالتصميم والبناء والتحميل. كلها عوامل تساهم في زيادة الضرر على أرصفت الأسفلت. تشير العينات في هذه الدراسة إلى ان مقاومة الشد المباشرة تزداد بزيادة درجات الحرارة وزيادة عمر الرصف وذلك لفقدان البتومين للمواد الملدنة منه. بشكل عام، من المعروف أن مشاكل التقادم من الأسباب الرئيسية لتدهور حالة الطرق. لهذا يجب أن تكون دراسة التقادم على الطرق من الأولوية في عمليات التصميم واختيار المواد.

ان استخدام الاضافات التي تقلل من تأثير التقادم على الخلطات الاسفلتية لها تأثير جيد في الحفاظ على حالة الطرق بعد فترة زمنية من تنفيذها.

5. المراجع

[1] سامر الصادق، نمذجه سلوكية التقادم لنماذج محلية مختلفة من الاسفلت الاسمنتي، رسالة الماجستير في قسم الهندسة المدنية كلية 2013.

- [2] هند عمر، تقييم مقاومة التقادم لبيتومين معدل بمادة الأنبوب - النانوي بإستخدام إختبار قوى الذرة المجهرية، المؤتمر الثاني للتشييد في المناطق الصحراوية ،طرابلس 2021.
- [3] سالم عبدالله خالد، السلوك الميكانيكي للخلاطات الإسفلتية الصديقة للبيئة قبل وبعد التقادم، رسالة ماجستير في قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة جامعة الموصل، 2020.
- [4] بسام سلطان، تحسين الخواص الريولوجية للبيتومين (60-70) بإضافة البولي بروبيلين، مجلة جامعة تشرين، العلوم الهندسية، مجلد 40 العدد 6، 2018

Determining the potential Benefits of Using Primavera P6 Technology in Sustainability and Construction Project in Libya

Khaled Omar Almayouf^{1*}, Abdrahman Faraj Shahrani²

¹ dr.khaled_om73@yahoo.com, ² shahrani_82@yahoo.com

¹ Department of Civil Engineering, College of Jado, Nalut University, Libya

² Department of Architecture & Urban Planning, College of Engineering, Elmergib
University, Libya

*Corresponding author email: dr.khaled_om73@yahoo.com

Received: 00 October 2022 / Accepted: 00 November 2022

Abstract

The sustainability of construction projects in Libya is influenced by factors like the lack of enough building resources, poor planning, implementation approaches, and high construction costs. As every engineering sector advances each data, construction industries and not exempted. With Primavera P6 Technology, the construction of companies has been able to organize, plan, schedule, and manage the resources in a better way. Increased construction activities in Libya have made it difficult to make a proper plan and accomplish the project promptly. The data collectively, through a combination of interview and survey, reveals that Primavera P6 Technology serves as essential tool that aid in handling the issue of resources, planning, raw materials, and sustainability issues affecting the

Keywords: Primavera, Construction projects, resources, raw material, and Construction Company.

1 Introduction

Primavera P6 is an essential document used in project management. During the project implementation process, the tool aids in the planning, executing, and managing of activities related to construction and sustainability projects. Besides the construction industry, the tool has been used for thirty years to support the IT and energy sectors. The tool was previously used and bought out by oracle before being modified into a document currently used. Since the development of Primavera P6, the tool has extended its benefits beyond helping project managers, engineers, suppliers, constructors, and manufacturers [1]. The tool is normally used to increase the efficiency of the planning process and minimize the risk of schedule overturn. Ideally, the tool Primavera P6 is used to identify the project's challenges early and initiate the intervention before it causes delays.

1.1 Background

The construction industry in Libya has remained an essential contributor to socio-economic development since 1950. Considering sustainable companies' impact on

overall development, there has always been an overwhelming need to scale up the volume of construction activities in Libya. Similarly, expanding the construction industry also led to resource consumption, contributing to various challenges. For instance, construction companies have been recognized as the major consumers of water and cements. This implies that other sectors have been struggling to ensure the sustainability of resources. Over the last ten decades, the construction industry contributes 5.2 percent of the Gross Domestic Product in Libya. The industry also employs 3.2 percent of the workforce [2]. Despite the significant contribution of the construction industry in Libya, little research and development focus is put into determining the benefits of Primavera P6. The below shows illustration about Primavera P 6 technology[2].



The picture above demonstrate how Primavera P 6 software technology looks like, how the technology works and the benefits it has when used by the construction industries. The first picture also indicates the trends of positive changes upon the adoption of Primavera P 6 technology. The construction industry has faced challenges due to faster growth trends and reliance on foreign experts to design projects and deliver resources to facilitate the process. Libya's construction industry has failed to meet the housing and supply needs of the country. However, with the introduction of Primavera P 6 technology, the construction industry has been experiencing improvement in service delivery [6]. The technology's exact benefits on the construction industry's progress have not been fully examined. The need to construct hotels and resorts to expand tourism has also opened opportunities to explore the construction industry. However, the building of tourism structures has faced blockage by policies for many years. Similarly, the construction industries previously suffered due to a lack of financial, managerial, and technical capabilities to handle the current needs of construction industries. The construction industry also encounters high demand for technological, social, political, and economic changes to deliver high-quality services [6]. The introduction of Primavera P 6 technology has aided in the elimination of strains affecting the industry. Understanding the benefits of the technology will therefore aid in formulating new policies and changes that will positively influence the building industry. The effective implementation of construction projects has been witnessed since the development of the cement and concrete industry in 1950. The sustainability

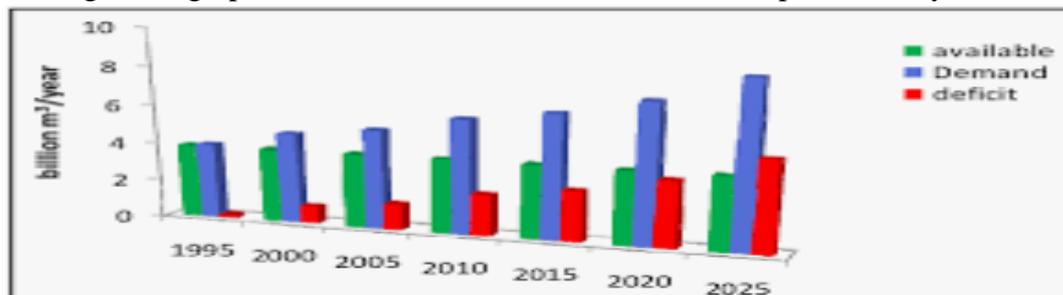
of construction projects normally relies on products like bricks, cements, and concrete, among other materials. Due to increased construction activities, cement consumption rose from 60,000 tons to 5.8 million tons between 1958 and 2003 [6]. However, there is little research on how management tools like Primavera P 6 technology contributed to the expansion of the construction industry, which led to increased cement consumption.

1.2 Research Problems

Libya anticipates a boom in the construction industry. The industry expects to construct over 500, 000 housing units for Libya's increased population, which will cost about 25 billion dollars. However, the contribution of a program like Primavera P6 Technology to the effectiveness of future housing projects has not been fully examined. The research indicates that over 70 percent of Libya's construction companies face challenges due to a lack of sufficient materials in the market to facilitate the process. This implies that the plan to increase the number of housing facilities in the future will be paralyzed if the material shortage is not addressed using the right approaches [2]. Similarly, 68 percent of the consultancy firms dealing with construction activities cite issues with raw material availability. However, limited research has been conducted to find how the Primavera P6 Technology may contribute to solving raw materials supply for easy implementation of construction projects. With increased economic hardship in different parts of the world, Libya is not excepted as the issue goes further to affect the construction industries. Ideally, a high construction company investment rate was found to impose a burden on the Libyan economy [4]. This is because the country has to spend significant resources to build the technology that will support the process. However, there is little research regarding investment in technology like Primavera P6 and its known contribution to the industry. Despite the increased effort by the government to make a friendly environment for the operation of all industries, some companies fail to perform to the desired level due to increased raw materials prices. For instance, the construction industries normally fail to meet their set goals due to the high steel, cement, and labour costs. Additionally, foreign workers dominate the construction industry, making sustainability difficult to achieve. Though the company seems to aim at achieving the highest level of performance, its expectation is higher than the material possibility. Therefore, examining the contribution of Primavera P6 technology will help revive hope for achieving the objectives of the construction industry.

The Libyan construction industries have been facing issues due to the size of the country. Libya measures approximately 1 759 540 km², making it extremely large for construction materials to be delivered from cities to different construction sites (Lokesh & Mahendra, 2018). Since the materials have to be transported for longer distances, coupled with complex communication systems, it has contributed to a rise in the construction cost. For instance, Libyan cities with Muslim communities divided themselves by about 100 miles on the cost of construction materials and more than the distance [4]. Concerning the cost incurred by the transport industries, the research indicates that over 95 percent of the construction companies in Libya cannot deliver

services to customers due to higher transport costs. The construction activities are therefore considered less sustainable. Despite the increased cost of construction services, little research has been conducted to examine how technologies like Primavera P6 can help address transport cost issues to make construction sectors sustainable. For instance, the cost of transporting materials in Libya has increased by 10 to 50 percent, making construction activities difficult. The research will help examine the contribution of Primavera P6 technology towards realizing better transport costs. Water is considered one of the essential resources required for construction activities to be successful. However, Libya's construction industry is known to be largely affected by water scarcity. Ideally, water is an important factor in the processing of raw materials used for construction. Therefore, a shortage of water will lead to a situation where inadequate raw materials are available for use by construction companies. Water is also used in assembling and manufacturing, and washing construction equipment. The personnel working in the construction points also use water for personal reasons. This makes water an essential construction resource in Libya. Without solving the water scarcity issues, Libya will find it difficult to meet the construction requirements in the future. The research will therefore help examine how Primavera P6 technology can make construction industries thrive despite water scarcity issues. The Problem of water shortage also goes further, affecting a larger population. The research shows that over 4 million people are suffering from a lack of enough water. The number incorporates over 1.5 million children directly affected by water shortage. Therefore, people seeking to run construction projects will have to incur extra costs in securing water, undermining their capacity to fulfil their desires. Despite the extended issues associated with water shortage, little research has been conducted to find out how Primavera P6 technology can help revive the construction industries which are sinking due to water shortage. The graph below shows the trend in water consumption in Libya.



[5]

From the graph above, water consumption has been on the increase since 1995. The graph also shows that water usage will increase further by the year 2025. This implies that the construction industry will suffer due to lack of enough water as one of the resources used in building and construction sectors.

Over the past years, construction industries in Libya have been suffering due to political and economic issues. The national economy and political instability undermine the availability and affordability of building materials, thereby affecting the industry's

progress. For instance, the political instability that led to the removal of the long-term ruler Muammar Gaddafi in the year 2011 affected the ability of the projects to run smoothly. This is because; the absence of peace in some parts of Libya due to the death of Gaddafi interfered with the transportation of raw materials for use by the industries, leading to slow growth of the construction sector. Considering the economic situation, Libya relies majorly on the oil business. For example, Petroleum contributes to over 95 percent of the total exports, generating revenue of about 40 billion dollars annually. The oil business, therefore, contributes 60 percent of the total GDP. However, individuals not in the oil business are likely to suffer due to financial challenges.

Most consultancy firms working with the construction industries are also experiencing the effects of raw materials shortage. The breakdown in the availability of raw materials is that some are not made within the country; hence, the contractors must ship them from abroad. For example, the electrical fittings are usually sourced from other countries; hence delays are experienced before the materials are received [7]. Ideally, Libya tends to receive such electrical materials from Saudi Arabia and USA. The shipment of the electronics and electrical materials used in construction may be too expensive or involve a complex process. For instance, Saudi Arabia and Libya paid about 4.39 million dollars for importing electronic products to facilitate construction activities. Additionally, 24.49 million dollars was paid by Libya to ship the products from the US. Since the shipment cost is significantly higher, some construction companies tend to utilize cheaper and local resources, increasing low-quality structures. On the other hand, some companies who manage to source high-quality building materials from abroad have been found to charge the customers highly, reducing their urge for construction. Despite the continued effects of shipping construction resources, little research has been conducted to discover the role of new technologies in solving issues associated with imported materials [10]. The research will, therefore, seek to examine whether Primavera P6 technology has contributed to solving the construction issues emanating from materials being imported from other countries.

1.3 Research Objectives

The research utilizes the objectives include the following;

1. To determine the potential Contribution of Primavera P6 Technology in Sustainability and Construction projects in Libya
2. To find out how the Primavera P6 Technology may contribute to solving raw materials supply
3. To determine the contribution of Primavera P6 technology in reviving hope for the achievement of the objectives of the construction industry and handling the issues
4. To determine the role of Primavera P6 Technology in solving raw material unavailability and issues of transport costs

2 Materials and Methods

A research method incorporates the structural approaches used in collecting and analyzing the data. The data collection and analysis can be done using a combination

of approaches. Ideally, the data collection approach should provide sound and comprehensive information presented as both quantitative and qualitative data (Mahure & Ranit, 2018). Quantitative data are generated through questionnaire analysis, while qualitative data is generated through interviews. The methodology of this research utilized the following places.

2.1 Issue Identification

The issues and the aspects were identified surrounding the construction industry including building materials and the contribution of Primavera P6 Technology. The identification and analysis of the issues were used through the review of different publications and literatures. The step was meant to examine the existing information and view of current researchers in the construction industry.

2.2 Place of Study

The study was based on Libya and its environment. It was done majorly for learning purposes and to advance knowledge. The construction industry dominates most parts of the region. Therefore, the place provided the best opportunity to examine the contribution of Primavera P6 Technology in construction.

2.3 Actual Data Collection Exercise

During the data collection exercise, the aim was to ask a similar question repeatedly to different people examining the answers provided by the participants. For an effective data collection process, 42 questionnaires were distributed and answered by the consultancy firms. Fifty-eight construction companies were also provided with a questionnaire. Each party was given 30 minutes to fill out the questions before the papers were collected for analysis. Ideally, the issuance of a questionnaire was done by the trained research assistant to ensure that the right information was gathered. Additionally, significant time was spent with a team of engineers and people working in the ministry of resources, trade, and transportation departments. The informal interview was also done to help gather a significant amount of data. Other than the interview, data were collected through direct observation of the activities taking place within the construction sectors in Libya and the influence of Primavera P6 Technology. Ideally, the data was collected through the visual and physical survey as well as the analysis of the publications related to constructions and contribution of Primavera P6 Technology. The researcher also gathered visual results for sound survey results like photographs of construction activities and audio records of discussions by different participants. The below shows some photographs taken during the research process;



The above pictures were taken in some of the construction sites which formed part of catchment area for the research. The pictures demonstrate the nature of materials used for construction and the extent to which the build environment is much advanced in Libya. As evident in the picture, the structures are made of blocks, cement and metals which are important construction materials.

The participants were identified through random sampling and snowballing to ensure the right sample size was obtained. During the participant selection process, the 12 construction companies were randomly selected from different parties in the country. After random selection of the companies, the snowball approach was used in identifying and engaging civil and structural engineers who were attached to the companies. In the snowball sampling method, a few participants were identified, after which they were asked to guide how to identify more targeted participants. Other than civil and structural engineers, other experts and stakeholders that influence the construction industry were identified through the snowballing process. The snowballing process made it possible to focus only on individuals interested in participating in research while eliminating non-experts [5]. To successfully test the validity and reliability of the questionnaire, the pre-testing was first done to check how participants responded to the questions before the data collection exercise, including the time taken to complete the process. After the pre-test exercise, changes were made to the arrangement and structure of the questions before the actual data collection exercise.

3 Theories and Calculation

The research was grounded on the theory of sustainable development. The theory asserts that there must be economic, social and ecological aspects to achieve the development agenda, including the construction projects [5]. The sustainable development theory aims to consider how economic development, like the use of Primavera P6 Technology, can impact the construction project. The research went further into examining whether technology influences the project's sustainability by determining the flow of raw materials and the availability of resources needed in the building industry.

3.1 Mathematical Expression and Symbol

Schedule variance (SV) decides if a project is on time or behind schedule. It is computed by deducting the projected value from the earned value.

Schedule variance = Earned value (EV) -Planned value (PV)

The Schedule Variance (SV) may be represented as a percentage by dividing it by the projected value (PV): $SV\% = SV / PV$

Schedule performance index (SPI) denotes how well the project team uses their time.

Schedule performance index = Earned value / Planned value

Time estimate at completion {EAC(t)}

We can give you an informed approximation when the job will be completed.

Estimate at complete {EAC(t)} = $(BAC/SPI) / (BAC/months)$

BAC = Budget at completion

Cost analysis and forecasting

Cost variance (CV) - We can give you an informed approximation of when the job will be completed.

Cost variance (CV) = Earned value (EV) - Actual cost (AC)

This statistic may be represented as a percentage by calculating the cost variance (CV) by the earned value (EV).

$CV\% = CV / EV$

Cost performance index (CPI)

It is one of the most obvious measures of the project's overall cost-effectiveness.

Cost performance index (CPI) = Earned value (EV) / Actual cost (AC).

4 Theories and Calculation

4.1 Results

Based on the interview and analysis of the questionnaire, most of the construction industries engaged in the research were already aware. They used Primavera P6 Technology to facilitate their activities. 86% of the contractors had used the technology and could narrate the benefits. In contrast, only 14 % of the contractors engaged during the research exercise were unaware of the Primavera P6 Technology and its roles in addressing the construction industry's challenges [5]. Additionally, 76% of the consultancy firms recognized the importance of Primavera P6 Technology in handling the modern issues affecting the construction industry. However, 26 percent of the consultancy firms had no idea about the Primavera P6 Technology and how it may impact construction activities. The findings also indicate that Primavera P6 Technology influences raw material supply. From the interview, 83% of the participants stated that they could easily source building materials after incorporating Primavera P6 Technology in their program. Meanwhile, 17% of the contractors were still experiencing issues with supply despite using the new management approach. The table below shows changes in building materials supply before and after the adoption of Primavera P6 Technology.

TABLE 1: CHANGE IN BUILDING MATERIALS SOURCES WITH THE USE OF PRIMAVERA P6 TECHNOLOGY								
Sources	Cement		Rein steel		Blocks		Finishing Material	
State Factories	47.4 %	65.2%	49.1%	70.2%	15.8%	41.6 %	22.8 %	46.1%
Private Factories	-	-	-	34.6%	73.7%	80.3 %	19.3 %	36.2%
Shops	78.9 %	95.2%	70.2%	86.3%	15.8%	34.8 %	80.7 %	93.6%
Importation	43.8 %	67.3%	10.5%	23.7%	16.3%	26.1 %	35.1 %	58.9%

From the table above, the building materials like rein steel, cement, finishing materials, and blocks experienced an increase in supply from the source following the adoption of Primavera P6 Technology. For instance, the table indicates that after the consultants and contractors had started using the Primavera P6 Technology, the percentage of cement received from state factors increased from 47.4% to 65.2%. The analysis indicates that 79.5% of the contractors and 87.3% of the consultants achieved the work objectives revived. Both constructors and consultants had improvement in their work toward meeting the construction objectives after embracing the use of Primavera P6 Technology in every activity. Additionally, 91.2% of the contractors and 84.2% of the consultants were able to use Primavera P6 Technology in solving raw material unavailability and issues of transport costs [5]. Both consultants and contractors go through a breakthrough with the raw materials access. Also, 81.3% of the consultant and 85.4% of the contractors engaged had their construction sustainable after embracing the technology.

4.2 Discussions

The findings indicate that most of the contractors and consultants who used technology reaped several benefits compared to when the old construction approaches were in place. During the interview process, the participants could assert that Primavera P6 Technology creates an avenue for smooth project management by allowing the engineers to design a strategy that enables them to control delays in the delivery of construction materials, transportation, and importation [3]. The Primavera P6 Technology was therefore appropriate in ensuring that the projects are accomplished on a timely basis which is in line with findings by [4]. The contractors also confirmed that the technology is useful in their planning events, enabling them to accomplish the entire construction requirement within the stipulated schedule, time, and budget. Contractors and consultants, therefore, regard Primavera P6 Technology as maintaining trust with customers through delivering their construction services at a pace that is favourable to the clients at a friendly cost. Ideally, the participants believed that the lack of Primavera P6 Technology in their planning and project implementation was more effective. During the interview process, participants reiterated that before the adoption of the technology; they were experiencing challenges like the inability to manage time effectively, complete the project on the right budget, and maintain a steady supply of the construction materials, as also evident in an article by [5] and [2]. The absence of Primavera P6 Technology in the construction process contributes to a situation where resources are not properly managed, an unstructured way of handling the contracts, improper project scheduling, weak project management strategies, and a sound scheduling process. The absence of such an important ingredient during the construction exercise undermines the ability to deliver customers the best and most desirable services. The research also recognizes the Primavera P6 Technology as an important tool for managing resources like water and other building materials like cement, steel, and electrical appliances. The finding is in line with the publication by [9], which reveals that limited building resources can be effectively managed if the

technology is used. This is because the use of Primavera P6 Technology by all construction companies creates the ground where the building materials and other resources are effectively utilized. The demand for building materials is balanced with the supply rate, as supported by [4] & [2]. Ideally, participants confirmed that the tools assist them in identifying the right construction project to venture in at a particular time thereby making it difficult to suffer raw material shortages.

Most participants supported that using Primavera P6 Technology is an important requirement in meeting the objectives of construction projects. The participants confirmed that the tool enhances the quality construction schedule. Ideally, the proper use of Primavera P6 Technology enhances keenness when setting the activity ID and taskbars to ensure that projects end at set dates, similar to the results of [3]. The tool normally enables efficient understanding of schedules, promoting efficient development of construction projects.

5 Conclusions

In a nutshell, the result was seeking to examine the contribution of Primavera P6 Technology to the construction industry. A close examination of the construction sector with respect to associated issues reveals that the use of technology aid in addressing problems that undermine the company's progress, thereby leading to success. Ideally, Primavera P6 Technology is an essential requirement for effective planning, monitoring, and controlling of the project, influencing success. The objectives of this research have been met through reviewing relevant publications and collecting and analysing data from specific participants. The results provide sound evidence of how future construction projects should be managed to the point of success.

References

- [1] Abuzbida, S. K., Yosof, A. M., & Abidin, N. I. (2018). Assessment of Critical Success Factors (CSFs) influencing the successful implementation of construction projects in Libya. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 159, p. 01015). https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2022/14/e3sconf_iccee2022_05008.pdf
- [2] Aravindhana, C., Santhoshkumar, R., Bonny, K., Vidhya, K., Manishankar, S., & Dhamodharam, P. (2021). Delay analysis in construction project using Primavera & SPSS. *Materials Today: Proceedings*.
- [3] Awaili, A. M. E., Uzunoglu, S. S., & Özden, Ö. (2020). The analysis of barriers in green building development in Libya. *Architecture*, 6, 30-36. <http://science-gate.com/IJAAS/Articles/2020/2020-7-9/1021833ijaas202009003.pdf>.
- [4] Budruk, P., Mudgal, D., & Patil, S. (2019). Risk management using primavera software for residential sector. *Risk Manag*, 6(07).

[5] Jain, A., & Punjabi, K. K. (2020). Planning and Scheduling of a Suspension Cable Bridge Using Project Management Tool Primavera P6.

[6] Lokesh, Y., & Mahendra, S. P. (2018). Planning, Scheduling and Tracking of ongoing Bridge construction Project Using Primavera software and EVM Technique. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(7), 209-214.

[7] Mahure, A., & Ranit, A. (2018). Project management using primavera P6. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 241, 244.

[8] Nalawade, S., Ghode, O., & Vaidya, P. (2019). Earn value analysis of construction project using primavera p6. *Cikitusi Journal for Multidisciplinary Research*, 6(5), 514-522.

[9] Varsani, P. D., Bhavsar, A. N., & Pitroda, J. R. (2020). Effective scheduling and control of construction project using primavera P6: A review. *UGC Care J*, 40(50), 5050-5064.

[10] Wali, K. I., & Othman, S. A. (2019). Comparison and assessment of using Primavera and Microsoft project in construction projects in Erbil City. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 31(s3), 285-291.

Effect of partial replacement of cement by waste glass powder on the properties of self-compacting concrete

Abdelhamed Ibrahim Ganaw

engnaw12@gmil.com

Civil Engineering, College of Engineering, Elmergib University, Libya

Abstract

The need to find new sources of building materials led to examine the using of waste materials resulted from the production plants. This paper investigates using of waste crushed glass as part of cement at 5, 15 and 25% of cement weight. Well graded sand from Zliten quarry was used in the production of concrete. Concrete mixes were produced using w/c ratios 0.4, 0.425 and 0.45. Workability of fresh self-compacting concrete (SCC) and compressive strength at 28 days were tested. Test results showed that fresh concrete was within the range of self-compaction needs, and concrete strength was also satisfied at 28 days. From analysis of test results, it was obviously noticed that replacing part of cement by powder of crushed glass gave good self-compacting concrete at percentages as large as 25% with enough workability and good strength. And this proves that waste glass from plants can be used in the production of self-compacting concrete. As a result this will protect the environment from gas emission from cement plants and provides a new sources building material.

Keywords: waste glass, self-compacting concrete, workability, compressive strength.

1 Introduction

In recent years, environment pollution has become an important issue because of the large quantities of waste materials produced from the manufacture, house waste from food also added waste materials to the environment, these materials like glass, plastic, paper, building materials, car tyres, etc. On the other hand, recycling these wastes has also become a new trend to make an advantage in both minimizing the effect of pollution on the environment, and saves the depletion of raw materials needed for the development. Structural engineers have been engaged in protecting the environment by employing some of these waste materials partially in concrete production. And that is another advantage to the environment in which, some cement in concrete has been replaced partially by waste materials like, marble powder, clay brick powder, glass powder, slag powder, etc. To clarify the problem, in Libya, the design production capacity of Libyan cement factories was 7.5 million tons annually according to Alborg cement factory in 2005 [1], and to produce this quantity a large volume of emission gases will be produced and can effect adversely on the environment and needs a high quantity of heat for the production. Recently, self-compacting concrete (SCC) has become an important material because of its high workability which allows it to penetrate the structural element under its own weight even those elements with high reinforcement. SCC is produced by employment super plasticizers in concrete, where sometimes called flowing concrete [2]. The wide use of SCC in construction leading to

produce high quantity of cement which effects on the environment. A replacement part of cement by other materials is beneficial, as it helps in reducing the hazard waste material and reducing gas emission from cement production as reported by Du H. and Tan K [3]. Ganaw and Salama were employed waste glass in concrete as sand and powder, partially alternative to sand and powder as a filler respectively, they reported that both cases of replacement were resulted in good concrete mechanical properties [4].

Fareed was swapped parts of cement up to 15 % by fine material from waste powder of crushed aggregate and reported that good setting times were obtained and required concrete strength was achieved [5]. Khatib and others were replaced some of cement by glass powder and described that concrete slump increases by glass powder increase with high strength at 10% replacement [6]. Waste glass was also employed as fine aggregate in mortar production and resulted in worthy concrete strength with percentage up to 30% of fine aggregate [7]. Karim and Salama replaced cement by micro glass powder up to 20%, and concluded that mortar workability increased with slight decrease in strength. Although, their research was on mortar they suggested that their achievement on mortar can be applied to produce self-compacting concrete [8]. Mssoed and Ganaw were used glass powder of waste glass collected from local workshops, replaced some of cement by this powder up to 15 % and produced self-compacting concrete, the result was beneficial in both fresh and hardened at 28 days [9]. Bouty and Homsy were tested fresh and hard SCC at 28 days, in their mixes they replaced cement with glass powder at 10,15, 20 and 25% and measured concrete strength at 28 days. The design mixes were 25 MPa and 32MPa, they concluded that, the 10% replacement mix was higher strength for the 25MPa than others and the 15% replacement mix was the best one for the 32MPa mixes [10].

Consequently, from the presented work done it is obviously that the use of waste glass can be added to concrete to improve its properties and minimizing the quantities of waste materials on the environment. The aim and objective of this paper was to study the effect of glass powder on the properties of self-compacting concrete. In terms of collecting waste glass and grinding it to the micro scale, after that producing concrete of different mixes with variable cement replacement percentages, and testing the possibility to get concrete with self-compaction and satisfied fresh and hardened properties. The target result of this work will help to protect the environment from gas emission, find new source of building materials and protect our land from increasing of harmful waste landfill.

2 Materials

Ordinary Portland cement from Elmergib factory- Alkhums was used in concrete production with Blain fineness of 2977 cm²/gm. and its initial and final setting times are satisfying to BS EN 196 – 3: 1995 [11]. Used water in the mix was taken from Alkhums school of engineering network. It is suitable for the production of concrete. Fine aggregate used was imported from Zliten quarries. It is clean with satisfied gradation to the requirements of British standard BS 812:1992 [12]. All used glass in

the research was collected from local glass windows workshop. Waste glass was collected and crushed by los angles drum machine, then sieved to pass 75 micron. After that all sample were collected and mixed again with the mixer until became consistent. The material then reserved sealed in a dry container until the time of mixing. Coarse aggregate was imported from a quarry in Alkhums area with max aggregate size of 14 mm, this size is suitable for SCC production. Specific gravity and absorption of aggregates were 2.65 and 0.019 respectively. Superplastisize (EG-3500) manufactured by SIKA especially for SCC was used at 1.5% for all mixes.

3 Methodology

Concrete mix was first produced at w/c ratios of 0.40, 0.425 and 0.45 without any addition of cement replacement by glass powder, then cement was replaced by glass powder of 5%, 15% and 25% by weight at the same w/c ratios and constant quantity of sand and coarse aggregate and 2% superplasticizer (SP) . Fresh concrete was mixed by the mixer and its workability was measured by the slump flow test and J-ring test according to the EFNARC 2002 [13]. Fresh concrete then casted in cubic moulds of 15mm. Therefore, after 24 hours concrete samples then removed from their forms and put in water for 28 days for compressive strength measurement.

4. Results and discussion

4.1 SCC workability

4.1.1 Flow test results

Figure 1 shows the relation between fresh SCC seepage and w/c ratio at different glass powder contents. It is clear that concrete seepage decreases with the decrease of powder content for the same water content. Mixes without glass powder and w/c ratio of 0.40 resulted in the lowest value of diameter of 660 mm and this satisfies the requirements of self-compacting concrete limits of EFNARC 2002 with (650 mm to 800mm) diameter.

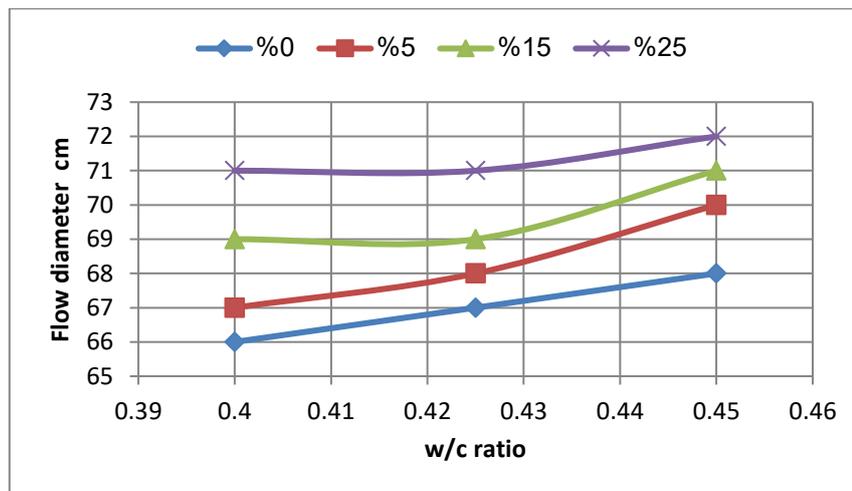


Figure 1 Concrete flow at different w/c ratios

4.1.2 J-ring test results

Figure 2 shows the relation between fresh J-ring readings and w/c ratio at different glass powder contents. It is clear that J- ring reading decreases with the increase of w/c ratio. The highest one was resulted in the mixes of no glass replacement where mixes of 5% percentage gave the lowest measurements at all w/c ratios in the mix. From the workability tests, it is clear that glass powder replacement helps in improvement of concrete flow and this gives an advantage to the self-compacting concrete.

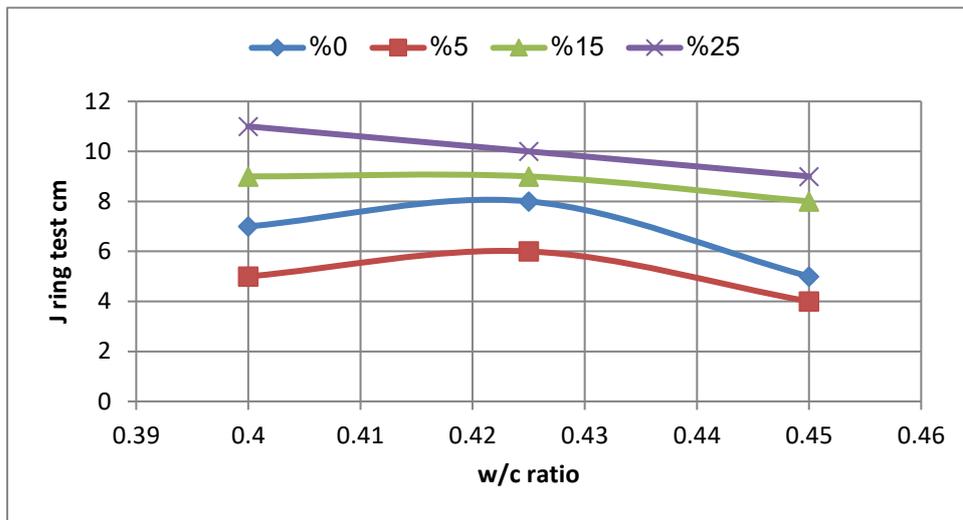


Figure 2 Concrete seepage at different w/c ratios

4.2 Compressive strength of hardened concrete

Figure 3 shows the relation between hardened concrete compressive strength and w/c ratio at 28 days for different glass powder contents. SCC compressive strength decreases with the increase in w/c ratio for all mixes. Although the graphs show that as the powder content increases the strength decreases for all w/c ratios. It is well observed that compressive strength decreases with the increase in powder content. Although of the decrease in strength obtained by increasing powder content, good strength higher than 30MPa still available even at powder replacement of 25%. This result agrees with that of Bouty and Homs for the mixes with replacement of 15% which designed for 32MPa.

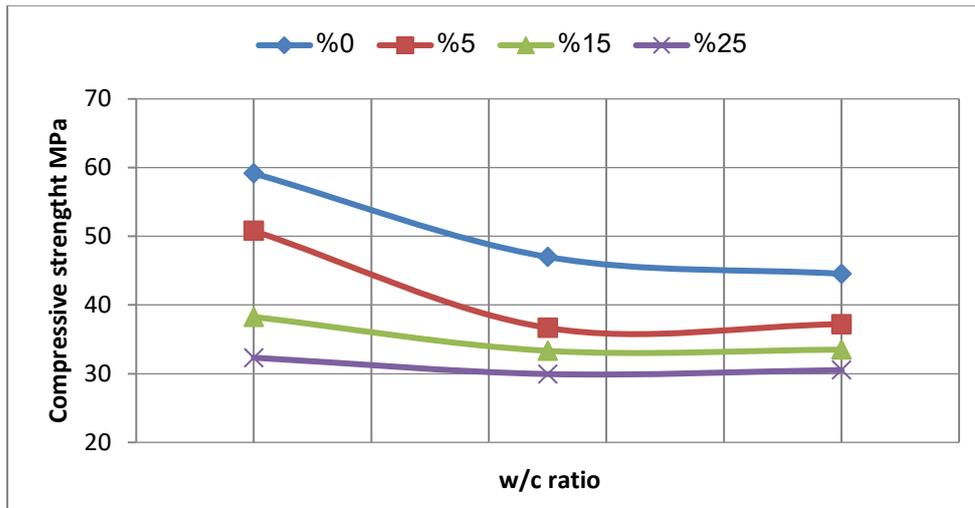


Figure 3 Compressive strength vs w/c ratio at 28 day

5 Conclusions

The concluding remarks from the investigation can be summarized as follows;

1. SCC with good workability can be achieved by the use of super plasticizer and waste glass powder in concrete production as part of cement.
2. It is very valuable to get high replacement of cement by glass powder up to 25% of and get concrete strength at 28 days higher than 30MPa. This can demonstrate that employment of waste glass powder in concrete is advantageous, and this will minimize the cost of concrete production as well as resulting in low gas emission during the cement production.

References

- [1] Alborg cement factory (2005), Internet website, <https://www.aucc.com.ly/esment.html>.
- [2] A. Neville "Properties of concrete" Fourth edition, Pearson Education Ltd., 1995.
- [3] Du. H and Tan K. "Waste Glass Powder as Cement replacement in Concrete" Journal of Advanced concrete Technology. 12(11) 2014 pp 468- 477.
- [4] A. Ganaw A. Salama A., & Sultan R., "Effect of waste glass as partial replacement of cement on mortar properties" Proceeding of the 5th conference of the high professional institute for comprehensive professions, AlKhums, 2016.

- [5] B. J. Fareed, "Replacing partial of cement in concrete by fine material from aggregate crusher ," The fifth national conference for building materials and structural engineering, Tripoli, 2010.
- [6] J.M. Khatib, E.M. Negim, H.S.Sohl and N.Chileshe "Glass Powder Utilization in Concrete Production", European Journal of Applied Science, vol. 4, no. 4, 2012, pp 173-176.
- [7] N. Degirmenci , A. Yilmaz, and O. An. Cakir "Utilization of waste glass as sand replacement in cement mortar" Indian Journal of Engineering and Material Science"vol.18, August 2011, pp 303-308.
- [8] M. Karim. and A. Salama "Sustainable cement mortar using high grinding glass waste as an alternative to cement" The second conference for engineering sience and technology, Sabratha, Libya, 2019.
- [9] M. Mssoed. and A. Ganaw "Partial engagement of waste glass powder in concrete" Unpublished research in civil engineering department, Faculty of Engineering, Alkhums, 2021.
- [10] B. Atonio and H. Farah. "The effect of partially replacing cement by glass waste powder on concrete properties" Journal of silicate based and composed materials, 2021.
- [11] BS EN 196 – 3: 1995 "Method of Testing Cement. Determination of Setting time and Soundness".
- [12] British Standards BS 812 : 1992, " Methods of Sampling and Testing of Minerals Aggregates, Sand, and Fillers".
- [13] EFNARC 2002, Specification and Guide Lines for Self Compacting Concrete, UK

دراسة تأثير درجة الحرارة على خواص خلطة الخرسانة المضاف اليها الرخام

الطبيعي

¹ عيسى سليمان لشهب، ² عماد مسعود دوحه، ³ امحمد علي ابودينة

^{1,2,3} قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة جادو، جامعة نالوت، ليبيا

البريد الالكتروني: i.doha@nu.edu.ly – lashhabeisa@gmail.com

تم الاستلام: 00 أكتوبر 2022 مقبول: 00 نوفمبر 2022

الملخص:

إن الطلب المتزايد على الرخام والمستخدم في أعمال الارضيات والحوائط والديكور الداخلي وما ينتج عنه من مخلفات صلبة أثناء تجهيزه للاستخدام النهائي والتي يتم التخلص منها برميها بجانب الطرق أو في الاراضي الزراعية ومجاري مياه الامطار كما تنتج عنها مخلفات سائلة والتي بدورها تصرف الى الاراضي الزراعية أو شبكات الصرف الصحي. لذا تعتبر إعادة التدوير للاستفادة من هذه المخلفات أحد أهم الانشطة المتاحة حالياً للتقليل من هذه الاثار. تهدف هذه الدراسة الى امكانية إنتاج خرسانة تساهم في تقليص المخلفات التي تؤثر سلباً على البيئة وذلك بإضافة مخلفات مصانع الرخام على هيئة مسحوق للخرسانة باستبدالها بجزء من الركام الناعم بنسب 5%، 10%، 20% و 30% ودراسة تأثيرها على خواص الخرسانة. أظهرت النتائج أن اضافة الرخام الطبيعي الى الخلطة الخرسانية بنسبة 5 % سجل زيادة في مقاومة الخرسانة للضغط عند عمر 28 يوم بنسبة 7% عن الخلطة المرجعية بدون اضافات، كما سجلت نسبة زيادة قدرها 5 % في مقاومة الضغط عند عمر 28 يوم بعد تعريض العينات الى درجة حرارة مقدارها 100 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة للخلطة التي تحوي على نسبة 10 % من الرخام الطبيعي مقارنة بالخلطة المرجعية.

الكلمات الدالة: خرسانة، رخام طبيعي، مخلفات، مصانع الرخام.

Abstract:

The increasing demand for marble, which is used in floors, walls, and interior decoration works, and the resulting solid waste during its preparation for final use, which is disposed of by throwing it beside roads or in agricultural lands and rainwater streams. It also results in liquid waste, which in turn is discharged to agricultural lands or drainage networks. Therefore, recycling to take advantage of this waste is one of the most important activities currently available to reduce these effects. This study aims to produce concrete that contributes to reducing waste that negatively affects the environment by adding waste from marble factories in the form of powder to concrete and studying by replacing it with a part of fine aggregate with 5%, 10%, 20% and 30% its impact on the properties of concrete. The results showed that the addition of natural marble to the concrete mixture by 5% recorded an increase in the compressive strength % over the reference mixture without 7of the concrete at the age of 28 days by % was recorded in the compressive strength at the age 5additions, and an increase of of 28 days after exposing the samples to a temperature of 100 degrees Celsius for a period of 24 hours for the mixture that contains 10% of natural marble compared to the reference mixture.

Key words: Concrete, Natural Marble, Waste, Marble factories.

المقدمة:

بالرغم من التوسع المتزايد في مجال مواد البناء ودخول العديد من المواد الجديدة إلا أنه تعتبر الخرسانة الأكثر استخداماً سواء محلياً او عالمياً، وبالتالي تتزايد أهمية إجراء البحوث العلمية للوصول الى خرسانة صديقة للبيئة، وتوصف على أنها خرسانة لا يؤدي إنتاجها إلى تدمير البيئة ، وتتميز بأداء عالي، وتستخدم على الأقل مادة نفايات واحدة كمكون لها [5]. كما أن إعادة استخدام النفايات الصلبة تعتبر عملية مهمة لمساهمتها في التقليل من نفاذ المصادر الطبيعية وتأمين المواد الأولية عن طريق استخدام النفايات بدلاً عن المواد الخام. كما أن لها دور مهم من الناحية البيئية وذلك للحد من تراكمها في البيئة مما قد يؤدي الى تلوث الماء والتربة نتيجة الى هجرة بعض المواد من المخلفات. ينتج عن مصانع قطع الرخام كميات هائلة من مخلفات الرخام الطبيعي والمياه الملوثة بغبار الرخام والتي يتم التخلص منها برميها على الطرق والأراضي الزراعية مخلفاتاً العديد من المشاكل البيئية والاقتصادية والاجتماعية جراء المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة

عن اختلاط غبار الرخام بالماء اثناء عمليات القص والتهديب والتي يتم صرفها اما الى شبكات الصرف الصحي او الى الاراضي الزراعية [1]. ونظراً لأهمية الموضوع وأثره الواضح على البيئة والصحة العامة قام العديد من الباحثين بدراسة امكانية اضافة مخلفات مصانع الرخام الى الخرسانة ودراسة نتائجها على خواصها، فقد استخدم باحثون مخلفات الرخام المطحون كبديل عن جزء من الاسمنت بالنسب 5، 10 و 20% فأظهرت النتائج عدم وجود فروق كبيرة في مقاومة الانضغاط بين الخلطة المرجعية والخلطات المضافة الاولى والثانية حيث بلغت قوة الانضغاط للخلطة المرجعية 49.2 ميغاباسكال وسجلت الخلطات 5% و 10% قراءة 45.8 و 42.3 ميغاباسكال على التوالي [1]. وفي دراسة أخرى تم دراسة إضافة مسحوق الرخام الى الخرسانة بنسب 2.5%، 5%، 7.5%، 10%، 12.5%، 15%، 17.5% و 20% كجزء بديل عن الاسمنت وتم اختبار مقاومة الانضغاط لمكعبات الخرسانة طول ضلعها 100 مم بأعمار 7، 28، 56، و 90 يوم، حيث أظهرت النتائج زيادة مقاومة الخرسانة للانضغاط بنسبة 25% و 8% للخلطات التي تحتوي على نسب إحلال 5% و 7.5% على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية. وفي نفس الدراسة تم اعداد عينات لبلاطات خرسانية بأبعاد (115×40×5 سم) وحديد تسليح 5Ø8 في الاتجاه القصير و 11Ø6 في الاتجاه الطويل وبنسب 0%، 2.5%، 5% و 7.5% من وزن الاسمنت وتم اختبار قوة التحميل وكانت النتائج 233، 246، 256 و 244 نيوتن على التوالي أي أنه حدثت زيادة في قوة التحميل بنسبة حوالي 10% للعينة التي تحتوي على 5% مسحوق رخام مقارنة بالخلطة المرجعية [6]. إن الهدف الاساسي من هذه الدراسة هو الاستفادة من مخلفات مصانع الرخام الطبيعي المطحون كبديل عن جزء من الركام الناعم للحد من التلوث البيئي والمحافظة على المصادر الطبيعية حيث استخدمت نسب 5% ، 10% ، 20% ، و 30% احلال من وزن الركام الناعم ودراسة خواص الخرسانة. ومن خلال الاطلاع على عدد من الدراسات السابقة لوحظ عدم دراسة تأثير درجة الحرارة على خواص الخرسانة وبالتالي تم اخذها في الاعتبار بهذه الدراسة من ناحية مقاومتها للضغط بعد تعريضها لدرجة الحرارة حيث تم الاخذ في الاعتبار

درجة حرارة 100 درجة مئوية كدرجة حرارة ثابتة للمقارنة بين الخرسانة المرجعية والخرسانات المضاف اليها نسب الرخام المطحون.

1. المواد وطرق البحث:

لتحضير الخلطات للمجموعات الخمسة استخدمت مواد محلية وفيما يلي يتم التعرف على خواص هذه المواد:

الاسمنت:

استُخدم الاسمنت البورتلاندي العادي نوع 42.5N من مصنع الخمس والمطابق للمواصفات القياسية الليبية رقم 340\97، 1997. معبأً بأكياس مقفلة من ورق سميك للمحافظة على خواصه وحمايته من الرطوبة.

الركام الناعم:

استُخدم في هذه الدراسة ركام ناعم (رمل طبيعي) تم جلبه من منطقة جادو- جناون وهو مطابق لمواصفات المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية.

الركام الخشن:

تم جلب الركام الخشن المستخدم في هذا البحث من منطقة (محاجر قصر الحاج) وهو مطابق لمواصفات المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية.

الماء:

تم استخدام مياه صالحة للشرب.

الاضافات:

استخدم في هذه الدراسة الرخام الطبيعي والذي تم جلبه من احد مصانع قص الرخام بمنطقة جادو وهو عبارة عن مخلفات صلبة (كسر بأحجام مختلفة) من أحد المصانع بالمدينة حيث تم طحنه لاحقا للوصول الى مطابقة مواصفات التحليل المنخلي للركام الناعم المستخدم في الخلطات.

تصميم الخلطات:

اعتمدت الدراسة المعملية في معامل كلية الهندسة بجامعة نالوت بإجراء اختبارات المواد الاولية ثم اجراء خلطات تجريبية للوصول الى خلطة ذات خواص جيدة سواء في الحالة اللدنة أو الصلدة. قسمت الخلطات الخرسانية الى خمسة مجموعات الخلطة الاولى المرجعية بدون أي اضافات والخلطات الثانية، الثالثة، الرابعة والخامسة بإضافة الرخام المطحون بنسب (5، 10، 20 و30%) على التوالي كبديل عن جزء من الركام الناعم، وقد تم تثبيت كمية الاسمنت لجميع الخلطات بمقدار 380 كجم وكانت نسبة الماء الى الاسمنت ثابت لجميع الخلطات بمقدار 45% ونسبة الركام الناعم الى الركام الخشن 66.67% ولتحديد الخلطة للمتر المكعب من الخرسانة استخدمت طريقة الحجم المطلق كما بالمعادلة رقم (1):

$$V_c + V_s + V_g + V_w = 1000 \text{ Liters} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أن (Vw) كمية الماء. (Vs) حجم الركام الناعم. (Vg) حجم الركام الخشن. (Vc) حجم الاسمنت. وبسطت المعادلة السابقة إلى معادلة وزن لحساب مكونات الخلطة بالكيلوجرام بالمعادلة (2) كالتالي والجدول رقم (1) يوضح كميات المواد المستخدم في انتاج الخلطات الخرسانية بوحدة الوزن.

$$\text{Absolute Volume} = \frac{C}{G_c} + \frac{S}{G_s} + \frac{G}{G_g} + \frac{W}{1.0}$$

$$= 1000 \text{ Liters} \dots \dots \dots (2)$$

جدول رقم (1) يوضح اوزان مكونات الخلطات

نسب الخلط %	w/c	الركام الخشن Kg	الركام الناعم Kg	الاضافات Kg	الاسمنت Kg
0	0.45	45.62	30.41	0	15.39
5	0.45	45.62	28.89	1.52	15.39
10	0.45	45.62	27.37	3.04	15.39
20	0.45	45.62	24.33	6.08	15.39
30	0.45	45.62	21.29	9.12	15.39

اعداد العينات:

لإعداد الخلطات المختلفة تم خلط جميع المكونات الجافة معاً بطريقة يدوية ثم أُضيف الماء الى باقي المكونات وأعيد خلطها ميكانيكياً لعدة دقائق. تم إعداد 60 مكعب من الحديد طول ضلعه 150 مم بواقع 12 مكعب لكل نوع من الخلطات و 20 مكعب لكل اختبار عند أعمار 7 أيام، 28 يوم و 28 يوم بعد التعريض للحرارة.

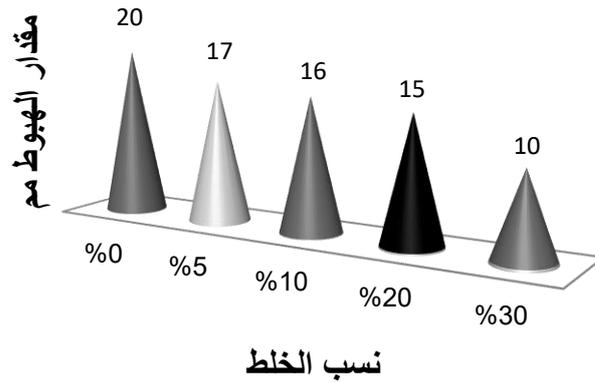
الاختبارات:

اجري اختبار الهبوط لقياس القابلية التشغيلية للخرسانة طبقاً للموصفات الامريكية (ASTM C143-78) وهي الخاصية التي تحدد الجهد اللازم لتشغيل كمية من الخرسانة الطرية، وبما أن اختبار مقاومة الضغط يعد من الاختبارات المهمة لخواص الخرسانة المتصلدة حيث يعبر عن درجة جودتها وصلابتها، وأنها تعتبر المقاومة الرئيسية للخرسانة. ومعظم الخواص مثل الشد والانحناء والقصر تزيد بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح، وقد تم العمل وفقاً للمواصفة BS 1881 حيث اختبرت مقاومة الخرسانة للضغط بعد 7 أيام وعند عمر 28 يوم وأخيراً تم اجراء اختبار مقاومة الخرسانة للضغط عند عمر 28 يوم بعد تعريضها للحرارة لمدة 24 ساعة في فرن كهربائي لدرجة 100 درجة مئوية.

النتائج والمناقشة:

اختبار الهبوط:

تم قياس مقدار الهبوط للخلطة المرجعية وكان 20 مم وهي اعلى قيمة وكلما زادة نسبة المادة المضافة يقل الهبوط حيث كان مقدار الهبوط 17، 16، 15، 10 مم لنسب الخلط على التوالي، من خلال النتائج نلاحظ حدوث هطول حقيقي بمقدار لا يتجاوز (2 سم) لجميع الخلطات مما يعطي انطباع عام أن قوام الخلطات جاف أو صلب لجميع المجموعات كما أن الاضافات لم تساهم في زيادة تشغيلية الخرسانة والشكل (1) يبين نتائج الاختبار.



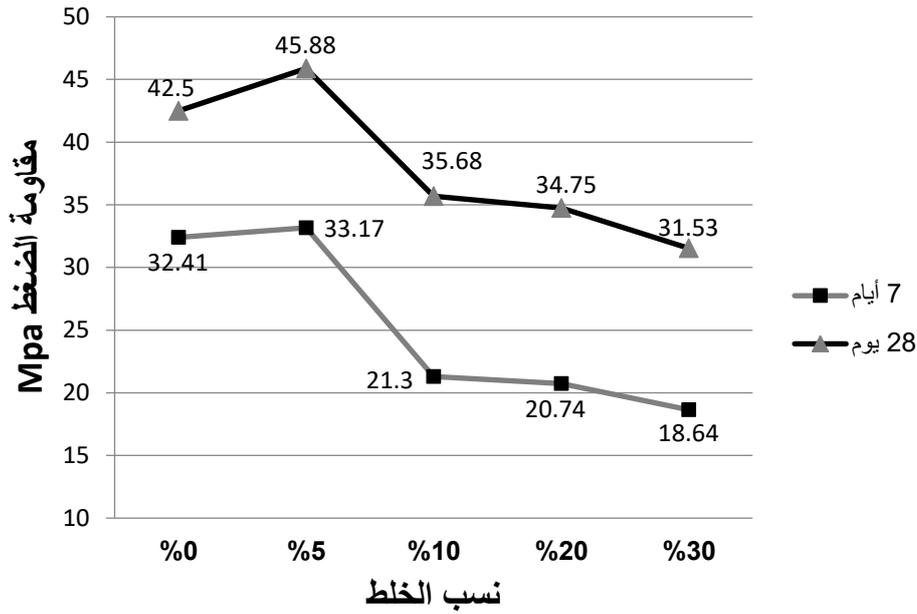
الشكل (1) يوضح تأثير الاضافات على مقدار الهبوط

اختبار مقاومة الضغط:

اعطت نسبة 5% اعلى مقاومة بمقدار 33.17 ميغا باسكال بعد 7 أيام و 45.88 ميغا باسكال بعد 28 يوم حيث جاءت اعلى من مقاومة الخلطة المرجعية التي اعطت بدورها 32.41 ميغا باسكال بعد 7 أيام و 42.5 ميغا باسكال بعد 28 يوم. ونلاحظ بأن مقاومة الخرسانة تقل كلما زادت النسب سواء بعد 7 ايام او 28 يوم بنسب تتراوح ما بين (34% الى 43%) بعد 7 ايام و (16% الى 25%) بعد 28 يوم. والجدول (2) والشكل (2) ادناه يوضحان نتائج مقاومة الضغط للخرسانة عند أعمار 7 و 28 يوم.

جدول رقم (2) نتائج مقاوم الضغط للخرسانة بعد 7-28 يوم

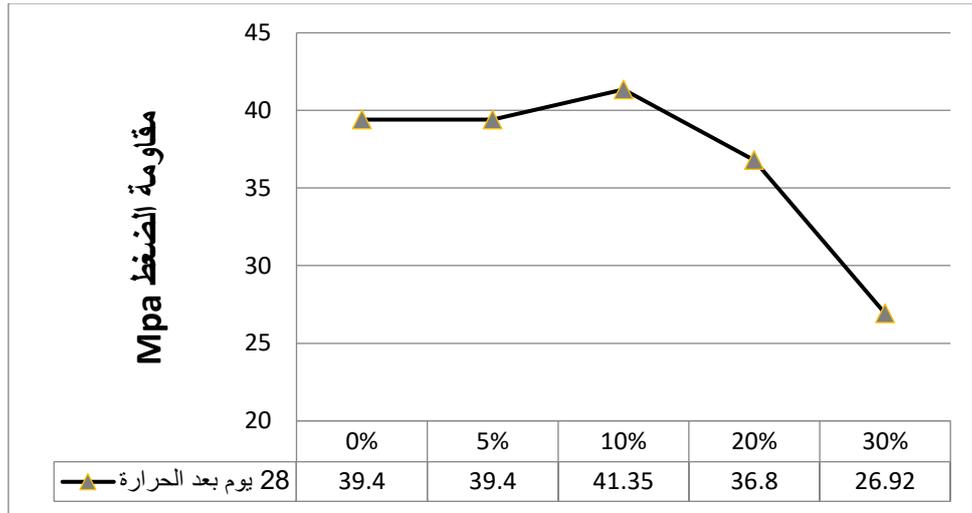
مقاومة الضغط (ميغا باسكال)		نسب الخلط
28 يوم	7 ايام	%
42.50	32.41	0
45.88	33.17	5
35.68	21.30	10
34.75	20.74	20
31.53	18.64	30



الشكل (2) يوضح مقاوم الضغط للخرسانة بعد 7-28 يوم

اختبار مقاومة الضغط بعد تعريضها للحرارة:

اعطت نسبة الاحلال 10% اعلى مقاومة ضغط بعد تعريض العينات لدرجة حرارة 100 درجة مئوية بعد 28 يوم بقيمة 41.35 ميغا باسكال ولم يلاحظ أي تغيير عند نسبة 5% بقيمة 39.40 ميغا باسكال مع الخلطة المرجعية بينما أظهرت النسب 20% و 30% انخفاضا بنسبة 7% و 32% على التوالي عن الخلطة المرجعية ، والشكل (3) يوضح نتائج مقاومة الضغط بعد تعريض العينات لدرجة الحرارة بعمر 28 يوم.



الشكل (3) يوضح مقاوم الضغط للخرسانة عند عمر 28 يوم و بعد التعرض للحرارة

الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم عرضها ومناقشتها اعلاه تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:
لا يمكن زيادة قابلية التشغيل للخرسانة باستخدام الاضافات المستخدمة حيث لا تؤدي الى
تغير قوام الخلطة الخرسانية.

ساهم الرخام الطبيعي المضاف الى الخلطة الخرسانية بنسبة 5 % بزيادة في مقاومة الضغط
للخرسانة بنسبة 7% عن الخلطة المرجعية بدون اضافات.

الخلطة التي تحوي على نسبة 10 % من الرخام الطبيعي أظهرت زيادة في مقاومة الضغط بعد
تعرضها لدرجة حرارة 100 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة بنسبة 5 % مقارنة بالخلطة المرجعية.
من خلال النتائج يمكن استخدام الخرسانات الناتجة من إضافة الرخام الطبيعي للتخلص من
مخلفات مصانع الرخام وتكون أحد الحلول البديلة و الملائمة بيئياً واقتصادياً واجتماعياً.

المراجع:

- أ. ا. احسين و م. ف. ا. عثمان، "دراسة إمكانية استخدام مخلفات الرخام في الخلطات
الخرسانية"، *المجلة الدولية للعلوم والتقنية*, العدد 25, ص 143-151, 2021.

- المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية, المواصفة القياسية الليبية رقم 49 ركام
الخرسانة من المصادر الطبيعي, 2002.

- المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية, المواصفات القياسية الليبية رقم
(97/340) الاسمنت البورتلندي, طرابلس, 1997.

American Society for Testing and Materials ASTM C143-78, *Standards Test Method for Determining the Slump of Fresh Concrete*.

O. M. Ofuyatan, A. M. Olowofoyeku, J. Obatoki and J. Oluwafemi, "Utilization of marble dust powder in concrete," 24-28 6 2019. [Online]. Available: DOI 10.1088/1757-899X/640/1/012053. [Accessed 13 9 2022].

N. M. Soliman, "Effect of using Marble Powder in Concrete Mixes on the Behavior and Strength," *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 3, no. 5, pp. 1863-1870, 1 12 2013.

British Standard Institution BS1881, *Concrete Testing Methods of Determination of Compressive Strength of Concrete cubes*, London, 1983.

Comparative Study Based on the Utilization of Polystyrene Foam and High-Density Polyethylene in Lightweight Concrete

Salhin Alaud

s.alaud@elmergib.edu.ly

Department of Civil Eng., Garaboulli Engineering Faculty, Elmergib University, Libya

Abstract

The present study aims to find the influence of the Polystyrene Foam (PSF) and the High-Density Polyethylene (HDPE) on obtaining lightweight concrete. Three types of mixtures containing cement and sand were prepared. The sand was partially replaced by PSF in one mixture, while it was replaced by HDPE in the other, in proportions (5%, 7%, 10%, 15%) for both. Certain characteristics such as density, and compressive strength, were analysed from experiment results. In addition, the influence of PSF and HDPE as replacements of fine aggregate was analysed and compared with the reference mix of concrete. The results highlighted the concrete density decreased significantly with the increase of PSF replacement and moderately when the HDPE replacement ratio in the mixture increased. In the same way, the compressive strength decreased significantly when adding PSF and moderately when adding HDPE compared to the control reference mixture. A comparison was made between the two types of mixtures and the results showed that HDPE concrete is much higher than PSF concrete in terms of density and compressive strength.

Keywords: PSF concrete, HDPE concrete, Lightweight concrete, Compressive strength, Density of concrete.

Introduction

Conventional concrete as a structural material is a relatively heavy material, with a density ranging from 2200 to 2500 kg/m³, and the ratio of the self-weight of the parts of the building compared to the effective loads is a high percentage in all cases. Therefore, it was considered to produce lightweight concrete, weighing less than 2000 kg/m³. It has been possible to manufacture structural concrete weighing 1400 to 1900 kg/m³ which may be accompanied by a slight increase in cost, in addition to the production of masonry cement blocks with a density of 900 kg/m³, which are efficiently used as interior walls. Lightweight concrete can be defined as concrete that includes an expansion agent that increases the volume of the mixture in exchange for reducing the dead weight. The term lightweight concrete is described as a broad group of special aggregate bases. In general, is those that weigh less than 2000 kg/m³. The purpose of product the light concrete is to reduce the weight of the structure and for thermal and sound insulation purposes.

During the twentieth century, there was a significant development in the techniques of production and application of concrete. One of the most important of these developments is the additives in concrete or mortar. It was thought to reduce the reliance on aggregates and to find a better way to improve the physical and mechanical

properties of concrete. An alternative material is to add polymers such as (Polystyrene - HDPE, LDPE...etc.) to produce lightweight concrete. Using the polymer in concrete cannot be considered something new, in fact, it was previously used naturally decades ago. Polymer products are commonly used in most fields due to ease of design, manufacture, and cheaper cost [1]. Polystyrene foam (PSF) is one of the polymer products and use it in concrete can be considered as air trapped, but it has a tensile strength that can be controlled [2]. Another polymer candidate that can be used as an additive to concrete is high-density polyethylene (HDPE). However, one of the disadvantages of its properties is the low bond strength between HDPE and concrete. This work is a comparative study of the use of the two types of polymer mentioned because of the difference in density between these materials, as well as their role in the influence the weight of concrete while maintaining good properties. There are several differences between PSF and HDPE such as material structure, matrix structure including voids volume and density. The PSF may generate free volumes within the concrete mixture while HDPE might not provide this phenomenon. In addition, the free volume of PSF may contribute in the adhesion of plastic particles and the concrete mixture resulted from partial penetration of cement paste to the PSF free volume. The importance of this work lies in determining the applications for which these types of concrete can be used.

1. Polystyrene and Polyethylene Concrete

Two types of polymers have been added namely polystyrene foam (PSF) one of the most popular thermoplastic polymers, and high density polyethylene (HDPE) which is a kind of high-density plastic that is affected by high temperatures. There is big difference in density between them. An increase in the dosage of polystyrene in concrete will often be followed by a decrease in its mechanical properties. Some experiments have shown that heat treatment of polystyrene improves the properties of concrete that relate to workability, density, thermal conductivity, and shrinkage [3]. Granule coating was used as a different type of polystyrene curing to produce concrete with polystyrene as replaced of aggregate [4, 5]. The researchers found the creep of concrete is higher than that of ordinary concrete. The studies work on the polystyrene concrete [6, 7, 8] highlighted various advantages of using this kind of polymer in concrete such as; good insulation of electrical and thermal, high durability and longevity, good resistance to chemicals, water and impact, light weight, relatively economical in production cost. HDPE has stronger material properties and is harder than PSF. HDPE is higher rigidity and less flexibility as well as more resistance to high temperatures [9]. An important property of HDPE is that the slump (workability) decreases when HDPE is increased while keeping the w/c ratio constant [10]. The compressive strength of HDPE as a filler material in concrete is increased when HDPE is added from 0% to 0.5% and then drops with the increase of HDPE from 0.5% to 2% [11]. Water absorption, porosity and permeability of HDPE concrete as fine or coarse aggregate is increased with the increase of HDPE [12]. The flexural and splitting tensile

strength of HDPE fibre reinforced concrete is increased HDPE with an increase of HDPE comparing with plain concrete in all inclusion levels of HDPE [13].

2. Materials Used

In this study, Ordinary Portland Cement 42.5N manufactured by the Arab Union Company was used with a specific gravity of 3.15. Fine natural aggregates were used from quarries in Zliten region with specific gravity of 2.587 and fineness modulus of 1.38. The results of the sieves analysis was matched the limits of the British Standard [BS 882-1992] [14]. In addition, the two types of polymer PSF and HDPE as a partially replacement of the sand. Figure 1 shows the shapes of the PS and HDPE used as additives.

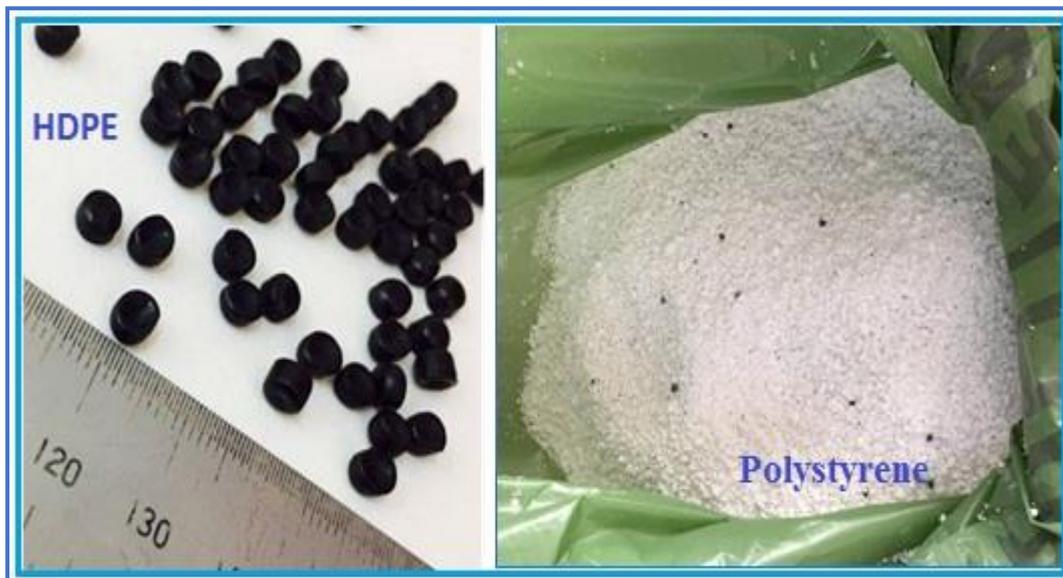


Figure 1: Shapes of PS and HDPE used in the concrete

3. Research Design

This investigation was carried out in two stages. In the first stage, polystyrene was added as a percentage of sand weight in proportions of 5, 7, 10 and 15% to the reference mixture, which does not contain additives. In the second stage, granules of high density polyethylene (HDPE) were added as a percentage of the sand weight in the same proportions of PSF as previously mentioned. The reason for choosing weight as a proportion of replacement rather than volume is to obtain as light a weight concrete as possible. Imposing these ratios is an attempt to find values that preserve the physical and mechanical properties of concrete while reducing its weight. Physical and mechanical tests on the natural sand including specific weight and adsorption were preliminary conducted. Ordinary concrete mix was designed as a reference mix (C0). Four other mixtures were designed with sand replacement of 5%, 7%, 10% and 15% of PSF indicated by CPS5, CPS7, CPS10 and CPS15, respectively. Four other mixtures with HDPE were also designed with the same PS substitution indicated by CHP5, CHP7, CHP10 and CPH15, respectively. Twenty-seven concrete samples were made in the form of concrete cubes with a size of 100 mm. The water/cement ratio was 0.5

which is constant for all mixes. The cement/sand ratio was also constant and is 1/3 for all mixes. Table 1 shows the material weights for the nine mixtures. The materials were mixed and cast immediately in the cubes then left twenty-four hours in lab condition ($\pm 22C^\circ$). After 24 hours, the samples were demolded and submerged in water for 28 days in lab temperature. Samples were extracted from the water after the immersion period and weighed to find the density of the concrete samples. Then pressure tests of the concrete were carried out and the results were analyzed. All samples underwent the same procedure.

Table 1: *The weights of used materials (Kg/m³)*

Mix	Materials amount (kg/m ³)					Remark
	Cement	Sand	Water	PSF	HDPE	
1	300	900	150	0	0	Reference mix
2	285	855	142.5	42.75	0	PS Concrete mixes
3	279	837	139.5	58.59	0	
4	270	810	135	81	0	
5	255	765	127.5	114.75	0	
6	285	855	142.5	0	42.75	HDPE Concrete mixes
7	279	837	139.5	0	58.59	
8	270	810	135	0	81	
9	255	765	127.5	0	114.75	
Water to cement ratio and cement to sand ratio are constant (W/C = 0.5, C/S = 1/3)						

4. Results and Discussion

1. 5.1 Bulk Density of Mixes

The bulk density of samples is calculated by dividing the weight of the sample at 28 days of age by the volume of the concrete cube. The dried samples were weighed using a precision scale (± 1 g). From the results of the concrete density, a significant decrease in the density of concrete was found with the increase of PSF in the concrete mixture as shown in Figure 2. The decrease in density was 68.2%, 72.7%, 72.1%, 74.5% for samples containing 5%, 7%, 10%, and 15%, respectively. The density of samples replaced with HDPE also decreased but to a lesser degree, with the decreases being 7.9%, 8.3%, 9.9% and 10.6% for 5%, 7%, 10% and 15% replacement ratios, respectively. Figure 3 shows the results of the density of HDPE concrete. Through the results of both PSF and HDPE, it is clear that there is a vast difference between the use of the two types of polymer. Both types of concrete can be considered lightweight, but the use of any of them as a structural element depends on the kind of loads to which this element is exposed.

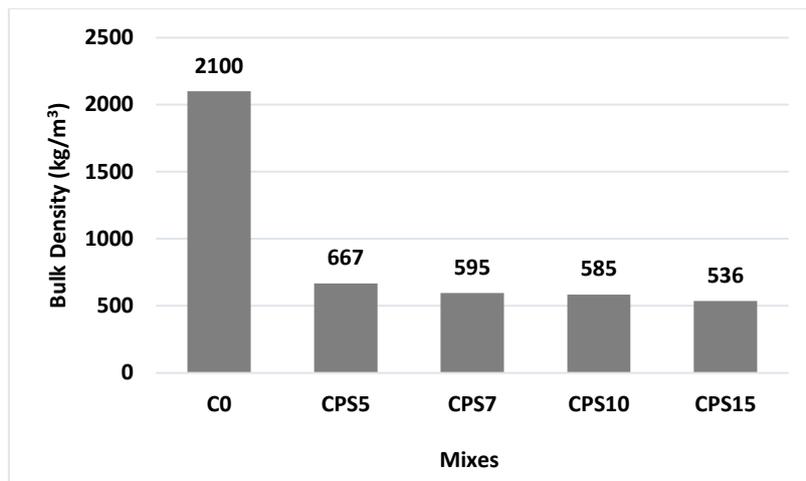


Figure 2: Density of different mixes of PSF concrete

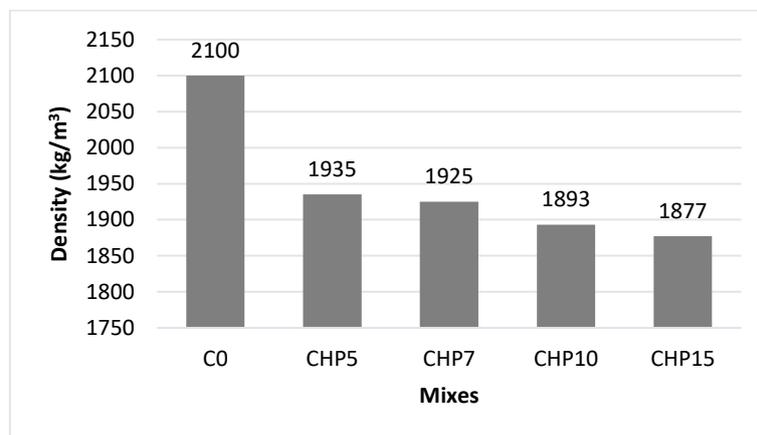


Figure 3: Density of different mixes of HDPE concrete

2. 5.2 Compressive Strength

The compressive strength of concrete is the most effective property of hardened concrete which is an important index of the strength, durability, and performance of concrete. Three cube samples of each mix were subjected to a compressive strength test on the 28th day. The average of the results was taken as illustrated in Figure 4 and Figure 5. From the charts, a huge reduction can be observed in the compressive strength on the 28th day with an increase in PSF or HDPE replacement ratio. A significant decrease on the 28th day for the mixes containing PS, and the decreased ratios were 98.6%, 98.7%, 98.7%, and 98.9 for 5%, 7%, 10%, and 15% of PS respectively as illustrated in Figure 4. For the same replacement, the Figure 5 shows also decrease in the compressive strength of the HDPE were 44.7%, 47.1%, 48.0%, and 49.2% respectively. The lower compressive strength behavior may be largely attributed to the lower density of the polymer and thus the lower density of concrete. This reduction is symmetrical with several studies in the literature. These concretes are only applied to structural elements that are subjected to small loads.

3. 5.3 Comparison between the PS and HDPE characteristics

The calculated density of PS and HDPE showed a large gap between the two types used and thus this is reflected in the compressive strength. This depends on

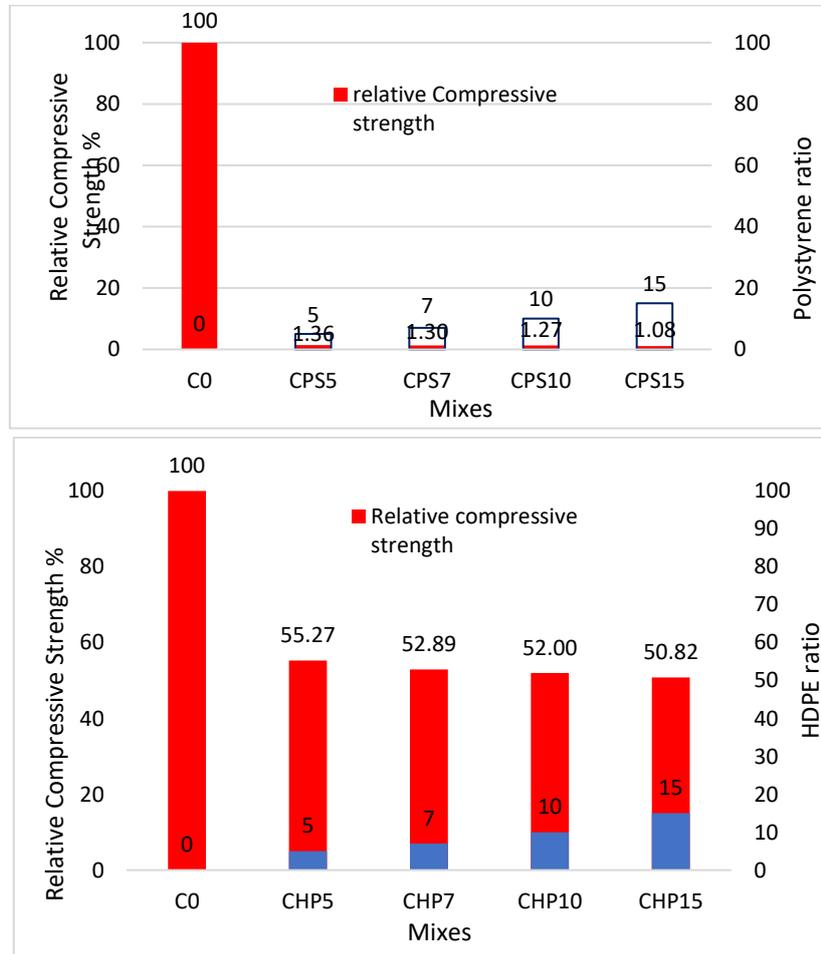


Figure 4: Relative compressive strength of HDPE mixes with reference mix.

the chemical components of the polymer. Shape, size and texture may not affect density but can play a role in the strength of concrete. Figures 6 and 7 illustrate the gap between the polymers used and reference mix.

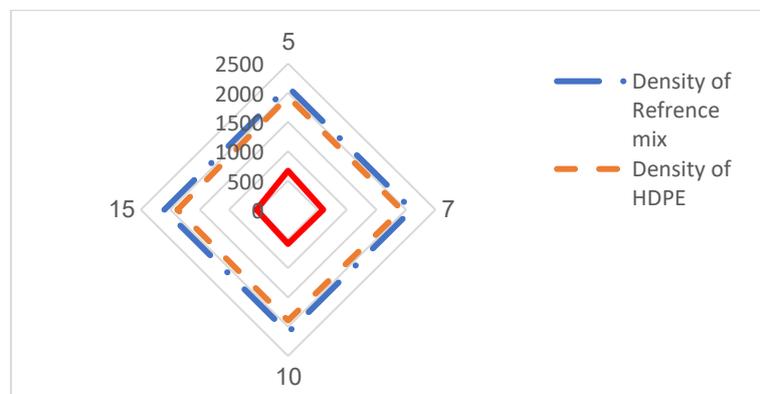


Figure 5: Comparison of the density of PS and HDPE with the reference mixture.

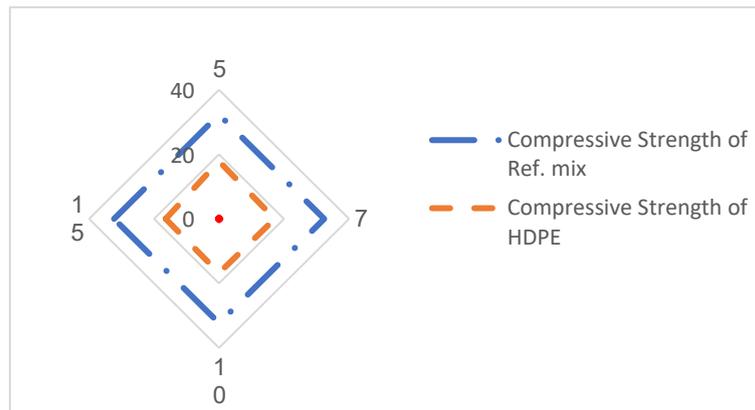


Figure 6: Comparison of the compressive strength of PSF and HDPE with the reference mixture.

5. Conclusion

This study has aimed to find the properties of hardened concrete containing two types of polymer namely polystyrene (PSF) and high-density of polyethylene (HDPE). The use of these two types is to obtain lightweight concrete and compare between the two. From the above discussion, it can be concluded that the use of polymers such as PS and HDPE in concrete has been found to be a suitable solution to obtain lighter elements and reduce dead load, thus reduce quantities of costly steel reinforcement. Through the laboratory study that was conducted and analyzed the results of the tests, the following points were summarized:

1. Density of polymer concrete at 28 days of age was decreased in both types used compared to the control mix. It shrank by 68.2%, 72.7%, 72.1%, and 74.5% for samples containing 5%, 7%, 10%, and 15% PSF respectively. The density of samples that were replaced with HDPE also decreased but to a lesser degree, with the decrease being 7.9%, 8.3%, 9.9% and 10.6% for the replacement ratios of 5%, 7%, 10% and 15%, respectively.
2. For the compressive strength at 28 days of age, this strength was observed to decrease by 98.6%, 98.7%, 98.7% and 98.9 for the replacement rates of 5%, 7%, 10% and 15% of PSF concrete, respectively compared with reference concrete. For HDPE concrete, it decreased by 44.7%, 47.1%, 48.0% and 49.2% with the same previous replacement ratios, respectively.
3. By comparing PSF with HDPE, it can be seen that PS density decreased over HDPE density by 65.5%, 69.1%, 69.1 and 71.4% for the above-mentioned replacement ratio.
4. The compressive strength of PS also decreased over HDPE by 97.5%, 97.6%, 97.5 and 79.9% for the same replacement ratios.

In this research, some properties of lightweight concrete by adding polymer were studied, and further field of researches has been opened for future study.

6. Acknowledgment

The author wants to thank students Abdulati Marwan, Mohamed Mashina and Abdulbari Enefati for their contribution and helping in some tests. The author also wants to express their thanks to all members in of the Fast Train company and Earth Technology where we conducted the tests.

References

- [1] S. Alaud and S. Paul, "Performance of Recycled PVC Aggregates in Concrete–Comparative Study.," in *Third Conference for Engineering Sciences and Technology CEST-2020*, Alkhums, Libya, 1-3 December 2020.
- [2] R. Karolina, R. Simanjuntak and M. Syahrizal, "The Effect of Polystyrene on Concrete Mechanical Properties," in *Proceedings of the 2nd Annual Conference of Engineering and Implementation on Vocational Education (ACEIVE 2018)*, North Sumatra, Indonesia. European Alliance for Innovation., 2019.
- [3] R. Demirboga and K. Abdulkadir, "Thermal Conductivity and Shrinkage Properties of Modified Waste Polystyrene Aggregate Concretes," *Construction and Building Materials*, p. 730–734, 2012.
- [4] W. Tang, H. Cui and M. Wu, "Creep and Creep Recovery Properties of Polystyrene Aggregate Concrete," *Construction and Building Materials* 51, p. 338–343, 2014.
- [5] A. Kan and R. Demirboga, "A Novel Material for Lightweight Concrete Production," *Cement and Concrete Composites*, pp. 489-495, 2009.
- [6] S. Doroudiani and H. Omidian, "Environmental, health and safety concerns of decorative moldings made of expanded polystyrene in buildings," *Building and Environment*, vol. 3, pp. 647-654, 2010.
- [7] S. Zoorob and L. Suparma, "Laboratory design and investigation of the properties of continuously graded asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement," *Cement and Concrete Composites*, pp. 233-242, 2000.
- [8] B. Sabaa and S. and Ravindrarajah, "Engineering properties of lightweight concrete containing crushed expanded polystyrene waste," *Materials research society*, p. fall meeting, 1997.
- [9]- T. Wani, S. A. Q. Pasha, S. Poddar and B. H. V, "A Review on the use of High Density Polyethylene," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 05, May-2020.
- [10] S. Biswas, " Determination of strength characteristics of concrete by partial replacement of aggregates with e waste and HDPE granules," *J. Xian Univ. Archit. Technol.*, pp. 90-108, 2020, 12.
- [11] T. Naik, S. Singh, C. Huber and B. Brodersen, "Use of post-consumer waste plastics in cement-based composites. Cem. Concr. Res.," *Cement and Concrete Research*, p. 1489–1492, 1996.
- [12] S. Abeysinghe, C. Gunasekara, C. Bandara, K. Nguyen, R. Dissanayake and P.

Mendis, "Engineering Performance of Concrete Incorporated with Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)—A Systematic Review," *Polymers* 2021, 13, 1885. <https://>, 21 6 2021.

- [13] A. Poonyakan, M. Rachakornkij, M. Wecharatana and W. Smittakorn, "Potential Use of Plastic Wastes for Low Thermal Conductivity Concrete," *Materials*, vol. 11, 2018.
- [14] BS882-1992, Specification for aggregates from natural sources for concrete, London: British Standards Institution, 1992.

Evaluate the Rutting Performance of Sustainable Gap-Graded Asphalt Mixes Subjected to Moisture Conditioning

Foad Mohamed Elkut^{1*}, Meor Othman Hamzah²

¹ foad.elkut@yahoo.com, ² cemeor@yahoo.com

¹ Department of Civil Engineering, Elmergib University, Al-komes, Libya

² School of Civil Engineering, Universiti Sains Malaysia, 14300 Nibong Tebal, Penang,
Malaysia

*Corresponding author email: foad.elkut@yahoo.com

Received: 00 October 2022 / Accepted: 00 November 2022

Abstract

Rutting is one of the common pavement distresses which led to lower riding comfort for road users and high maintenance costs. The aim of this study is to enhance the properties of Gap-Graded Asphalt Mixes (GGAM) by using Calcium Carbonate (CaCO_3) with new by-product material Treated Palm Oil Fuel Ash (TPOFA) used as a filler. The dynamic modulus (E^*) Simple Performance test (SPT) was conducted at 4°C, 21°C, and 37.8°C, and used 10 Hz and 0.5 Hz loading frequencies. The same samples were used for the flow number test (F_N) at 54. 4°C to evaluate the Rutting Performance of GGAM subjected to acceleration moisture conditioning using a continuous haversine loading. Results from the study indicated that the SPT test was effective and that enhancement in the stiffness and water sensitivity resistance is achieved by adding CaCO_3 with TPOFA to the GGAM. Furthermore, to use new by-product material treated palm oil fuel ash in road pavement wherever available to solve the solid waste disposal problem of the environment.

Keywords: Gap-graded asphalt mixes, Rutting, SPT, Flow number, Moisture conditions.

1. Introduction

The development of modern pavement technology is needed to accelerate the significant improvement of the pavement quality of highways. Pavement surface distress such as cracks is prevalent on pavements due to the action of repeated traffic loading and cyclic environmental conditions. The rutting is mainly caused by the denseness of the asphalt mixture, while the unmodified asphalt mixture rutting is caused by the combination of compactness and push. Using new materials may help mitigate the problem by improving the properties of asphalt mixtures. Researchers in the highways have conducted extensive research on the rutting performance of asphalt pavement. In previous laboratory investigations performed by means of wheel tracking tests, the Authors found that in some cases rubberized gap-graded mixtures exhibited poor rutting resistance properties [1]. The Simple Performance Test (SPT) dynamic modulus was conducted to evaluate the rutting potential of GGAM. The SPT test's benefit is that it is repeatable and non-destructive and was conducted at a broad range of temperatures and loading frequencies applied during testing giving a better understanding of the rutting deformation occurring under different conditions. Due to the importance of the dynamic coefficient of asphalt mixtures as a performance

parameter, many studies have been initiated to determine the dynamic coefficient of asphalt mixtures using simple tests or prediction models [2]. Sirin et al. (2006) obtained the anti-rutting performance of the asphalt pavement modified by SBS through the accelerated loading test of the road surface [3]. Ziari et al., (2019) proposed an asphalt mixture with waste rubber powder as a modifier and amorphous carbon powder as a filler, which has shown good fatigue and rutting resistance [4]. Walubita et al. (2019) compared and evaluated the anti-rutting performance of asphalt mixture by dynamic modulus, repeated load permanent deformation, simple shearing and Hamburg rutting [5]. Moisture susceptibility is the loss of strength in asphalt concrete mixtures due to the loss of adhesion between asphalt binder and aggregate or the weakening of the asphalt mastic in the presence of moisture and can result in rutting and fatigue distresses developing [6]. Asphalt binder ageing is one of the principal factors causing the deterioration of asphalt mixtures [7]. Many fillers obtained by processing natural or recycled materials can be used for asphalt pavements such as Portland cement, hydrated lime, and ground slag [8]. The choice of materials in road construction greatly impacts road construction technology, maintenance and cost [9]. In tropical climatic conditions, rutting and fatigue are the most common surface distress prone to occur on Malaysian roads [10,11]. This study aims to evaluate the Rutting Performance of GGAM subjected to acceleration moisture conditioning using continuous haversine loading.

2. Materials and Methods

A conventional asphalt binder grade 60/70 supplied by SHELL Company was used and its properties are shown in Table 1 [12].

Table 1: *Properties of base binder [12]*

Ageing condition	Property	values
Unaged	Penetration [1/10 mm]	63
	Softening Point [°C]	48
	Ductility @ 25 °C [cm]	115
	Relative Density @ 25°C	1.03
	$G^*/\sin\delta$ @ 64°C [Pa]	1621.40
Short term aged	$G^*/\sin\delta$ @ 64°C [Pa]	3584.20
Long term aged	$G^* \sin\delta$ @ 25°C [MPa]	4.51

The crushed granite geometrically cubical aggregate (GCA) supplied by Kuad Quarry Sdn. Bhd., Penang was used. The basic properties of the aggregate as well as the gradation used which was developed by OPUS International are shown in Tables 2–3 respectively [12].

Table 2: Engineering Properties of GCA [12]

Property	Test result	Test method
Coarse Aggregates Bulk Specific Gravity (g/cm ³)	2.624	AASHTO T85
Absorption (%)	0.53	AASHTO T85
Fine Aggregates Bulk Specific Gravity (g/cm ³)	2.575	AASHTO T84
Polished Stone Values	51.10	ASTM D3319
Flat and Elongated (%)	13.56	BS 812
Los Angeles Abrasion (%)	8.0	ASTM C131
Aggregate Crushing Value (%)	16.77	BS 812-110

Table 3: Aggregate Gradation Developed by OPUS International [12]

Sieve Size (mm)	Lower and Upper Limit of Percentage of Passing by Weight (%)	Gradation Used (%)
20	100	100
14	100 - 90	94
10	65-50	63
6.3	45-30	42
4.75	32-21	29
2.36	25-16	23
0.6	18-11	16
0.075	12-8	8

Combinations of 6% CaCO₃ with 2% (TPOFA) were used as fillers to enhance the bond between the cubical aggregate particles and asphalt binder and improve the performance of the mixture. Moreover, using TPOFA, which is the by-product of the palm oil industry, can reduce the cost of total road construction. Several procedures were conducted in Concrete Lab in USM to obtain the TPOFA as shown in Plate 1.

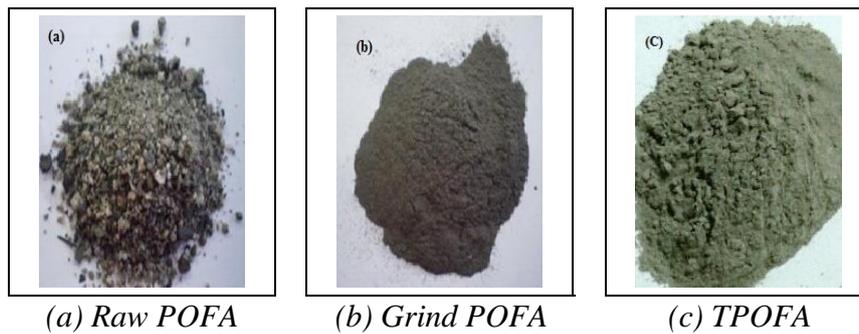


Plate 1: Obtain the TPOFA

1. Sample Preparation and Test Methods

The SPT was used to determine the strains and displacements of layered pavement under different temperatures and loading conditions according to AASHTO TP79 (AASHTO, 2013) procedures [13]. The test is a fully integrated device that is comprised of an environmental chamber, hydraulic actuator and pump, refrigeration and heating unit and data acquisition system as presented in Plate 2(a). Approximately 6350 g of batch weight was needed to prepare cylindrical samples 150 mm in diameter and 165

mm in height that was compacted by the Superpave Gyratory Compactor (SGC) with 7% air voids. After compaction and cooling at room temperature for 24 hours, the specimens were cored and trimmed from the centre of the gyratory compacted specimen as shown in Plate 2(b). Both ends of the specimen were sawed by approximately 5 mm to achieve the final dimensions of the specimen of 100 mm in diameter and 150 mm in height. The LVDT sensors were then fixed to measure the deformation when the sample had been subjected to stress as shown in Plate 2(c).

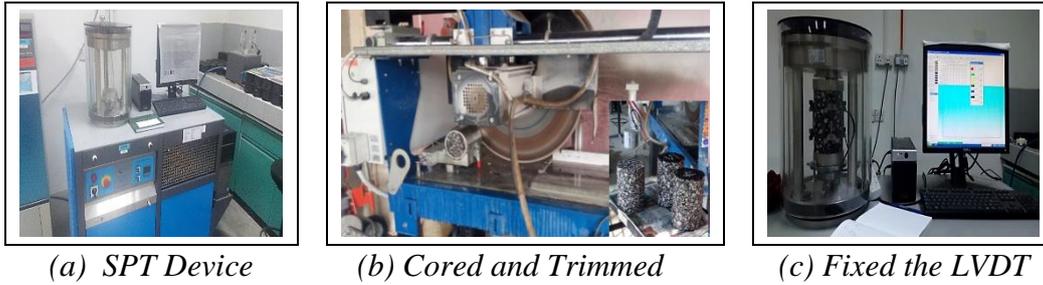


Plate 2: Simple Performance Test

The stress versus strain relationship of an asphalt mixture under a continuous haversine loading is defined by its complex dynamic modulus (E^*). The E^* test was conducted under a series of temperatures (4.4, 21.1, 37.8 and 54.4 °C) and loading frequencies (0.1, 1, 5, 10 and 25 Hz). Before testing, samples were conditioned for 4 hours in a temperature-controlled chamber at the test temperature. The test began with the highest loading frequency of 200 cycles at 25 Hz with the lowest test temperature 4.4°C. A 60 seconds rest period was applied between each frequency to allow specimen recovery before applying the next lower-frequency loading. The test was conducted under a stress mode with a uniaxially applied haversine load, and the parameters employed in this test are shown in Table 4. This test is categorised as a non-destructive test. Whereby, the same samples were used for the flow number test to quantify the rutting potential of asphalt mixture at 54.4°C. The flow number is defined as the number of load pulses where the minimum rate of change in permanent strain occurs during the repeated load test. To simplify the identification of the GGAM, the samples are designated first by their mix type, followed by the main filler and secondary filler as GGCP.

Table 4: Parameters for the Simple Performance Test

Parameters	Values					
Test Temperature	4.4°C, 21.1°C, 37.8°C and 54.4°C					
Test Condition	Dry and Wet					
Loading Frequencies (Hz)	25	10	5	1.0	0.5	0.1
No. of Cycle	200	200	100	20	15	15
Sample Diameter	100 mm					
Sample Height	150 mm					

2. Samples Conditioning

After mixing, the trays were kept in a draft oven at 135°C for 4 hours to simulate short-term ageing (STA) according to AASHTO R30 (AASHTO, 2006) procedures [14]. The samples were then subjected to ultraviolet radiation (UV) at 85°C for five days to simulate long-term ageing (LTA) that represents 7 to 10 years of the service life [15]. Likewise, samples were subjected to moisture conditioning parameters to simulate field conditions in the laboratory. Each sample was partially saturated in distilled water using a desiccator under a 635mm-Hg vacuum for 30 minutes at room temperature to achieve 50% to 70% saturation. Different methods of moisture conditioning were applied to the samples as presented:

- (a) Unconditioned or controlled sample (dry) was kept at room temperature.
- (b) Vacuum saturation in distilled water for 30 minutes at room temperature and then submerged in distilled water for 48 hours at 25°C.
- (c) Vacuum saturation in distilled water for 30 minutes at room temperature and then freeze in a deep freezer for 24 hours at -6°C.
- (d) Vacuum saturation in distilled water for 30 minutes at room temperature and then soaked in distilled water for 24 hours at 60°C.
- (e) Vacuum saturation in distilled water for 30 minutes at room temperature and then freezing in a deep freezer for 24 hours at -6°C and then thawing in distilled water for 24 hours at 60°C (freezing-thawing).

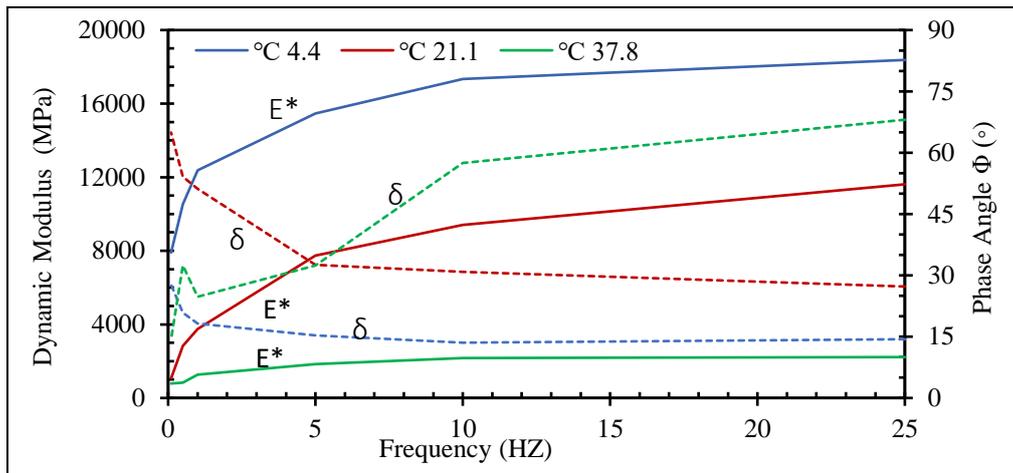
3. Results and Discussion

1. Combined Effects of Ageing and Moisture on Rutting Using SPT

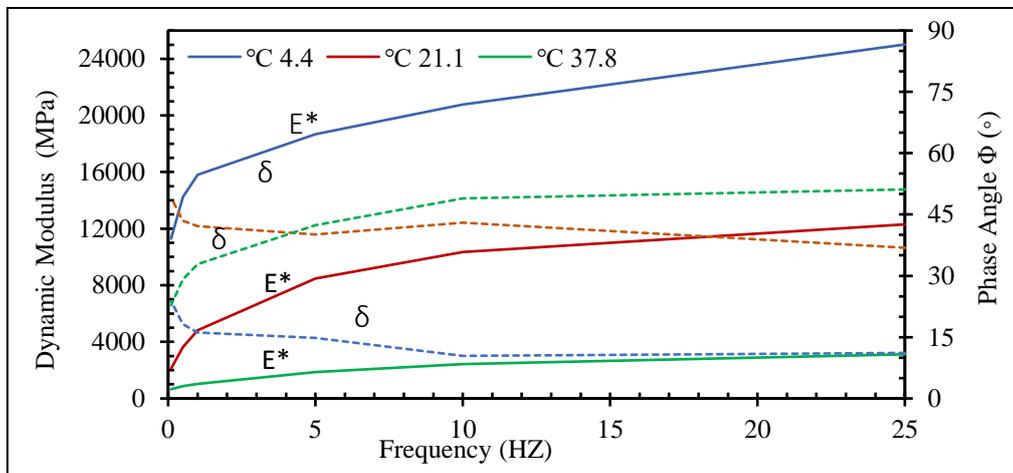
Figure 1 presents the mean dynamic modulus (E^*) and phase angle (δ°) GGCP subjected to different ageing conditions. Referring to the results, the mixture exhibits higher moduli values at lower temperatures (4.4 °C), while the trend is reversed at elevated temperatures (21.1 and 37.8 °C). Furthermore, the increase in dynamic modulus (E^*) when subjecting the mixture to different ageing conditions are desirable for better resistance to permanent deformation. Also, lower E^* at low temperatures are desirable for the better resistance to thermal cracking. The ageing has a significant effect on the GGCP as indicated by the higher calculated modulus ratio as shown in Table 5.

Table 5: *Dynamic Modulus Ratios of GGCP*

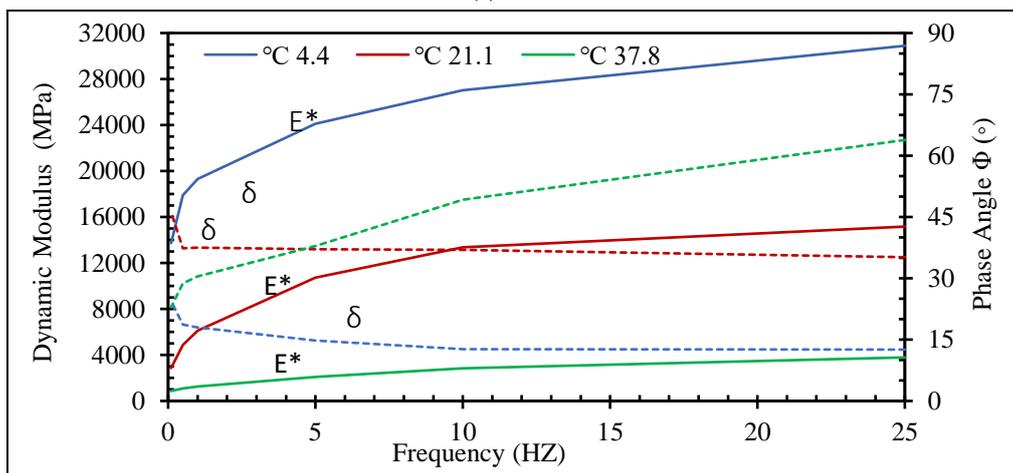
Freq. (HZ)	Ratio = E^* (STA) / E^* (Un-aged)		Ratio = E^* (LTA) / E^* (Un-aged)	
	4°C	37.8°C	4°C	37.8°C
10	1.20	1.12	1.56	1.31
0.5	1.35	1.03	1.70	1.29



(a) Un-Aged



(b) STA

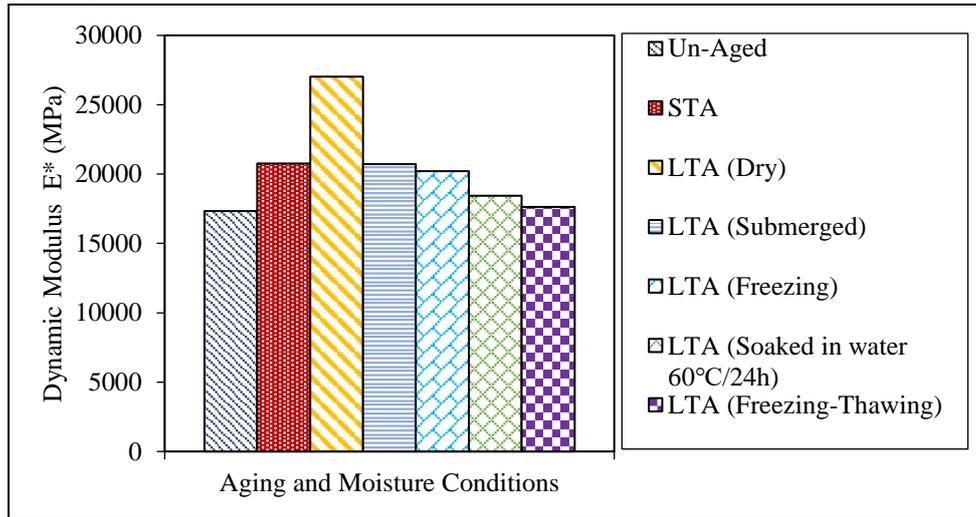


(c) LTA

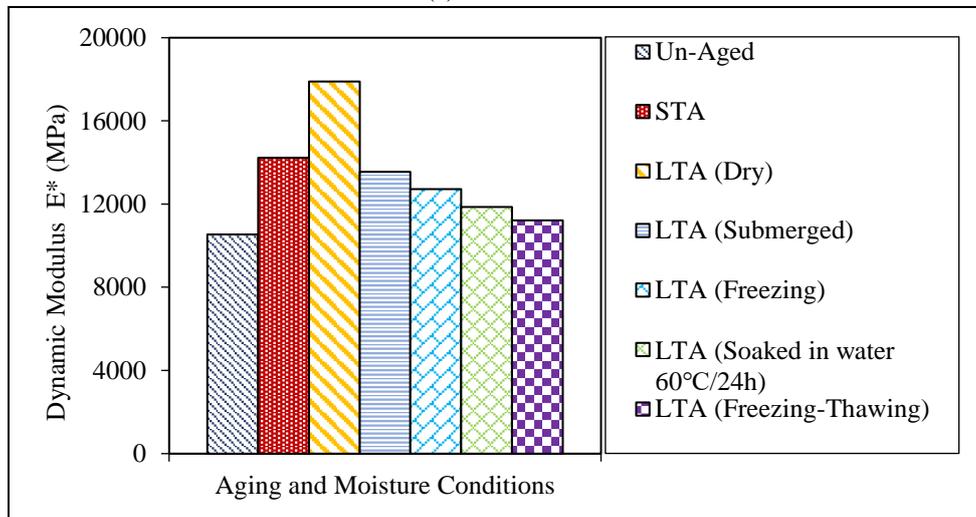
Figure 1: Effects of Ageing on E^* and (Φ°) for GGCP

The E^* ratios of GGCP were greater than 1.0 at the higher temperatures regardless of the test frequencies, a desirable characteristic can be observed especially for the rutting resistance and for all types of loading conditions. The temperature and frequency conditions used for the comparison are 4.4 °C for low temperatures, and 37.8 °C for

higher temperatures. The frequency selected is 10 Hz, representing the typical vehicle speed for an arterial street and 0.5 Hz representing much slower vehicle speed for the case of parking lots or at approaches to intersections. On the other hand, the relationship between the dynamic modulus of GGCP subjected to several ageing and moisture conditioning is illustrated in Figures 2 and 3. Each figure presents the summary comparison of E^* for selected values of test temperatures (4.4 and 37.8 °C) and loading frequencies (10 Hz and 0.5 Hz).

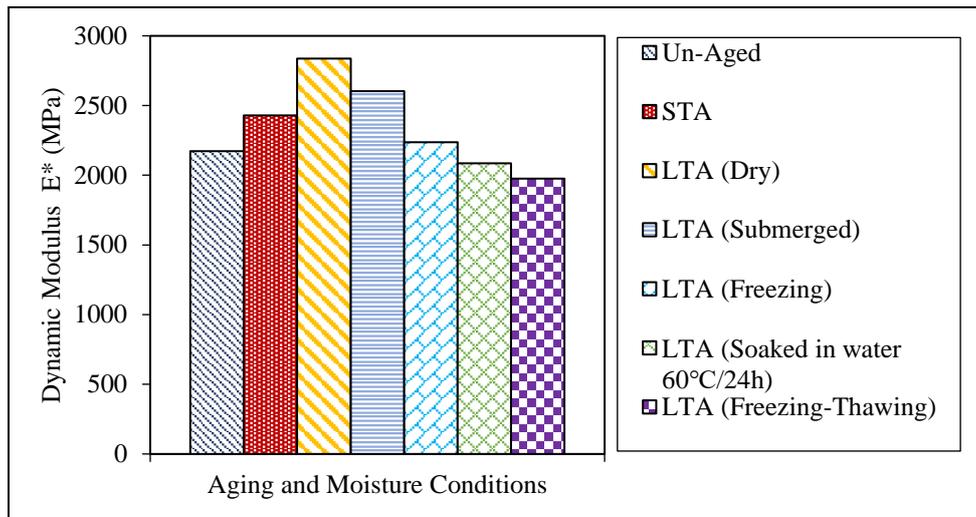


(a) At 10 Hz

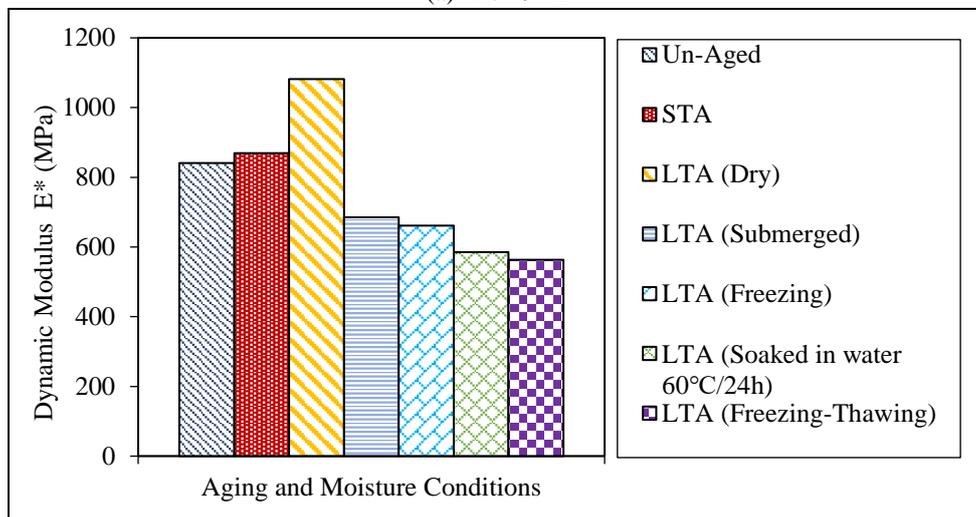


(b) At 0.5 Hz

Figure 2: Comparison of Measured Dynamic Modulus at 4.4 °C for GGCP



(a) At 10 Hz



(b) At 0.5 Hz

Figure 3: Comparison of Measured Dynamic Modulus at 37.8 °C for GGCP

The effects of the test temperature on E^* show that the stiffness of the mixture responds to variations in temperature. At constant frequency, E^* values are higher at a lower test temperature and start to decrease as the test temperature increases. The variations in E^* results are also observed to be less at a higher temperature. As the asphalt binder softens, the stiffness of the mixture reduces, and the mixture performance is largely dictated by the aggregate matrix within the mixture. The rutting characteristics of GGCP subjected to ageing and various moisture conditioning methods were assessed from the dynamic modulus test performed at elevated temperatures. A relationship has been established with a hypothesis that the stiffness of the mixture from the dynamic modulus test can be used to evaluate rutting. The temperature chosen was at 37.8°C and loading frequencies were at 10 Hz and 0.5 Hz because rutting is expected to occur at higher temperatures and lower loading times. Figures 4 show the correlation plots for the rut stiffness factor at 37.8 °C against the rut depth for GGCP mixtures. In general, there exists a strong correlation is observed for GGCP tested between rut stiffness factor and rut depth at a higher loading frequency.

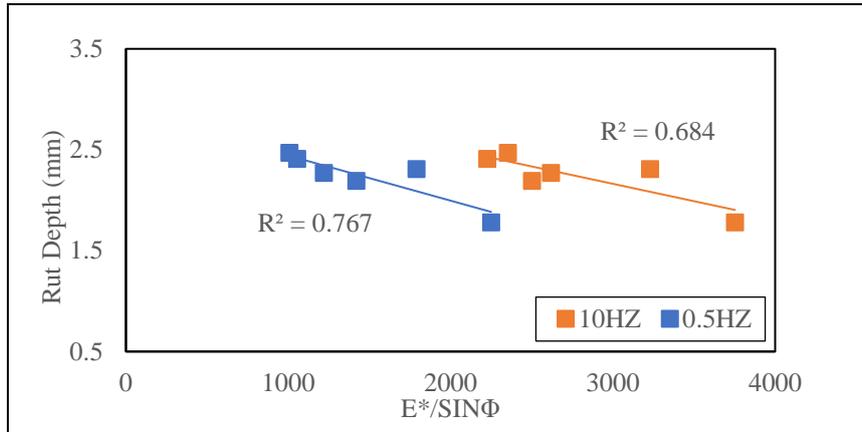


Figure 4: Rut Depth Versus Rutting Factor at 37.8°C for GGCP

The Flow Number test (F_N) was conducted for GGCP mixes. All tests were carried out on 100 mm in diameter and 150 mm in height cylindrical specimens. Plate 3 shows the actual specimen setup for the F_N test. Both specimen ends were lubricated to warranty frictionless surface conditions. All tests were conducted within an environmentally controlled chamber throughout the testing sequence.



(a) Specimen Before Test

(b) Specimen After Test

Plate 3: Actual Specimen Set-Up for F_N Test

Figure 5 presents the results of the unconfined F_N test. Flow numbers are varied significantly depending on their ageing and moisture conditioning methods. The results show that the GGCP has higher F_N indicated to less susceptibility to permanent deformation. The LTA sample with a dry moisture conditioning method exhibited a higher flow number than others moisture conditioning methods. Tables 6 show the results of the statistical analysis of dynamic modulus test results at a 95% confidence level ($\alpha = 0.05$) indicating that a higher test temperature and the combined effects of ageing and moisture condition had a significant influence on mixture stiffness properties.

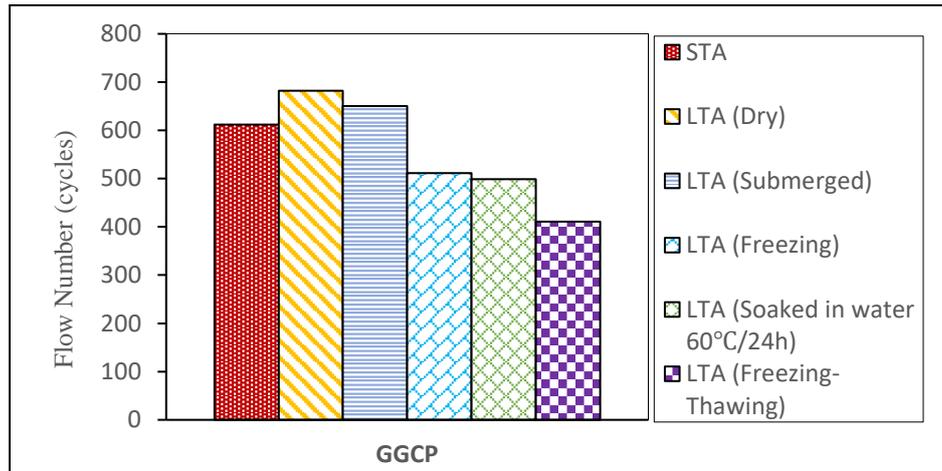


Figure 5: Effects of Ageing and Moisture Conditioning Methods on F_N

Table 6: ANOVA Analysis of the dynamic modulus (E^*)

Sample	Source	Mean Square	Df	F	p-value	Sig.
Un-Aged	TT ^a	7.1E+07	6	449.572	<0.001	Yes
	CP ^b	1.2E+06	4	7.628	<0.001	Yes
	TT * CP	1.96E+08	24	1246.812	<0.001	Yes
	Error	1.57E+05	70			
	Total		105			
	Corrected Total		104			
R Squared = 0.999 (Adjusted R Squared = 0.999)						
Sample	Source	Mean Square	Df	F	p-value	Sig.
STA	TT ^a	1.55E+09	6	166.51	<0.001	Yes
	CP ^b	3.40E+08	4	1901.25	<0.001	Yes
	TT * CP	5.85E+05	24	3.26	<0.001	Yes
	Error	8.80E+08	70	4909.16		
	Total		105			
	Corrected Total		104			
R Squared = 0.999 (Adjusted R Squared = 0.999)						
Sample	Source	Mean Square	Df	F	p-value	Sig.
LTA	TT ^a	9.55E+13	6	94.70	<0.001	Yes
	CP ^b	4.82E+13	4	478.09	<0.001	Yes
	TT * CP	1.3E+13	24	12.88	<0.001	Yes
	Error	1.0E+12	70			
	Total		105			
	Corrected Total		104			
R Squared = 0.980 (Adjusted R Squared = 0.970)						

(a) TT= Test Temperature, (b) Asphalt Mastics Containing CP

Conclusions

The results indicated that the SPT test was adequate and that enhancement in the stiffness and characterized lab-measured water sensitivity resistance for GGAM mixtures. The SPT test was an effective tool for quantifying rutting potential with a

better simulation of typical field behavior. The results of this testing can be considering the effects of unconditioned versus conditioned dynamic modulus values and their respective impacts on pavement performance in predicting pavement distresses. Good correlations of unconfined FN, with LTA sample with a dry moisture conditioning method. Furthermore, the results showed that the GGCP exhibited the highest resistance to permanent deformation. This observation was also evident from the statistical analysis. Thus, it can be concluded that there are more advantages to using GGCP in road pavement.

4. Acknowledgment

The authors would like to acknowledge the Malaysian Ministry of Higher Education for funding this research through the Exploratory Research Grant Scheme ERGS/1/2013/TKO8/USM/01/01 which enables this paper to be written.

References

- [1] Santagata, Ezio, Orazio Baglieri, Muhammad Alam, Michele Lanotte, and Pier Paolo Riviera. "Evaluation of rutting resistance of rubberized gap-graded asphalt mixtures." In Proceedings, 6th international conference bituminous.
- [2] A. Abu, Fouad Bayomy, Richard Nielsen, Thomas Weaver, S. J. Jung, and Michael J. Santi. "Prediction of the dynamic modulus of Superpave mixes." In Proceedings of the 8th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCR2A'09), pp. 305-314. 2009.
- [3] Ziari, Hassan, Hassan Divandari, Mojtaba Hajiloo, and Amir Amini. "Investigating the effect of amorphous carbon powder on the moisture sensitivity, fatigue performance and rutting resistance of rubberized asphalt concrete mixtures." *Construction and Building Materials* 217: 62-72. 2019.
- [4] Cai, Xu, Duanyi Wang, Wenke Huang, Jiangmiao Yu, and Cheng Wan. "Evaluation of rutting performance of asphalt mixture with driving wheel pavement analyzer." *Advances in Materials Science and Engineering*, 2017.
- [5] Walubita, Lubinda F., Luis Fuentes, Sang Ick Lee, Ibrahim Dawd, and Enad Mahmoud. "Comparative evaluation of five HMA rutting-related laboratory test methods relative to field performance data: DM, FN, RLPD, SPST, and HWTT." *Construction and Building Materials* 215: 737-753.2019.
- [6] Bausano, R. Christopher Williams. "Transitioning from AASHTO T283 to the simple performance test using moisture conditioning." *Journal of Materials in Civil Engineering* 21, no. 2: 73-82 .2009.

- [7] J. Read, D. Whiteoak. "The shell bitumen handbook," Fifth Edition, Thomas Telford, London, 2003.
- [8] M. C. Liao, G. Airey and J. S. Chen. "Mechanical Properties of Filler-Asphalt Mastics," International Journal of Pavement Research and Technology., Vol. 6 Issue 5, p576-581, Sep 2013.
- [9] Ying, Haining, Yuhong Du, Jie Ren, Kang Li, and Jing Chen. "The development trend of new pavement materials." In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 546, no. 4, p. 042031. IOP Publishing, 2020.
- [10] F. Mohamed Elkut and M. O. Hamzah, "Influence of Calcium Carbonate on Performance of Gap Graded Asphalt Mixes", 2nd Conference for Engineering Sciences and Technology -CEST2 29-31 October- Sabratha –Libya, 2019.
- [11] M. O. Hamzah, B. Golchin, A. Jamshidi and E. Chailleux. "Evaluation of Rediset for use in warm-mix asphalts a review of the literatures," International Journal of Pavement Engineering. Ahead-of-print 1-23. 2014.
- [12] M. O. Hamzah and F. Mohamed Elkut "Effects of Calcium Carbonate and Palm Oil Fly Ash on the Rheological Properties of Asphalt Mastic", Applied Mechanics and Materials. Vols. 802. pp 321-326.2015.
- [13] AASHTO TP 79-13. "Standard method of test for determining the dynamic modulus and flow number for asphalt mixtures using the asphalt mixture performance tester (AMPT).", Washington, DC, 2013.
- [14] AASHTO R30. "Standard Practice for Mixture Conditioning of Hot Mix Asphalt", American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, Dc. 2006.
- [15] Lolly, R. "Evaluation of Short-Term Aging Effect of Hot Mix Asphalt Due to Elevated," Degree Master of Science. Arizona State University.2013.

الهندسة المعمارية

تطبيق معايير إضفاء طابع إنساني على الفراغ الحضري (ميدان الشهداء بطرابلس كدراسة حالة)

*د. فوزي محمد عقيل ¹. ولاء الدين ونيس عقيل ³م. أكرم احمد هدية
fawzi6664@gmail.com walaeddin1611@gmail.com akram86hadia@gmail.com
أستاذ مساعد محاضر مساعد باحث , طالب ماجستير
¹ قسم العمارة والتخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة المرقب، ليبيا
² المعهد العالي للعلوم و التقنية، الخمس
³ قسم العمارة والتخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة المرقب، ليبيا
* fawzi6664@gmail.com

الملخص

يستعرض هذا البحث الصلة بين الفراغ الحضري ومستعمليه حيث يتم الاهتمام بسبل تطور المواقع الحضرية ومدى توفر المعايير الإنسانية بها، وهذا يشير إلى السماح لأي إنسان باستحداث أساليب دقيقة لتوقع استعمال الأشخاص أماكن محددة وفراغاتها الحضرية في المدن. يتم تجميع عدد لا محدود من المعلومات حول ربط البيئة الحضرية والفراغات علي مدى السنين وهذا يتسبب في إدراك أفضل للبيئة الحضرية عموما وتوقع أساليب تطور المدينة في حدود نطاق محدد وإمكانية إحياء ومعرفة الصلة بين الأشكال المختلفة من الفراغات الحضرية العامة وأنواع الفعاليات الإنسانية ضمن هذه الفراغات وتكمن أهمية هذه الورقة في تطوير الفراغ العام المكشوف ودرجة تحقيقه لمقاييس التخطيط. وتركز هذه الدراسة على تقارير الزيارات الميدانية لتجميع البيانات مع استعمال معايير Jan Gehl الاثني عشر لتقييم فراغات بميدان الشهداء والذي يعد من أهم المواقع بمدينة طرابلس للوصول لأهم النقاط التي يحتاجها هذا الفراغ ليصبح فراغا إنسانيا ومحققا لأهم عناصر الانسنة .

الكلمات المفتاحية: الفراغ الحضري، المعايير الإنسانية، البيئة الحضرية، الفعاليات الإنسانية، الفراغ العام.

1.1 .1 مقدمة

تشارك العديد من العناصر في تطوير المدن الجيدة والمساحات الحضرية، وتتنوع هذه العناصر من مالية إلى تخطيطية إلى ثقافية. إن إدراك المواقع يسمح بتنفيذ روابط مع أفراد آخرين. تتميز المجتمعات الحضرية بوفرة العلاقات الاجتماعية المركبة والمفاجئة في اغلب الأوقات والتي تساهم على إضفاء طابع إنساني للمجتمع وإتاحة أماكن وفراغات عامة لدعم التفاعلات الإنسانية. إن الهدف الأساسي للمدينة هو سماتها العامة وإن الصلة بين البيئة العامة والمكان العام هي صلة حيوية متبادلة وفعالة ، تتسبب الضرورة إلى فراغات مناسبة تكوين صور جيدة للحياة العامة [1]. يوضح (Banerjee 2001) إلى أن المصممين الحضريين ينبغي أن يركزوا جيدا على تفاصيل الاستعمالات اليومية للفراغات بينما يؤكد المخططون على الأماكن العامة فتزدهر الحياة العامة [2]. يؤكد المخططون على مميزات وصفات المورفولوجيا: تكون الفراغات الخارجية ايجابية عندما تكون هيئة الفراغ الخارجية بنفس أهمية هيئة المنشأة بالمكان [3]. حددت Arendt معنى "الجمهور " لأنه يوضح ظاهرتين وثيقتي الصلة ببعضها البعض، ليس تمامًا. في المرة الأولى تم تعريف الجمهور وفقا لعلاقته بالأنشطة البشرية التي يمكن أن تحدث في الأماكن العامة والتي يمكن رؤيتها وسماعها فالعيش سويًا بين البشر سيخلق بكل تأكيد فراغات حضرية مشتركة بين مستعمليها [4]. بالنسبة لوجهة النظر المكانية فإن الفراغ العام شمل كل فراغات البيئة المبنية والطبيعية التي يستطيع ان يصل اليها المستعملون بشكل مباشر وسهل أو بشكل مقيد جزئياً ولم يكن هناك فرق بين العامة ولا الخاصة ولا الداخلية والخارجية وقد شمل هذا التعريف العديد من الفراغات العامة للشوارع والمساحات ومراكز التسوق . إلا أن هذا التعريف يمكن أن لا ينطبق على البحث التجريبي لوجود عدة اختلافات بين هذه الفراغات الأمر الذي يقتضي الاختلاف في التعامل معها ، لقد حدد Matthew Carmona, Claudio de Magalhães, and Leo Hammond (2008) تعريفين هامين للفراغات العامة. ، فقد شمل أحدهما لجميع فراغات المبنية والتي يستطيع أن يصل إليها ويتمتع بها الأشخاص بحرية وسهولة (غير مقيدة الوصول) ويتناول أيضا الفراغات الخارجية والفواصل الزمنية للفراغات الداخلية والخارجية المجانية منها خاصة. [4]، [5]. مقياس تناول الفراغات العامة كجانب من هذه الدراسة هو أن الأشخاص في الفضاء الخارجي أو الداخلي يمكنهم الوصول بأريحية مع وجود صلة وثيقة بينهم وبين الفراغ،

بغض النظر عن ملكية المكان.

يعتبر عمل Jan Gehl المتواصل هو الأقرب إلى (White Johnston 2013)، يؤكد في المقام الأول على الجوانب الإنسانية للتخطيط الحضري. لقد أتضح لـ Jan Gehl أن ما يستقطب الأشخاص هو القدرة على الجلوس أو الوقوف بطريقة مريحة ومتابعة فاعليات الآخرين، فالحياة في المواقع العامة تنشأ بقرب الأطراف والحواف، ثم تتحرك التجمعات انسيابياً إلى الداخل. وهذا يتفق مع استنتاجات الخبراء بشأن 'تأثير الحافة'. في هذا المجال، يصنف Jan Gehl ثلاث فئات للفاعليات التي تحدث في الفراغ العام إلى: الفاعليات الأساسية، والفاعليات الطوعية، والفاعليات الاجتماعية. تتضمن الدرجة الأولى من الفاعليات الأساسية للعمل اليومي تأثيراً بسيطاً بالبيئة الملموسة. من ناحية أخرى، تنعكس الفاعليات الطوعية بشدة بوضع البيئة المادية، وهو ما يشمل جميع الأنشطة الترفيهية في الفراغات العامة. الفاعليات الاجتماعية لها ميزة متنوعة وتولد من فاعليات أخرى، ويعني هذا أن تطور الأنشطة الطوعية والضرورية وتقديمها بشكل أفضل سيؤدي حتماً إلى ارتقاء للأنشطة الاجتماعية [6].

2.1 مشكلة البحث:

تتركز مشكلة البحث الرئيسية حول كيفية إضفاء عناصر تجعل من الفراغ إنسانياً أكثر ويمكن الإجابة عن ذلك بالبحث عن مدى توفر هذه العناصر في الفراغ العام من عدمها وهل يؤثر ذلك في الأنشطة والتفاعلات البشرية.

3.1 أهداف الدراسة:

إن الهدف من هذه الدراسة هو إختبار مدى توفر الحد الأدنى من العناصر التي تجعل من الفراغ العام مناسباً للمتطلبات الإنسانية ومدى تشجيع ذلك أو إحباطه للمستعملين لهذا الفراغ.

4.1 أهمية الدراسة:

تعد الدراسات التي تهتم بالفراغات العامة من أهم الدراسات الحضرية لما لها من تأثير مباشر في حياة الإنسان ، وقد تمثلت أهمية هذه الدراسة في إختبار الفراغ العام بواسطة معايير Jan Gehl ومدى تحقيقها في الفراغ العام وإضفاء طابع إنساني عليه ، إن تحقيق هذه المعايير يساعد في

إضفاء الطابع الانساني والذي يتمثل في الأحتياجات النفسية والاجتماعية المشجعة على قيام الأنشطة البشرية .

5.1 المنهجية:

طبقا للغاية الأساسية لهذه الدراسة المتمثلة في تحقيق تأثير الفضاء العام، فإن هذه الدراسة التجريبية التي تسند إلى دراسة حالة معينة والتي ستوفر الفهم الجيد للفراغ العام واقتراح العلاقات المحتملة بين عدة عوامل. لقد أجريت هذه الدراسة عن طريق الزيارة الميدانية لمكان الدراسة، بداية من جمع المعلومات النوعية والكمية ثم تحليلها من منظور مكاني واختتمت الدراسة بإختبار معايير Jan Gehl على الفراغ العام المحدد من أجل الوصول الى نتائج صحيحة ثم نوقش ذلك وفقا لأهداف هذه الدراسة وقد أعتمد هذا البحث على طريقة الملاحظة وتحليل المعلومات للخروج بنتائج تعمل على تطوير الفراغات العامة.

2. الحيز الحضري:

اختلفت وجهات النظر بين الخبراء والعلماء للفراغات الحضرية كلا حسب دراسته ونظرته [7]. تتمثل أهمية الفراغ بشكل أساسي في شكله وأبعاده دون النظر للمعايير الجمالية عادة، بالنسبة لـ Krier فقد شمل تعريفه للحيز الحضري جميع أنواع الفراغات الخارجية التي تكونها المباني في المدن وغير المدن. أن المفهوم العام للحيز الحضري يجب أن يراعي كل الجوانب الاجتماعية والمادية والرمزية في وقت واحد. عن الحيز الحضري هو جزء مهم للحياة اليومية فهو المكان الذي تقام فيه الأنشطة اليومية سواء كانت عامة او خاصة , يعرف الحيز الحضري بأنه المساحات المفتوحة التي تتمتع بالوصول العام ويمكن ان نطلق على كل من الحدائق العامة والساحات والطرق المشجرة والطرق السريعة وكل الفراغات التي يمكن الوصول اليها كفضاءات وأماكن حضرية عامة يمثل الفراغ الحضري كل فضاءات بين المباني في المدينة مع كل ما يحيط بها من ممشي وممرات وساحات عامة وميادين وملاعب وموافق سيارات وطرق وتمثل جميعها أهم عناصر التكوين الحضري للمدينة وهي الأماكن التي تنشأ بها التفاعلات البشرية نتيجة للتواصل والتعارف وهي التفاعلات التي لا يمكن القيام بها داخل المنزل , تمثل الفضاءات الحضرية في المدن المكان الانسب للترويج عن النفس وتوفير الراحة البدنية والنفسية مع ضرورة تناسب هذه الفضاءات لكل السكان بمختلف أعمارهم وأوضاعهم الاجتماعية والمادية .

3. أهمية الفراغات العمرانية الحضريّة

تتمثل أهمية الفراغ الحضري فيما يلي:

- ايجاد رابط مشترك بين الناس والفراغات مع تطوير وتنظيم علاقة المستعمل مع هذه الفراغات والمحيط بحيث يؤثر كل منهما في الآخر.
- توفير كل عناصر الراحة للمستخدمين والعمل على تلبية احتياجاتهم وربطهم بمجتمعاتهم.
- تحسين عناصر البيئة الطبيعية المتوفرة في الفراغات لأنها ستؤثر على سلوك وتصرفات المستخدمين، وكل العناصر مجتمعة هي جزء لا يتجزأ من البيئة الاجتماعية الثقافية والحسية.
- ربط الفراغ بالناس والمجتمع لأنه لا وجود لفراغ بدون محتوى إجتماعي كما ان المجتمع يجب ان يعمل على تطوير وتشكيل الفراغات بالوسائل والطرق المختلفة .

1.3. تصنيف الفراغ الحضري

يتم تصنيف المساحات الحضرية إلى فرعين:

1.1.3 الفراغات الطبيعية:

هي المساحات التي تكونت من أفعال الطبيعة ومكونات الطبيعة بدون مشاركة من البشر، مثل الجبال والأنهار وما إلى ذلك، لأنها تؤدي إلى تكوين هوية الطبيعة. يوجد فرق بين تشكيل المدن باختلاف التضاريس المكونة لها والتي تعمل على تحديد وظائفها.

2.1.3 الفراغات الحضرية

وهي مساحات صناعية مثل الحدائق والميادين العامة لتحقيق المتطلبات السيكولوجية والاجتماعية.

2.3. عناصر الفراغ الحضري:

يتألف الحيز الحضري من جزأين:

البيئة المادية: تضي على المساحات الحضرية صورة وشخصية خاصة.

- الإنسان: جميع ما يخصه من فاعليات وتصرفات ضمن هذا الحيز أي العناصر الملموسة والفاعليات البشرية المؤكد الأساسي لهوية الفراغ وتشكيله

3.3. التخطيط الحضري المستدام:

هنالك علاقة قوية بين غاية التنمية المستدامة والتخطيط الحضري. يقيم اغلب البشر الآن في اماكن حضرية، وتشكل هذه الاماكن ما يصل الي ثلثي استهلاك الطاقة، وتتنوع على جميع المناطق كل عام. [8] ومع ذلك، يؤدي تصميم الأماكن الحضرية دورًا واضحًا في التأثير على استدامة العالم بأكمله. الصلة بين الاستدامة والتحضر هي صلة وطيدة و متينة [9] وترتكز في المقام الأول على تأثير الصورة الحضرية على الانتقال، نوعية الماء، ونسب استعادة الشحن، والحضر، وقضايا التلوث. يستخدم عبارة "المدن المستدامة" بشكل اخر، ولكنه يتضمن مسائل الاستدامة المرتبطة بعمليات تحسين وإدارة المدينة كاملة، لطالما يحصل التخطيط الحضري المستدام بطريقة ما ضمن ذلك. التخطيط الحضري المستدام لم يكن أساسا سلسلة ثانوية معينة من التخطيط الحضري المستدام، كما يمكن اعتباره نطاقا للاهتمام بامتداد للتصميم مع الإبقاء على علاقة متينة مع الآخرين على سبيل الذكر التصميم الحضري وهندسة المدن.

4.3. الفراغ العام:

تعد الأماكن العامة جانب مهمًا في الحياة المجتمعية، وخاصة الفراغات الحضرية. تعد المساحة العامة عنصر اساسي من المعيشة اليومية، يشمل معني الفضاء العام سلسلة كبيرة من المهام والامكانيات في مختلف المساحات المادية على سبيل الذكر الطرق والميادين والحدائق العامة ومناطق التسوق يسعى هذا البحث إلى الاهتمام بالمواقع الحضرية العامة المشكلة للساحات والميادين.

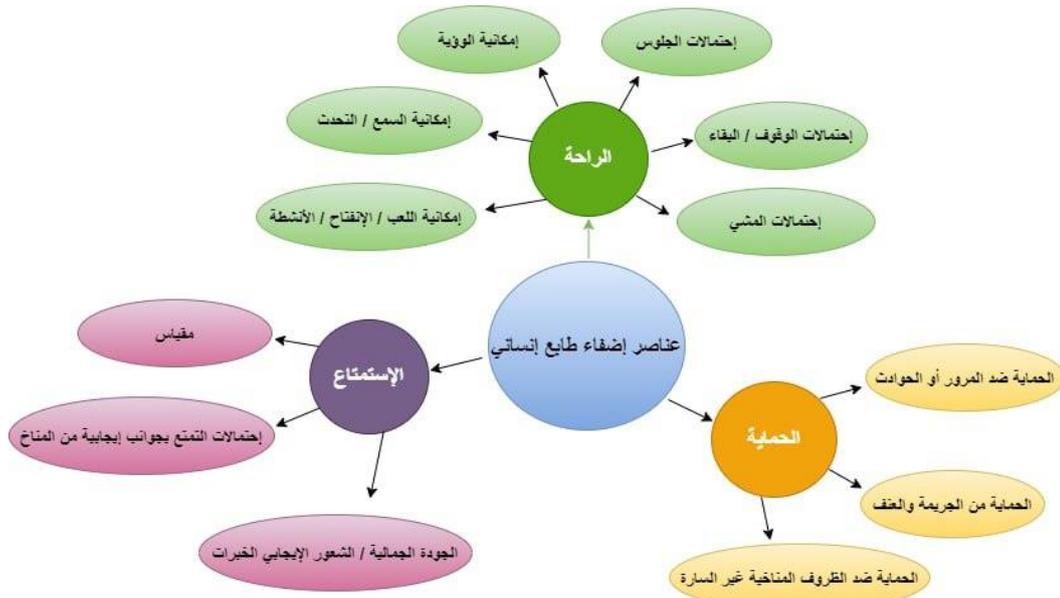
5.3. تاريخ الساحات والميادين الحضرية:

يعد "Agora" اليونانية من أقدم الصور الثابتة للفراغات العامة في هذا الوقت. وقد ساهمت الديمقراطية في تأسيس المدن اليونانية. لقد شكلت "Agora" موقع مكشوف بمركز المدينة لجميع الفاعليات. لطالما كانت "Agora" اليونانية مكان عام للمناسبات الاجتماعية على سبيل الذكر الاجتماعات السياسية والرياضية والمعارض المسرحية. يعتبر الشكل الهندسي لـ Agora مربعًا أو مستطيلًا كما تحدثنا انفا، وقد ساهمت

الميادين في المعيشة الحضرية منذ العصور الرومانية القديمة، قبل تكوين الشوارع بصورتها الحالية. يعرف هذا الحيز بأنه مساحة للمشاة، وعادة ما تكون مستطيلة مقلدة مطوقة تماماً بالبنائيات، لذا فإن اعتبار السير على الأقدام للحشود البشرية هي أهم خاصية للساحات. من المرجح أن تكون الميادين هي الوسيلة الأولى التي أوجدت بها البشرية استعمالاً للحيز الحضري [7].

4. معايير إضفاء طابع إنساني

أسلوب تقدير وإجراء عملية الجودة وإضفاء طابع إنساني معقدة غير ممكنة تقريباً لعدم الاتفاق على معايير ومقاييس معينة. لقد كانت هناك مساعي عديدة لإنشاء مقاييس لجودة الفراغ العام وإضفاء طابع إنساني عليه، وقد أسفرت العديد من البحوث التي قام بها Jan Gehl عن إيجاد اثني عشر معياراً و مقياساً تم تطويرها مع الوقت ونفذت في الكثير من البحوث أظهرت نتائج جيدة. وقد تم إختبار هذه المعايير المبينة في الشكل (1).



شكل رقم (1) عناصر إضفاء طابع إنساني

(من اعداد الباحث استنادا لمعايير جان غيل)

1.4.1. دراسة حالة ميدان الشهداء - مدينة طرابلس:

لقد أجريت دراسة تجريبية على ميدان الشهداء بطرابلس والذي يعتبر من أهم الفراغات العامة في مدينة طرابلس بل هو الأهم في كل أرجاء ليبيا ونظراً لتاريخه الطويل والحافل والتغيرات التي حصلت له عبر العصور والتي لم تؤثر في مكانته كفراغ عام هام بوسط المدينة فقد تم اختياره أن يكون دراسة الحالة لهذه الورقة .

تحليل الواقع الوظيفي الحالي لموقع الدراسة حسب معايير (Jan Gehl):

بناءً على مقاييس الجودة الخاصة بـ (Jan Gehl)، والتي تسهم في إضفاء طابع إنساني على الفراغ العام أعد الباحث قائمة مفصلة توضح هذه المقاييس وتصنيفها و تطبيقها على الميدان وعناصره المختلفة ومعرفة مدى توافرها من عدمه.

1.1.4 الحماية:

وتنقسم الحماية إلى ثلاث أنواع مهمة جداً وهي :

الحماية من المرور أو الحوادث .

• الحماية من الجريمة والعنف .

الحماية من الظروف المناخية غير السارة .

1.1.1.4 منع الحوادث المرورية (الاحساس بالأمان)

الميدان محاط بالطرق من الجوانب الأربعة من الداخل ويقوم مقام الجزيرة الكبيرة لتوزيع حركة المرور على حوالي ثمانية مسارات، (الصورة 2). وهذا يدل أن تنقل المشاة من وإلى الميدان تتقاطع مع حركة السيارات في جميع الاتجاهات. أما من الناحية الأخرى الاثاث والمتطلبات الضرورية لحماية التنقل على الأقدام من حركة المركبات والحوادث على سبيل الذكر اللوحات الإرشادية و الدهانات الأرضية لمناطق عبور المشاة وألوان البارادورات الجانبية والتي تعتبر بألوانها المختلفة جزء من الاشارات المرورية أيضاً الاشارات الضوئية والانارة الكافية و تتوفر هذه الاشياء بشكل جزئي غير كامل. (الصورتان 3 و4).



الصورة (2): الاستخدام الشديد والمزدحم للسيارات بجانب الساحة. (شبكة الانترنت)



(3)، (4)

افتقار للعلامات الإرشادية وانعدام مناطق قطع الطريق. (شبكة الانترنت)

2.1.1.4 الجريمة والحماية منها (الإحساس بالاطمئنان)

الساحة محاطة بالكثير من المنشآت ذات الاستخدامات المتنوعة. على سبيل الذكر محلات (مقاهي، إلكترونيات، احذية، حلويات، إلخ)، خدمات غذائية، والمدينة القديمة والسرايا الحمراء. مكاتب خاصة ومصارف. مع العديد من الاستخدامات المتنوعة، لا سيما (المباني الإدارية والمتاجر) المدينة القديمة والمتاجر الموجودة في الشوارع المحيطة بالميدان والمصارف، تصبح الساحة مكانًا حيويًا وآمنًا للأشخاص الذين يأتون ويذهبون أثناء النهار. قلة الخدمات والاستخدامات التي تعمل حتى وقت متأخر من الليل مثل المحال التجارية، وربط الساحة بعدة

مباني ومساحات غير مأهولة بالليل مثل المصارف التجارية والسرايا الحمراء (المتحف) تعزز من احتمالية الجريمة، ولكن نظرًا لعدد السكان الذين يعيشون في المنطقة، الذين يمكن احتسابهم كمصدر يساعد في أمن الساحة (الصور 5، 6).



الصور رقم (5) (6) علاقة الساحة بجزء من الابنية والفضاءات الشاغرة من الاشخاص. (تصوير الباحث)

3.1.1.4 الوقاية من التجارب الحسية غير السارة

تم تخطيط الميدان على شكل مستطيل، محاطة بالطرق والابنية وتفصلها من كل الجوانب بالشوارع. يتفاوت ارتفاع هذه المباني من ثلاثة طوابق إلى خمسة طوابق، حجم الميدان كبير، مبلطة بالإسفلت بالكامل، خالية من المساحات الخضراء وقليلة الأشجار وعناصر المياه عدا نافورة الأحصنة المجنحة الموجودة في طرفها الجنوبي . بالنظر إلى مكونات موقع البحث يتضح أن الميدان يواجه الرياح والغبار من كل الاماكن طول السنة كون الشوارع تعمل كمسارات لتسلل الرياح وانخفاض بعض الأبنية المحيطة (الصورة 7)، وكبر حجم الميدان. حيث من الواضح أن معظم ارجاء الميدان يتعرض لأشعة الشمس. بالإضافة إلى تعرض الميدان لارتفاع درجات الحرارة في فصل

الصيف نتيجة وجود كميات كبيرة من الإسفلت وعلاوة علي ذلك التعرض لأشعة الشمس المرتدة من الأرضية ، فيما يتعلق بتواجد ومتطلبات الاثاث الواجب توفره لوقاية المستخدمين من العوامل البيئية القاسية في الموقع ، علي سبيل الذكر الأقواس والمظلات المهمة للوقاية من المطر وأشعة الشمس ، تستخدم الأشجار والنباتات كمصدات للرياح أو مصادر للظل ، فضلاً عن المساحات الخضراء (الصور 8) اما عن الجزء المتعلق بالماء المستعمل لتقليل الحرارة ، فإن وجودها قليل ومحصور في منطقة معينة من الميدان. مما يدل بقوة إلى عدم وجود العناصر البيئية التي تحمي من الظروف الشديدة.



الصورة (7): ندره الأشجار والمسطحات الخضراء بالساحة.(شبكة الانترنت)



الصور رقم (8): وجود شوارع عديدة وكبيرة الحجم بين المباني تساهم بدخول الرياح للميدان. (تصوير الباحث)

2.1.4 الراحة

تتحقق الراحة لمستعملي الفراغات العامة بتحقيق العديد من العناصر المهمة والتي تتمثل

في:

- فرص المشي.
- فرصة الوقوف والبقاء.
- إمكانية الجلوس.
- إمكانية الرؤية.
- إمكانية السمع والتحدث.

- إمكانية اللعب والانفتاح وتوفير الأنشطة.

1.2.1.4 فرص المشي:

كما ذكرنا انفا تتداخل حركة المشاة والسيارات حول الميدان وتتقاطع في جميع الجوانب، مما يقلص من امكانية السير على الاقدام خشية من الاصطدام بالسيارات. كذلك تصميم الميدان يساعد على المشي في اغلب اجزائه عدا الجزء الجنوبي والذي توجد به بعض المناسيب التي لا تدعم السير على الاقدام وبالإضافة إلى ذلك يفنقر الميدان إلى اللوحات الارشادية والإشارات الضوئية التي تساعد على تنظيم الحركة والتي تحدد أولوية حركة المشاة، ويفنقر إلى أبسط الأساسيات لجعله مناسب وملائم للمشاة كممرات مخصصة للمعاقين ومستعملي العربات والن. المماشي المريحة والأشجار والنباتات والاشجار والعناصر المعمارية التزيينية التي تشد الإنتباه وتساعد على بقاء المستعملين في الميدان والتجول في أرجائه هذا بالمجمل يذكر ان حركة المشاة بلا شك في الميدان تعتبر غير واضحة وتحتاج الكثير من التجهيزات والادوات والأثاث.

2.2.1.4 فرصة للوقوف والبقاء :

كما هو موضح سابقا في وصف عناصر الميدان، فان مجال البحث يحتاج مواد تصميمية مشوقة ووجهات ملفتة واللوحات الاعلانية المميزة. ينقص بالميدان الكثير من أثاث الشوارع المهمة التي يمكن استعمالها لوقوف السيارات مؤقتًا للاستراحة او رؤية الأنشطة (الشكل 9). هناك أيضا نقص في الميدان للأماكن التي تتيح للمستعملين المكوث بها بعيدا عن مضايقة تنقل الأشخاص. يشير غياب كل هذه المواد إلى أن طبيعة هذا الميدان رغم أنه أشهر ميادين البلد لا يدعم المكوث لفترة أطول عدا أوقات المناسبات الوطنية والدينية الضخمة.



الصورة رقم (9): توضح مجموعة من اللقطات التي تعرض افتقار الميدان الي الواجهات الجذابة ونوافذ العرض التجارية الملفتة للانتباه التي تشجع على البقاء في الميدان لفترات اطول.(تصوير الباحث)

3.2.1.4 فرصة الجلوس:

من خلال توثيق الأثاث والمعدات الخاصة بالجلوس الدائمة والمتحركة في موضع البحث، تبين ان جزء من أماكن الجلوس غير المريحة الموضوعة في الجهة الجنوبية من الميدان غير كافية ونستخلص من هذه المشاهدة ان الميدان ينقصه وبشكل كبير عدد أماكن الجلوس المحمية من كل الظروف. الافتقار إلى تصميم الأثاث المشجع للجلوس مثل صناديق القمامة، وعناصر الإضاءة والمناظر الطبيعية، وانتشار أماكن الجلوس بنمط لتشمل جميع الوظائف والرغبات مثل الطبيعية وحركة الشارع والقراءة، والمطالعة، والمحادثة، وتناول الطعام، والراحة والتفاعل الاجتماعي ... الخ. هذا الحال يدل على أن مثل هذه الميادين لا تتيح فرصة للجلوس بشكل مريح من ضمان الرغبات المختلفة.



الصورة رقم (10): توضح نوع الكراسي المستعملة من قبل المقاهي داخل الميدان. (تصوير الباحث)

4.2.1.4 إمكانية الرؤية

عبر التحليل البصري للميدان يدرك ان ملاحظة توجه المشاهدة خلال الساحة تصبح سهلة كاملة نظرا كون الساحة خالية من أي عنصر تحجب الرؤية. كما نشاهد كتل المنشآت المجاورة للميدان خاصة مبنى السرايا الواقع في الجهة الغربية. من ناحية تصميم الواجهات وارتفاعات المباني او نمط التصميم ومواد البناء والوانها هناك اختلاف كبير من حيث التوافق. علاوة على بعض المواد التي تشارك تناقص الشكل البصري للميدان على سبيل الذكر الافتقار الي اثاث الميدان والعناصر الطبيعية. من خلال ما ذكر سابقاً نستطيع الحديث عن إمكانية الرؤية والمتعة في المشاهدة في موقع الدراسة.

5.2.1.4 إمكانية السمع والتحدث

مستويات الضوضاء في بيئة الموقع، التي تم دراستها خلال المسح الميداني، تبين ان مستوى الضجيج مرتفع بصورة عالية، وخاصة في أطراف الميدان فإنها اعلي نتيجة لقربها من حركة السيارات المرتفعة. لا توجد مساحات أو مرافق في نطاق الميدان حيث يمكن للناس الالتقاء والتحدث باستثناء العربات وطاولات الباعة.

5.2.1.4 إمكانية اللعب والانفتاح وتوفير الأنشطة:

بالرغم من حجمه الكبير نسبياً، لا يحتوي الميدان على اماكن معدة للعب أو التمرين. فيما يتعلق باحتمال توفير اللعب المؤقت والقدرة على العمل المتعلقة بالترفيه قابلة للتحقيق، وهذا سيسمح للمنطقة معظمها بأن تتحول الى مكان مستعد للفاعليات المختلفة.

3.1.4 المتعة او السرور:

من العناصر المهمة التي يحتاجها مستخدمي الفراغات العامة للإحساس بالاستمتاع العناصر التالية:

- المقياس
- التمتع بجوانب المناخ الإيجابية
- الجودة الجمالية والعشور الإيجابي

1.3.1.4. المقياس

مكان البحث هو فراغ محدد بالشكل واضح الحدود، ويعد من المساحات الإيجابية التي نستطيع معايرتها من خلال آراء الناس، هذا النمط من المساحات يعد مساحة للتجمع ومزاولة فاعلياتهم. الطول بين أطراف الساحة (الرأسي والأفقي) هي المسافة التي تظهر فيها حركات الشخص ولغة جسده. معدل D / H في أقصى قيمة عن 2 مما يدل على أن الميدان واسع وفسيح ورؤية تفاصيل حواف المنشآت والواجهات المرتفعة سهل ومريح.

2.3.1.4 التمتع بجوانب المناخ الإيجابية:

كما اوضحنا سابقا فان الميدان يتسم بحجم كبير وعوامل انشائية ومكان يجعل اغلب اقسامه عرضة للشمس بفصل الشتاء وتلقي الهواء اللطيف صيفا إلا أن هذه الشمس ستصبح غير محببة في فصل الصيف لشدتها وعدم وجود عناصر حماية منها، سيكون الميدان أيضا عرضة للرياح القوية الباردة لفصل الشتاء لعدم وجود أي عناصر تخفف منها وقلة الظلال وبالأخص من الجهة الجنوبية الغير محببة. كل ما ذكرنا سلفا لا يمثل أسلوب وافيا لكي يستطيع مستخدمي الساحة التمتع بالنشاطات والفاعليات. هناك مواد تصميم وتجهيزات للميادين والمساحات العامة ضرورية حتى يستطيع القيام بمهامه , على سبيل الذكر اتاحة البدائل للمتجولين للتمتع بالطقس الملائم والوقاية العوامل البيئية الغير جيدة.

3.3.1.4 الجودة الجمالية والعشور الإيجابي:

وبمشاهدة عناصر الميدان يتبين قلة مكونات تصميمية تساهم على تشجيع المهارات الملموسة على سبيل الذكر المكونات التصميمية (الملمس، المواد، اللون، النباتات، المكونات البنائية والمائية، والمقاعد) من خلال هذه الدراسة نستطيع تحقيق هذا المقياس بالاهتمام علي تحسين فراغ الساحة بمنظورها العام لتشمل جميع مكوناتها مثل شكل الأبنية طرق المشاة والفراغات والفاعليات العامة ومكونات وفرش الشوارع والأشجار والنباتات وغيرها.

5. النتائج:

رغم أن ميدان الشهداء من الأماكن المعروفة جدا والتي تستقطب الكثير من الجمهور في المناسبات الوطنية والدينية الكبرى إلا أن تقييم هذا الميدان وفق معايير Jan Gehl الفراغات العامة أظهرت التالي:

- عدم وضوح الشعور بالأمان والسلامة من حوادث المرور بالنسبة للمشاة.
- رغم أن الميدان يعتبر مكاناً آمناً من الجريمة في فترات النهار إلا أن الفترة الليلية لا تتوفر فيها نفس العناصر المتوفرة في الفترة الليلية.
- نقص شروط الحماية من الظروف المناخية الغير سارة في الميدان.
- نقص التجهيزات والأماكن المخصصة لحركة المشاة وعدم توفر الراحة للمكوث فيه لمدة أطول وعدم تشجيع البقاء.
- نقص الفرص للاستمتاع بالجلوس والمحادثة نتيجة نقص الأثاث الذي يشجع على ذلك
- فرص المشاهدة والاستمتاع بالمناظر الجمالية والواجهات المحيطة بالميدان تعتبر جيدة جدا
- نقص الأماكن والتجهيزات التي تشجع وتحفز على الحديث والتعارف باستثناء نقاط قليلة جدا به.
- يفتقر الميدان الى الفراغات المصممة لتشجيع اللعب وممارسة التمارين الرياضية وأظن أن سبب ذلك هو أن الميدان يمثل أيقونة للبلد بالكامل وهو يجذب ويشجع غالبا الجمهور للحضور في المناسبات الوطنية والدينية والاجتماعية الكبرى.

6. الإستهتاج

يتيح المسح الميداني للاماكن العامة بميدان الشهداء بأسلوب (Jan Gehl) وتوفر المقاييس الاثنى عشر الأساسية بهذا الميدان والتي تستطيع تعزيز أسلوب ورد فعل الأشخاص مع الفراغات الحضرية وكيف ينجح او يفشل الأشخاص بأداء الفاعليات البشرية المتنوعة. يمكن لهذه الدراسة أيضًا وضع المهام الحضرية التي قد تساعد في ظهور الحياة الحضرية في ميدان الشهداء. بينما كانت دراسة اختلاف الوظائف الحضرية التي تمثل المحال التجارية والمقاهي ومباني حكومية. ومع ذلك فإن قلة الأثاث الحضري وتدني جودة البيئة المبنية في معظم الميدان، وتدني العناصر الكائنة بالميدان ونقص التفاعل بين المكان والأشخاص، ويظهر النقص في عدم تشجيع الاشخاص على المكوث في الميدان لمدة أكثر. خلصت حصيلة الدراسة الى ان المعطيات لا توفر تنوع في البدائل إلى وجود صلة هشة بين البدائل البيئية الحضرية وشح الوظائف الحالية الذي يؤثر الوقت الذي يقضيه الناس في الأماكن العامة، لنقص الفاعليات. بهذه الحالة نستخلص أن جودة المواقع العامة واختلاف وظائفها تؤثر على كيفية استعمال الاشخاص لها وكيف يتصرف الناس بشكل مختلف اعتمادًا على نوع الفاعليات التي يرغبون أداؤها بالاماكن العامة، أي أن كل ما ذكر سابقا من عناصر ومدى توفرها سيجعل المكان أكثر إنسانية (ملائم للاستعمال الإنساني) مما سيجعل الاماكن العامة أكثر استعمالا على نطاق واسع ويومي. حيث ستشجع الأشخاص على عرض اهتماماتهم والتعرف على الآخرين وتوفير امكانية للأطفال للعب أو المشي والتنقل. كل هذه لها مزايا ضرورية تتيح بناء جوهر المجتمع. يستند نجاح فراغ معين على الأشخاص الذين يترددون على ذلك الفراغ يستغلونها بانتظام أكبر من اعتمادها على المصممين أو المخططين الحضريين.

7. التوصيات:

يقتضي اعتبار ما يلي اثناء اكتشاف الفراغ الحضري العام وتحسينه ليكون أكثر إنسانية:

- متابعة إستخدام الناس للفراغات العامة.
- الإعتماد على مساهمة الناس في تقييم جودة الفراغات العامة.
- تعزيز الحياة العامة عبر تخطيط الأماكن العامة.
- وضع مجموعة من المؤشرات لمعايرة كفاءة توظيف القطاع العام بالتدرج.

- استخدم أسلوب Jan Gehl ومعاييره الـ 12 الفراغات العامة والأماكن العامة لتناسب مستعملها بشكل أكبر.

8. المراجع

- [1] Carr, S., Francis, M., Rivlin, L. G., & Stone, A. M.(1992) **Public Space**. Cambridge: Cambridge University Press,.
- [2] Banerjee, T. **The future of public space: Beyond invented streets and reinvented places**.(2001) American Planning Association. Journal of the American Planning Association.
- [3] Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. **A Pattern Language**.(1977) New York: Oxford University Press.
- [4] Arendt, H. **The Human Condition**.(1958)Chicago: University of Chicago D. Press.
- [5] Carmona, M., Magalhães, C., & Ham, L.(2008)**Public Space: The management dimension**. London and New York: Routledge.
- [6] Gehl, J.(2001)**Life Between Buildings: Using Public Space** (5 ed.). ArkitektensForlag.
- [7] Krier, R.(1979)**Urban Space**. London: Academy Edition.
- [8] Seto, K. C., B. Guneralp, and L. R. Hutyrá.(2012)“**Global Forecasts of Urban Expansion to 2030 and Direct Impacts on Biodiversity and Carbon Pools.**” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109 (40): 16083–16088.
- [9] Beatley, T., and K. Manning. (1997) **The Ecology of Place: Planning for Environment, Economy and Community**. Washington

استخدام معايير LEED لتقييم الاستدامة في المباني السكنية العمودية في ليبيا

حالة دراسة العمارات السكنية في منطقتي النجيلة والخلاطات في طرابلس

^{1*} د. حمزة محمد الخازمي ، ² فاطمة سعيد ساسي

^{1*} قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة القبولي، جامعة المرقب، ليبيا
^{2*} قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة القبولي، جامعة المرقب، ليبيا

¹ hammtmh@gamil.com ، ² fsasi4403@eamil.com

المخلص

بعد التطور الكبير في قطاع البناء والتشييد والزيادة الكبيرة في اعداد السكان في مناطق مختلفة من العالم اصبح هذا القطاع من القطاعات المهمة المعنية بشكل مباشر بمفهوم الاستدامة نظرا لما يستهلكه من طاقة ومصادر طبيعية natural resources حيث تعد عنلية البناء من العمليات التي تستهلك قدرا كبيرا من الطاقة سواء في مرحلة الاستخراج والانتاج او في مرحلة البناء او في مرحلة الاستعمال وهي المرحلة الاهم والاكثر استهلاكا للطاقة، ونظرا لما تسببه عملية استهلاك الطاقة من تاثير مباشر على المناخ والبيئة وما يحدث الان من تغيرات مناخية سببها التلوث البيئي كان لزاما العمل على ابتكار اساليب وطرق حديثة تعمل على استكمال عمليات البناء باقل قدر ممكن من الطاقة المستهلكة، من هذا المنطلق ظهر مفهوم الاستدامة وهذا الامر ادى الى ظهور عدة محددات ومعايير علمية تقيم مدى جودة الاستدامة في عملية البناء وتعتبر معايير LEED احدى اهم هذه المعايير المستخدمة في وقتنا الحاضر. هذه الدراسة ركزت على تقييم الاستدامة في المباني السكنية نظرا لان هذا النوع من المباني يشكل ما يقارب 60-70% من اجمالي البيئة المبنية وتم اختيار المباني العمودية نظرا لان معدلات الاستهلاك فيها اكثر من الانواع الاخرى من المباني السكنية حيث تم اختيار المباني السكنية العمودية في منطقة النجيلة كعينة للمباني العمودية الحديثة المبنية داخل المخطط العام والعمارات السكنية في منطقة الخلاطات والتي بنيت خارج المخطط العام للمدينة في منطقة مشروع الهضبة.

ان تقييم الاستدامة في هذه المجمعات السكنية يؤدي الى كشف نقاط القوة والضعف فيها مما يمكننا من الوصول الى تصميم مستدام يلائم البيئة المحلية في ليبيا وذلك من خلال الاستفادة من عناصر القوة ومعالجة نقاط الضعف في التصميم والتخطيط لهذه المجمعات السكنية.

كلمات مفتاحية: مفهوم الاستدامة، مصادر طبيعية، التلوث البيئي، معايير LEED، المباني السكنية العمودية.

المقدمة

اصبح قطاع الانشاء والعمران يشكل هاجسا للعلماء والمتخصصين في البيئة نظرا لمساهمته في التأثير المباشر على البيئة والمناخ، واصبحت الاستدامة هاجسا كبيرا وقضية ذات اولوية للمعماريين وصناع قطاع الانشاء والعمران فعكف العديد منهم على ايجاد طرق ووسائل علمية تمكن من انتاج مباني ذات كفاءة عالية باقل قدر ممكن من التأثير السلبي على المناخ[1]، حيث اشارت بعض الدراسات بان المباني المستدامة أصبحت تقدم بديلا متميزا للمباني التقليدية وتعمل على حفظ الموارد والحد من التلوث والحفاظ على صحة ورفاهية المستخدمين [2]، كما اوضح بعض الكتاب والمتخصصين بان البناء باستدامة يعتبر أسلوب بناء يسعى للتكامل من حيث الجودة مع الأداء الاقتصادي والاجتماعي والبيئي للمبنى[3]. في العقود الاخيرة من القرن الماضي اصبح الاهتمام بالتلوث البيئي عنصرا مهما من العلوم البيئية وصاحب هذا التطور ظهور مدارس فكرية ومؤسسات علمية تنادي بتخفيض الانبعاثات المسببة للتلوث البيئي والناجمة من قطاعات مختلفة كالصناعة والنقل والانشاء[1]. هناك صيحات في العامل اليوم تنادي بخفض التأثيرات البيئية والتقليل من استهلاك الطاقة والمياه واستخدام المواد الصديقة للبيئة وعدم استنزاف الموارد وزيادة كفاءة الطاقة من الناحية التصميمية والتنفيذية، فقد بات إدماج المعايير البيئية مهجراً عالمياً يهدف الى تخفيف الاثر السلبي للمباني على البيئة[4]. العوامل المذكورة سلفا ادت الى ظهور عدة مدارس فكرية ومؤسسات عالمية هدفها دراسة الاستدامة ووضع معايير دقيقة لها، وتعمل هذه المعايير على انتاج مباني تكون صديقة للبيئة، ومن اهم هذه المعايير على سبيل المثال لا الحصر هي LEED, BREEAM, CASBEE. لذا هدفت هذه الدراسة الى اختيار اداة LEED لاستعمالها كمعيار لتقييم الاستدامة في المباني السكنية العمودية في كل من منطقة النجيلة بجنزور ومنطقة مشروع الهضبة (عمارات الخلاطات) في مدينة طرابلس.

المواد والمنهجية بناء على ما سبق، فقد اعتمدت الدراسة استخدام المنهج الوصفي التحليلي لتكوين إطار نظري يشتمل على المفاهيم المتعلقة بمشكلة البحث وأهدافه كمفهوم الاستدامة والتصميم المستدام ومبادئه واهم المعايير وادوات القياس العالمية المستخدمة في هذا المجال، وصولاً إلى بناء معايير تقييمية تساعد المصممين في الوصول بالعمارة السكنية إلى نطاق الاستدامة وتحديد نقاط القوة والضعف في هذا النوع من المباني لتطويرها وتحسين ادائها في المستقبل. تعتمد الدراسة

في منهجيتها للوصول الى النتائج المرجوة على الزيارات الميدانية واجراء مسح للعينات الموجودة
واجراء مقابلات مع المستعملين (Residents) واجراء استبيان Questionnaire لتقييم جودة
هذه المباني وقياس هذه البيانات باستخدام اداة LEED.

مشكلة الدراسة

ان السبب الرئيسي في اختيار هذا النوع من الدراسات العلمية هو ظاهرة التلوث البيئي والتي يشكل
قطاع الانشاء والتوسع العمراني نسبة كبيرة منها وعلى وجه الخصوص الاسكان العمودي، بالاضافة
الى ان انشاء مجمعات عمرانية جديدة بدون اجراء معايير للاستدامة يعتبر اهم عقبة للتوجه
بعملية الانشاء نحو الاستدامة.

هذا الامر جعل من اللازم وباسرع وقت ممكن البدء بوضع معايير ومقاييس خاصة بالاستدامة
لتكوين بنية عمرانية ذات جودة عالية وباقل قدر ممكن من التلوث البيئي.

اهداف الدراسة

يمكن ايجاز اهداف هذه الدراسة في النقاط التالية:

- التعريف بمفهوم الاستدامة
- التعريف بدور الاستدامة في الانشاء
- تقييم جزء من المباني السكنية الحالية من ناحية الاستدامة.
- اظهار نقاط الضعف والقوة في عينات الدراسة من ناحية الاستدامة.
- ايجاد حلول بديلة للمشاكل الحالية في المباني السكنية من ناحية الاستدامة.

الجانب العملي والمنهجية:

تعتبر المنهجية **Methodology** أحد اهم عناصر الدراسات والبحوث العلمية ويمكن ان تعرف
بانها توظيف لمجموعة من الوسائل والمناهج والمعلومات للوصول الى نتائج الدراسة.
المنهجية المستعملة في هذه الدراسة هي المنهج التحليلي (**analytical method**) والذي يعتمد
بالأساس على تحليل مكونات كل عينة (مدينة) وذلك من خلال دراسة مخططات كل مدينة
ومكوناتها ودراسة التركيب الفيزيائي المعماري لكل مدينة وذلك عن طريق:

* الملاحظة **observation**

في الدراسات العلمية ذات الطابع العملي و الميداني (**Field studies**) تعتبر الملاحظة عنصر مهم لمراقبة المتغيرات والمكونات الرئيسية لعينة الدراسة فقد أشار (**Ganter, 1977**) بأنه للوصول الى فهم السلوك ضمن البيئة فان المصمم يحتاج الى ان يتحصل على معلومات وافية عن تفاعل الناس وهذا يتضمن ما يمكن ملاحظته خارج هذه البيئة وما يجري بداخلها، اذن ملاحظة عناصر الدراسة في أي مجال كانت هي عنصر أساسي في منهجية الدراسة ويمكن اعتبارها مصدرا رئيسيا لجمع وتحليل البيانات المستخدمة [3]، فمن خلال ملاحظة المخططات للمدينة ككل وللمباني لوحدها يمكن استنتاج اهم الخصائص العمرانية والمعمارية لكل عينة.

*المقارنة **comparison**

حيث يتم استخدام المنهج المقارن (**comparative method**) وذلك يتم بمقارنة قيم او عناصر مشتركة بين عينات الدراسة لتحديد مدى تشابه او اختلاف هذه القيم او العناصر ضمن تلك العينات.

*الأدوات المستخدمة

للوصول الى نتائج علمية للدراسة فان المنهجية تتطلب استخدام خرائط للمدينتين كاملتين وكذلك مخططات معمارية للمباني المراد دراستها، كما ان تحليل الأداء الحراري للمباني يتطلب استخدام أجهزة قياس حرارية **thermal measurements** لتحديد مدى الراحة الحرارية في عينات الدراسة نظرا لأهمية الراحة الحرارية والأداء الحراري للمباني في عملية الاستدامة. اعتمدنا في إنجاز البحث الجمع بين الأسلوبين النظري والتطبيقي والتكامل فيما بينهما، وقمنا باستخدام الجداول والأشكال والصور كوسائل إيضاح ملموسة. هذا الأسلوب المباشر لمعالجة المعطيات يمكننا من الوصول الى نتائج الدراسة بشكل مباشر.

مفهوم الاستدامة

هنالك العديد من الدراسات التي تناولت تعريف الاستدامة في مجالات علمية مختلفة وحاولت ايجاد مفهوم لها الا ان ارتباط الاستدامة بعدة فروع وتخصصات علمية جعل من الصعب وضع تعريف محدد لها، الا انها بشكل عام تقدم كمفهوم، حيث اوضحت (منى الشامس) [5] بان الاستدامة هي مفهوم ينطلق من نظرية إنسانية تدعو إلى الاهتمام بمستقبل الإنسان، ومن ثم الحفاظ على البيئة التي تعطي الاستمرارية للإنسانية بهدف إنجاز الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وبالتالي

تعزيز الحياة بالطريقة التي تسمح للأخريين بسد احتياجاتهم في الحاضر والمستقبل. كم ان بعض المتخصصين بينوا تعريف الاستدامة بانها هي إمكانية إحداث التغيير والتنمية المطلوبة التي تفي بإحتياجات المجتمع الحالي من خلال منظومة بيئية اقتصادية واجتماعية و تضمن الحفاظ على مقومات المجتمع للأجيال الحالية وكذلك المستقبلية". في عالم الانشاء عرفت الاستدامة باكثر من تعريف، فجد ان هند بن حسين أشارت الى ان الاستدامة في البناء هي تقليل تأثير البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية و تحسين فعالية المبنى لضمان حياة ذات جودة عالية للأجيال المستقبلية[6]. ويرى اخرون بان الاستدامة في المباني تعني أن تكون البيئة المبنية الموجودة في علاقة عضوية مع كل من البيئة المحيطة بالمبنى والبيئات التي تنشأ فيها مواد البناء، وتعني أن مبادئ الاستدامة ينبغي أن تكون شاملة وتأخذ في الاعتبار الثقافة المحلية والاقتصاد والمواد والبيئة. اذا، فالاستدامة هي الحفاظ على البيئة الحالية والموارد الطبيعية فيها لسد احتياجات الحاضر والمستقبل دون الضرر بها.

1. الاستدامة في المباني

يجب درست الاستدامة في المباني وشرحت في العديد من الكتب والمجلات والرسائل العلمية من قبل العديد من العلماء والمتخصصين والباحث، فعلى سبيل المثال ذكر (د.القيق، 2018) بان التصميم المستدام للمباني هو التصميم الواعي بيئياً، والتصميم البيئي، وهو فلسفة تصميم الأشياء المادية والبيئة المبنية والخدمات لتتوافق مع مبادئ الاستدامة البيئية، ويرى البعض الاخريان الاستدامة في المباني القائمة يمكن وضعها في النقاط التالية:

- الحد من استهلاك الموارد الطبيعية والاطاقة.
- منع استخدام المواد الموثة للبيئة باكبر قدر ممكن.
- التكامل التام بين المصمم المعماري والمصمم البيئي والمخطط العمراني عند اعداد وتصميم اي مشروع عمراني.
- القيم الجمالية للمباني
- استكمال الدراسات المكملة كالاقتصادية والاجتماعية والبيئية.
- وضع معايير ادارة المخلفات واستهلاك المياه والطاقة كمعايير اساسية للتصميم المستدام[8]. طبقا لما نشره (اليوسف، 2015) فان الابنية المستدامة هي تلك الابنية التي تأخذ

بالاعتبار وتحترم الترتيب الطبيعي للأشياء وهو التصميم الذي يقلل التأثير السلبي للإنسان على الطبيعة المحيطة من مواد وموارد بالإضافة إلى النظم السائدة في الطبيعة [9]. ظهرت المباني المستدامة كتطبيق على أرض الواقع وتحولت من مجرد أفكار وحسابات إلى مباني ومنشآت نفذت في أماكن مختلفة حول العالم وقد حققت هذه النماذج جزءا مهما من النتائج المأمولة حيث أوضح (عجاج، 2019) طبقا لدراسات أجريت في أمريكا على المباني المستدامة بأنها حققت تقليل في استهلاك الطاقة بمقدار 30% وأن تكاليف الصيانة والتشغيل قد قلت بما يقارب 15% عن سابقتها وأن نسبة الانبعاثات قد انخفضت بنسبة 35% وأن المخلفات الانشائية قد قلت بنسب كبيرة جدا تصل أحيانا إلى ما نسبته 75% [10]. هذه النسب والنتائج ستشكل نقلة نوعية في التقليل من الانبعاثات الضارة وتحسين البيئة العمرانية إن تم اعتمادها كمنهج علمي للتصميم المعماري للمباني المستقبلية.

2. المعايير العالمية المستخدمة في تقييم الاستدامة في المباني

3. كما ذكر سالفًا، فإن قطاع الإنشاء أصبح يشكل مصدرا كبيرا لاستهلاك الطاقة والتلوث

وكرر فعل لإيجاد حل جذري لهذه المشكلة فقد تنامي الوعي العام تجاه الآثار البيئية المصاحبة لأنشطة البناء، وبناء عليه ظهرت عدة محاولات لإيجاد هذه الحلول ومن أهم المؤسسات التي عملت على هذا الجانب هي:

- مؤسسة بحوث البناء وطرق التقييم البيئية BREEAM في بريطانيا.
- مجلس البناء الأخضر الأمريكي USGBC الذي أحدث ابتكار نظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي LEED.
- مبادرة المباني الخضراء بكندا والتي أنتجت (Green Building Initiative) (G. B.
- معيار المباني الخضراء الأسترالي GBA Green Building of Australia
- معيار المباني الخضراء الفرنسي HQE- High Quality Environmental Standard

4. كل الأنظمة التي ذكرت سابقا تشمل في داخلها على مجموعة من المعايير الفرعية

والاساسية للتقييم ((SAID 2017) وقد وقع الاختيار على أداة LEED لتكون أداة

القياس في الدراسة نظرا لانهم الاكثر ملائمة لبيئتنا المحلية وهي الاكثر استخداما في منطقتنا العربية.

5. معايير LEED المستخدمة في تقييم الاستدامة في المباني.
6. تعرف انظمة تقييم الاستدامة في المباني بانها تصنيف بيئي يتضمن مجموعة من المعايير والاسس المطلوبة من المباني لضمان تحققها الكفاءة من المنظور البيئي، (شمس الدين، 2014)، كما تعرف بأنها المنهجية والمعايير والاسس التي تهدف إلى تحقيق أداة تقييمية للمباني يفي إطار أهم المؤثرات البيئية للمبنى كالطاقة والمياه والنفايات والنقل والبيئة الداخلية لضمان الوصول إلى مباني أكثر كفاءة في استخدام الطاقة وتقليل اثارها السلبية على البيئة تحقيق الراحة والرفاهية للمستخدمين.
7. لتحقيق اعلى قدر من الاستدامة فقد تم تقسيم أنظمة LEED الخاصة بالمباني الى مجالات رئيسة هي:

- الموقع المستدام Sustainable Site.
- كفاءة استخدام المياه Water Efficiency.
- الطاقة والغلاف الجوي Energy and Atmosphere.
- المواد والموارد Materials and Resources.
- جودة البيئة الداخلية Indoor Environmental Quality.
- الابتكار في التصميم أو التشغيل (or Innovation In Design) Operations

8. للتوضيح أكثر فالشكل التالي يبين اهم مجالات التقييم في نظام LEED:



شكل رقم (1) مجالات التقييم في نظام LEED المصدر، العدوي، 2022

يعتمد التقييم على مستوى مطلوب لتحقيق تلك المعايير السابقة، وتمنح وفق منهج التقييم شهادات مبنية على مبادئ بيئية تضمن التطبيق البيئي للمباني وتؤكد التزام المباني بها تحدد تصنيفها.

[10]

الجدولين التاليين يوضحان المعايير الرئيسية في تقييم الاستدامة ومستويات الاستدامة في المباني:

جدول 1 معايير التقييم بنظام LEED المصدر (SAID, 2016).

م	التصنيف	النقاط القصوى
1	استدامة الموقع	14
2	كفاءة المياه	05
3	الطاقة	17
4	الموارد والمصادر	13
5	جودة البيئة الداخلية	15
6	عمليات التصميم والإبداع	05
	اجمالي النقاط الممكنة	69

بعدها تتم عملية جمع النقاط يتم تحديد مستوى الاستدامة من خلال الجدول التالي:

جدول (2) مستوى الاستدامة وفقا لنظام LEED المصدر (منصور، 2010).

م	انواع مستويات التصنيف	عدد النقاط لكل مستوى
1	مستوى البلاتينيوم	69-52
2	المستوى الذهبي	51-39
3	المستوى الفضي	38-33
4	المستوى المعتمد	32-26
5	بلا تقييم	32 او اقل

من خلال النقاط التي تم تجميعها من خلال الاستبيان والعمل الميداني يتبين مستوى الاستدامة في المباني المشمولة بالدراسة.

ان عملية جمع البيانات تطبيق المعايير لا يكون شاملا وانما يتم تقسيمه الى مراحل:

- المرحلة الاولى تقييم معايير الاستدامة اثناء مرحلة التصميم
- المرحلة الثالثة تقييم معايير الاستدامة اثناء مرحلة التنفيذ (مرحلة انشاء المبنى).
- المرحلة الثالثة تقييم معايير الاستدامة في مرحلة الاستخدام (ما بعد التنفيذ).

اما بالنسبة للمعايير المستعملة في المباني السكنية طبقا لنظام LEED لسنة 2016-2017 فقد تم تحديدها طبقا للجدول التالي:

جدول (3) معايير تقييم الاستدامة في المباني السكنية وفقا لنظام LEED المصدر (SAID,2017).

LEED Criteria new building for houses	Percentage %
Location and Transport	15
Sustainable Site	7
Water Efficiency	12
Energy and Atmosphere	38
Material and Resources	10
Indoor Environmental Quality	16
Innovation	6
Regional Priority	4

وكل مرحلة من المراحل السابقة لها معاييرها الخاصة بها، وبما ان عينات الدراسة هي مشاريع اسكانية قد تم تنفيذها والان هي في المرحلة الثالثة فان المعايير التي سيتم تطبيقها هي معايير مرحلة الاستعمال.

سيتم اعتماد معايير التقييم في الجدول 3 الدراسة الاستدامة في عينات الدراسة.

1. عينات الدراسة

بما ان منهجية الدراسة اعتمدت المنهج المقارن فقد تم اختيار عينتين للدراسة الاولى بنيت وفقا للمعايير التخطيطية لمدينة جنزور وهي مجمع عمارات انجيلة والعينة الثانية بنيت داخل المناطق العشوائية وهي العمارات السكنية في منطقة مشروع الهضبة في طرابلس.

1. العينة الاولى عمارات انجيلة بجنزور

جنزور هي منطقة ساحلية غرب العاصمة الليبية طرابلس، تبعد حوالي 12 كيلومتر غرب وسط طرابلس. يمتد طول ساحلها حوالي 20 كيلومتر وتتمتع بأشجار النخيل والزيتون وبمناخ ساحلي مطل علي البحر الأبيض المتوسط، وتتكون جنزور من 9 مناطق كبرى وهي: جنزور السوق وجنزور الغربية وجنزور الشرقية وجنزور الوسط والغيران والنجيلة وشهداء عبد الجليل والصيد والحشان. يحدها محلة قرقارش شرقا (طرابلس)، ومنطقة الماية غربا والبحر الأبيض المتوسط شمالا ومنطقة العزيزية جنوبا. في بداية تسعينات القرن الماضي تم التعاقد مع شركة DAEWOO الكورية الجنوبية لإنشاء مع مجموعة من المجمعات السكنية العمودية الحديثة وكانت مدينة انجيلة الحديثة احدى نتائج هذا التعاقد.

يتكون المجمع من مجموعة من العمارات السكنية المتنوعة المساحة والاحجام متوزعة على هيئة بلوكات عمرانية صصمت بطريقة الشارع المغلق النهائية (CUL-DESAC)



شكل رقم (2) مخطط مجمع عمارات انجيله (المصدر، google map، 2022).



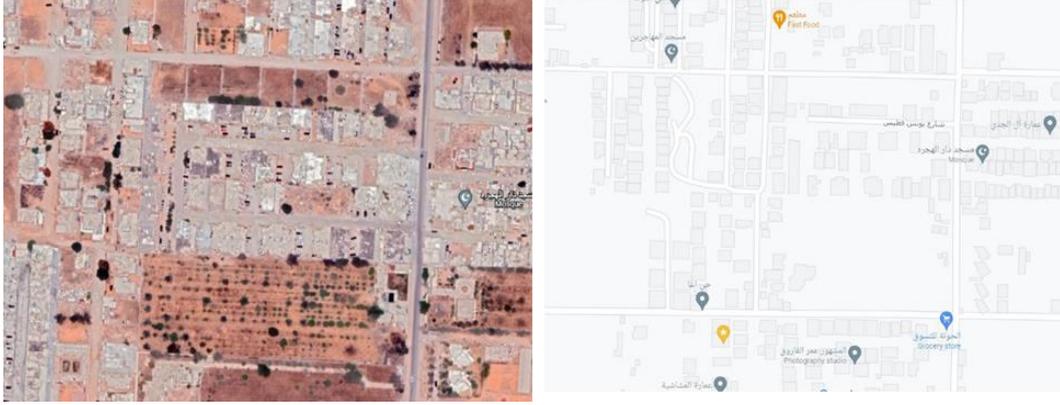
شكل رقم (3) نماذج مختلفة لعمارات النجيلة (المصدر، الباحثون، 2022).

تميز هذا المشروع بكونه احد المشاريع التي رعتها الدولة (قطاع عام) وتم تنفيذه على هيئة بلوكات مغلقة تم تصنيفها حسب حجم الاسرة وتم توفير الخدمات الاساسية بمختلف مستوياتها للمستعملين الا انه بعد استعمال المجمع ظهرت مجموعة من المشاكل سيتم توضيحها في النتائج الميدانية للتقييم .

ب. العينة الثانية عمارات الخلاطات بمشروع الهضبة:

بسبب توقف عمليات التخطيط المستقبلي وزيادة النمو العمراني، ظهرت بؤر عمرانية في الحزام المحيط بالمدينة خاصة في منطقة مشروع الهضبة او ما يعرف محليا بعمارات الخلاطات. تلك المجمعات تم بناؤها عن طريق شركات مقاولات خاصة تعتمد بالاساس على بلوكات عمرانية تضم

مجموعة من العمارات السكنية توزعت في المنطقة ما بين طريق الخلة-طرابلس المركز وطريق المطار من الجهة الغربية.



شكل رقم (4) مخطط مجمع عمارات الخلاطات (المصدر، google map، 2022).



شكل رقم (5) نماذج مختلفة لعمارات الخلاطات (المصدر، الباحثون، 2022).

صممت هذه المجمعات على هيئة صفوف متوازية من العمارات المتراسة ويتوسطها شارع رئيسي خالي من الفراغات العمرانية الحضرية، اظهرت بعض الدراسات الحديثة بان هذه المجمعات بها مجموعة من المشاكل التصميمية والتنفيذية.
ان استخدام معايير ادوات LEED لقياس الاستدامة يمكننا من التعرف بدقة على مدى جودة البيئة العمرانية في العينتين السابقتين.

النتائج

من خلال تطبيق معايير LEED التفصيلية المتعلقة بالمباني السكني فقد تبين ان:

جدول (4) معايير تقييم الاستدامة في المباني السكنية وفقا لنظام LEED (المصدر الباحثين 2022).

الابتكار في التصميم (11)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
فريق عمل متكامل	1	0.75	0.25
طرف مهني ذو خبرة عالية في LEED	1	00	00
فعالية التصميم	1	0.5	0.5
توجيه التصميم للاستفادة من الشمس	1	0.25	0.25
عمليات ادارة المتانة	3	2	0.5
الابداع والتصميم الاقليمي	4	2.5	1
الاجمالي	11	6	3
الموقع والارتباط (15)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
اختيار الموقع	2	1.5	0.25
المواقع المفضلة	3	00	00
البنية التحتية الموجودة	1	0.0.75	00
طرائق الاتصال	3	1.75	2
امكانية الوصول لفضاء مفتوح	6	5	1.75
الاجمالي	15	9	4

استدامة الموقع (37)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
الاشرف على الموقع العام	1	0.5	00
تقليل المنطقة المضطربة من الموقع	1	0.5	00
تصميم الموقع العام الاساسي	2	1.5	1.5
منع او الحد من الاعشاب الضارة	3	0.5	00
استعمال النباتات المتحملة للجفاف	3	1.5	00
تقليل استخدام المياه للري	6	3	4
تأثير حرارة اليابسة	1	0.5	00
ادارة مياه الجريان السطحي	7	2	00
النفوذية lot preamble	4	2.5	1
التحكم بالتعرية الدائمة	1	0.25	00
ادارة المياه الجارية عن السطوح	2	0.75	0.5
استخدام مواد غير ضارة لمكافحة الحشرات	2	1.75	0.25
التنمية الضغوطة (توزيع الكثافة)	4	3	1.75
الاجمالي	37	18.25	9
كفاءة استخدام المياه WE (31)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
جمع مياه الامطار	4	00	00
تدوير المياه المستخدمة في المنزل	1	0.25	00
استخدام انظمة تكرير المياه العامة	3	0.75	00
نظام ري ذو فعالية عالية	3	0.5	00
مراقبة طرف ثالث	1	0.5	00
خفض نظام الري الى ما دون 45%	4	2	3
استخدام المياه داخل المنزل	6	3	3
استخدام ادوات صحية ذات فعالية عالية	3	2	2
استخدام ادوات صحية ذات فعالية عالية جدا	6	1	1
الاجمالي	31	10	9

المواد ومصادرها MR (16)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
المواد الفعالة في الهيكل	5	3	0.5
مواد مفضلة صديقة للبيئة	8	2	0.5
الحد من نفايات البناء	3	1	1
الاجمالي	16	6	2
جودة البيئة الداخلية (14)	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
التخلص من الغازات الناتجة عن الاحتراق	2	1	0.5
التحكم بالرطوبة	1	0.25	00
التهوية الخارجية	3	1.25	0.5
تحسين التهوية الخارجية	2	0.5	0.25
طرف ثالث لفحص النظام	1	0.5	00
تحسين تصريف الهواء	1	0.5	0.25
توزيع التبريد والتدفئة	3	1	0.5
عودة الهواء الراجع للغرفة بشكل مستقل	1	0.5	00
الاجمالي	14	5.5	2.0
الطاقة والغلاف الجوي	النقاط القصوى	عمارات انجيليه	عمارات الخلاطات
العزل Isolation وتعزيز طرق العزل	2	0.5	00
زيادة اداء غلاف المبنى الخارجي	3	0.5	00
تحسين النوافذ	3	1.5	1.5
الفقد في التدفئة والتبريد بالحد الأدنى	3	0.5	00
تحسين الانظمة الى عالية الكفاءة	4	1.5	00
نوزيع فعال للمياه الساخنة	2	3	4
عزل انابيب المياه الساخنة	1	0.5	00
معدات تسخين المياه عالية الكفاءة	3	2	00
رفع مستوى اجهزة الانارة	3	2.5	1
اجهزة منزلية ذات فعالية عالية	1	0.25	00
استخدام انظمة طاقة متجددة	10	0.75	0.5
اختيار وحدات تبريد مناسبة	1	1.75	0.25
طرف ثالث للمراقبة	2	3	1.75
تنقية وتصفية الهواء بالفلاتر	2	18.25	9
فلتر هواء جيد	2	00	00
مراقبة الملوثات	4	0.25	00
مراقبة الملوثات الداخلية في اثناء الانشاء	1	0.75	00
مراقبة الملوثات الداخلية	2	0.5	00
تهوية كاملة قبل اشغال المنزل	1	0.5	00
الكراج مستقل او بدون كراج	3	2	3
تعليم المالكين والمستأجرين	2	3	3
الوعي العام	1	2	2
التحسين والتطوير والتدريب	1	1	1
تعليم مدير البناء	1		
الاجمالي	31	10	9

يلاحظ من خلال الجدول ان القيم المتحصل عليها في عمارات الخلاطات اقل بكثير من الحد المطلوب للاستدامة وان عمارات انجيليه اعطت نتائج افضل الا انها يظان اقل من المعدلات المطلوبة، فعلى سبيل المثال نجد ان العزل الحراري تم تنفيذه في عمارات انجيليه وتم اهماله في عمارات الخلاطات كما ان شبكة التصريف في العينة الاولى افضل من نظيرتها العينة الثانية لان

عمارات الخلاطات لا توجد فيها شبكة صرف صحي اصلا حيث يتم الاعتماد على خزانات ارضي (بيارات) وهذا له اثر سلبي على البيئة والمباني على المدى الطويل. يمكن ايجاز النتائج المتحصل عليها من التقييم الميداني السابق في الشكل التالي:



شكل رقم (6) نتائج تطبيق معايير LEED على العينات (المصدر، الباحثون، 2022).

يتبين من الجداول (3و4) والشكل (6) السابق ان:

- استطاعت اداة قياس LEED من تقييم مستوى الاستدامة في كلا من عمارات انجيلة وعمارات الخلاطات.
- تشير النتيجة في مقاييس الموقع والابتكار ومقياس الطاقة بان عينات الدراسة متقاربة جدا وهذا راجع الى ان استهلاك الطاقة لايزال في مستويات متقاربة وان التصميم المعماري للشقق السكنية متشابه الى حد كبير.
- اكبر اختلاف بين نتائج العينات مقارنة بالمستوى المثالي للاستدامة يأتي ضمن معيار استدامة الموقع نظرا للاختلاف الكبير في نمط التخطيط الحضري للموقع في كلا العينتين.
- على الرغم من ان مجمع عمارات انجيلة سبق عمارات الخلاطات الا انه تفوق عليه في معايير LEED للاستدامة.
- بالرغم من تفوق القيم المستنتجة لعمارات انجيلة على عمارات الخلاطات الا انها يظلان اقل من المستوى المطلوب.
- اقل قيم للاستدامة كانت في كفاءة استخدام المياه والمواد المستخدمة وجودة البيئة الداخلية.

- بالنسبة لاستهلاك الطاقة نتائجها متقاربة الى حد ما.
- ان الاعتماد على الشركات العالمية للبناء يوفر حدودا مقبولة من الاستدامة كما هو الحال في عمارات انجيله.
- اثبتت النتائج ان البناء خارج المخطط وبعيدا عن عين المراقبة انتج نماذج ذات معايير منخفضة جدا من الاستدامة.
- النمط التخطيطي الحضري كان له اثر كبير في نتائج دراسة الموقع فنجد انه يلامس الحدود المقبولة للاستدامة في عمارات انجيله على غرار ما حصل في عمارات الخلاطات.

التوصيات

- بناء على ما تم التوصل اليه من نتائج للدراسة فانها توصي بالتالي:
- عند تنفيذ المشاريع السكنية وخاصة العمودية فيجب اخذ الاستدامة بعين الاعتبار واعتبارها كجزء لا يتجزأ من شروط التنفيذ.
 - توجيه المصممين والمنفذين (المقاولين) باعتماد معايير تصاميم تقلل من استهلاك الطاقة واستخدام مواد صديقة للبيئة لتحسين مستويات الاستدامة.
 - اعتماد معايير محلية للاستدامة وذلك من خلال تطوير ادوات التقييم الموجودة حاليا بحيث تلائم معطياتنا البيئية والاجتماعية والثقافية وذلك لانتاج سكن يلبي احتياجات المواطن الليبي باقل تكلفة ممكنة.
 - مراقبة القطاع الخاص في تنفيذ المباني السكنية وتطبيق معايير الاستدامة عليه والزامه بها.
 - تطوير القوانين واللوائح التنظيمية البيئية بحيث تتماشى مع متطلبات الاستدامة الحديثة.
 - البدء الفوري في برامج التوعية في مختلف الوسائل الاعلامية المتاحة وذلك لزيادة وعي المواطن حول الاستدامة وفوائدها.
 - انشاء الهيئة الليبية للاستدامة باسرع وقت ممكن.
 - احياء عملية التخطيط الحضري الحديث والتجهيز للجيلين الرابع والخامس وذلك لانتاج مجمعات سكنية ذات تخطيط مستدام و لحد من ظهور المناطق العشوائية والتي تشكل بؤرا لتلوث البيئة.

المراجع

- [1] حليلة زيداني، أ. د بلال الطاهر، الاستدامة في معيار حفظ المواد والمصادر في اشتراطات LEED وتطبيقاته في العمارة التقليدية في مدينة غرداية -الجزائر،مجلة العمارة والتخطيط، م 30 (2، ص ص 215 -246، الرياض) 2018 م / 1439هـ)
- [2]م. جهاد أحمد حنفي، أ.د. مهند محمد العجمي، حماية البيئة المحلية من خلال تطوير أنظمة تقييم إستدامة المباني في مصر، **Minia Journal of Engineering & Technology (MJET), Vol. 37, No. 1. January 2018**
- [3] محمد عبد السلام عجاج، دور المباني المستدامة في التقليل من استهلاك الطاقة والحفاظ على الموارد، المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية بالزاوية 2019.
- [4]د. حاتم محمد سامي الشافعي، تحسين بيئة العمل في المباني الإدارية القائمة من خلال تطبيق معايير الاستدامة وفق اشتراطات LEED ، المجلة الالكترونية الشاملة، العدد 48، 2022.
- [5]منى عبد السلام الشامس، الاستدامة في العمارة السكنية على مستوى التصميم الداخلي مجلة كلية الفنون والإعلام - السنة 6-العدد 11- يناير 2021 - مجلة علمية محكمة تصدر عن جامعة مصراته **Faculty of Arts and Media Journal (Online ISSN 2523-272X)** .
- [6]سيد مرعي / محمود طه. "العمارة البيئية للمسكن التقليدي والمعاصر في ظل العمارة المستدامة". العمارة المستدامة2005. {<http://arch-sustainable.blogspot.com>} :
،الالكترونية معمارية نشرة.
- [7]م.هند راشد سعيد بن حسي، الاستدامة في تصميم المباني مصطلحات وابعاد، الامارات العربية المتحدة،2019.

[8]د. فريد صبح القيق، مفاهيم الاستدامة كمنهجية شاملة لتقييم المخططات العمرانية، كلية الهندسة، الجامعة السالمية بغزة، 2014.

[9] عادل عبد العزيز علي يوسف. تطوير معيار لقياس استدامة المباني في المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير مقدمة لقسم العارة وعلوم البناء، الرياض: جامعة الملك سعود، الرياض، 2015.

[10] نايف بن نايل بن عبد الرحمن أبو علي. التنمية المستدامة في العمارة التقليدية في المملكة العربية السعودية - حالة دراسية منطقة الحجاز، رسالة ماجستير، مقدمة لقسم الهندسة والعمارة الإسلامية، المملكة العربية السعودية، جامعة أم القرى، 2011..

تطبيق مبادئ العمارة المستدامة على المباني ذات الموروث المعماري

"حالة دراسية فيلا سيلين"

³ أ. مفتاح الربيعي المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس archi.alrrabiey@gmail.com	² أ. عبدالسلام الرشيدى كلية التقنية الهندسية - مسلاته eng_alrachidy@yahoo.com	¹ د. وليد فريوان, المعهد العالي للعلوم والتقنية- الخمس waledfree79@gmail.com
--	--	---

الملخص

تعتبر المباني ذات الموروث المعماري القديم جزءاً هاماً من التاريخ المعماري المحلي ومرجعاً للباحثين في مجالات التصميم المستدام، حيث راعت المبادئ والاستراتيجيات التي تم استخدامها للمعالجات البيئية من أجل التكيف مع المناخ المحلي، والتي يكمن تطبيقها واستخلاص المعايير التصميمية البيئية منها، والاستعانة بها في تصميم المباني الحديثة، ونظراً للمشاكل المستحدثة في عمليات التصميم الحديثة حيث أنها لم تأخذ بعين الاعتبار الجانب المكاني أثناء عملية التصميم والتي بدورها أثرت سلباً على راحة مستخدمي المباني، حيث اعتمدت هذه الدراسة على الزيارة الميدانية لأحد المباني الأثرية بمدينة الخمس (فيلا سيلين) للوقوف على إمكانية تحقيق عناصر الاستدامة بها من عدمها للخروج بنتائج وتوصيات من شأنها أن تساعد على تعزيز وتطبيق مبادئ الاستدامة في التصميم الحديث للمباني .

كلمات مفتاحية: التراث المعماري، الاستدامة، فيلا سيلين.

1. مقدمة

تُعد مدينة الخمس من أهم المدن الليبية سياحياً لما تزخر به من موروث معماري يتمثل في العديد من المواقع والمباني الأثرية، فقد استوطنتها العديد من الحضارات بدايةً من الحضارة الفينيقية فالرومانية مروراً بالحضارة البيزنطية ثم الحضارة الإسلامية، ومن أبرز الآثار الموجودة بها مدينة بُدّة الكبرى وفيلا سيلين التي تضم العديد من اللوحات الفسيفسائية الفريدة من نوعها في العالم وملاقف للتهوية وغيرها من المزايا التي تجعلها تحمل مبدأ من مبادئ الاستدامة. مما لا شك فيه، أن مفهوم الاستدامة لا يعتبر مصطلحاً جديداً أو مبتكراً، بل هو مفهوم جسده العمارة التقليدية في مختلف أرجاء العالم منذ القدم عبر التوافق العفوي التجريبي المترابط مع البيئة والاستغلال الكفء لمصادر البيئة الطبيعية وفق تطور حثيث من التجربة والخطأ على مر السنين. لقد كانت العمارة الوسيلة الأساسية التي ابتكرها الإنسان لحمايته من ظروف البيئة الخارجية القاسية، بل تطور الأمر

الى كيفية الاستغلال الجيد لمصادر الطاقة الطبيعية كالشمس والرياح وإمكانيات التربة لتوفير مواد بناء صديقة للبيئة. تشمل المباني ذات الموروث المعماري على الكثير من مبادئ الاستدامة التي تداخلت مع التصميم المعماري وطريقة البناء لهذا الموروث والتي انعكست على النتاج العمراني سواء على مستوى المعايير التخطيطية للمدن والتجمعات الحضرية أو ملامح العمارة التقليدية التي استمدت مضمونها من الحضارات التي استوطنتها على التوالي. يهدف هذا البحث لتحديد مفهوم الاستدامة في مراجع العمارة التقليدية عموماً، والمسكن بشكل خاص، من خلال استعراض العلاقة بين الإنسان والبيئة والحفاظ عليها لاستخلاص مبادئ الاستدامة في تخطيط المدينة التقليدية والوحدة السكنية.

2. تساؤلات البحث

ما هو مفهوم وأهمية الموروث المعماري؟

هل تتحقق مبادئ الاستدامة في المباني ذات التراث المعماري؟

3. فرضية البحث

تقتضى الدراسة أن معايير الاستدامة متحققة في المباني ذات الموروث المعماري القديم والتي تتواجد منها العديد من المباني الاثرية في ليبيا.

4. أهداف البحث

استخلاص عناصر الاستدامة من التصميم المعماري للمباني ذات المورث المعماري في ليبيا.
التأكيد على أهمية الاستدامة في التصميم المعماري.

الوصول الى أسس بيئية يحتذى بها في البناء التقليدي الحديث.

5. منهجية البحث

المنهجية المتبعة هي المنهج التاريخي من خلال سرد مفهوم الموروث المعماري وكذلك المنهج الوصفي أسلوب دراسة الحال، من خلال الزيارات الميدانية للنموذج المختار من المعالم الأثرية بمدينة الخمس فيلا سلين.

6. أدوات الدراسة

الزيارات الميدانية - المقابلات الشخصية

7. الدراسات السابقة

أفي دراسة سابقة أجرتها الباحثة حنان محمد نافع وآخرون، عام 2021 بعنوان "أساليب الحفاظ على الطابع المعماري الطيني لمدينة غات اللببية القديمة واستدامته سياحياً" تركزت الدراسة على مدى تطوير واستدامة التكوين المعماري للمدينة كموروث حضاري ونموذجاً معمارياً، حيث اعتمدت الدراسة على المنهجية الوثائقية التحليلية والاستفادة من الدراسات والتقارير من الجهات المختصة، أظهرت نتائج الدراسة أن منطقة الدراسة اكتسبت أهميتها من دورها التاريخي وموقعها الجغرافي حيث يعد الموقع ذا أهمية وله القدرة على جذب السياح، كما وجدت الإهمال الواضح للمباني ذات الموروث المعماري والحث على كيفية الحفاظ على التراث المعماري لغرض حمايته واستدامة البيئات التاريخية الأثرية، كما توصلت الدراسة إلى من الخصائص المميزة للبناء المعماري للمدينة يمثل مورداً يمكن استثماره بدلاً من انشاء مبانٍ جديدة . وأخيراً توصي هذه الدراسة إلى ضرورة توجيه الاهتمام العالمي وخاصة المنظمات المهمة بالموروث المعماري مثل اليونسكو والايكوموس نحو الموروث المعماري في المدينة لترسيخ مفاهيمه، وتكثيف الجهود الممكنة للتعريف بهذه الكنوز التراثية، ولفت الأنظار إليها لإيقاف اندثارها والحد من التلف والدمار.

وفى دراسة أخرى للباحث عبد الرحمن بهلول زايد وآخرون، عام 2018 بعنوان "مقارنة نماذج تحليلية للمسكن الليبي القديم والمعاصر من منظور الاستدامة البيئية" تهدف إلى الوصول لتصميم مسكن حديث صديق للبيئة لإثراء العمارة الحديثة بمفردات العمارة التراثية وصولاً إلى تصميم معمار حديث بالقيم التراثية، حيث تعتمد الدراسة على عرض ملخص لمجموعة متنوعة من المبادئ والاستراتيجيات للبيوت التي تم استخدام المعالجات البيئية المعمارية من أجل التكيف مع المناخ ، وطبقاً لهذه الاتجاهات يتم عرض المميزات المتوقعة من هذه المقارنة والاستفادة من هذه التجربة ، والتي منها يتضح الوصول إلى المعايير وأسلوب لتصنيف المعالجات البيئية المعمارية المستخدمة ضمن تسلسل فكري ومنهجي ، حيث توصلت نتائج الدراسة إلى المباني السكنية التقليدية تمتاز بفكرة التوجيه للداخل وهي الصفة الأساسية في تحقيق التوازن الحراري وتحقيق كفاءة التهوية الفعالة للمبنى بينما عكس ذلك في المبنى الحديث، كما أن الغلاف الخارجي للمبنى التقليدي له دور كبير في ضبط التأثيرات الحرارية بين البيئة الداخلية والخارجية ، كما أظهرت العمارة التقليدية حلولاً لمشكلة التوجيه والاهتمام بالمساحات الخارجية كزراعة الأشجار والحدائق وغيرها من المفردات

التقليدية المعمارية التي تساعد ترطيب الهواء بينما عكس ذلك تماما في المبنى الحديث. وأخيرا يوصى الناشر بأن يجب على العمارة الليبية المعاصرة ان تتبنى الاهتمام بالمعالجات البيئية المعمارية وتوظيفها اثناء عملية التصميم والاهتمام بالمعالجات البيئية التقليدية المعمارية بما يتماشى مع متطلبات العصر. وفي دراسة أخرى اجراها الباحث محمد الحسن علي واخرون، عام 2017 بعنوان "عناصر الاستدامة في التصميم الداخلي للبيت العربي الإسلامي" تركزت الدراسة على استخلاص عناصر الاستدامة في التصميم الداخلي للبيت العربي الإسلامي، والتتبع التاريخي للاستدامة في البيوت، حيث اعتمدت الدراسة على الملاحظة كأداة لجمع البيانات من النماذج قيد الدراسة والتحليل، أظهرت نتائج الدراسة أنها تحققت الاستدامة في البيوت التقليدية القديمة والتي تتمثل ابرزها في استخدام الخامات و المواد المتوفرة محليا ذات ديمومة عالية مثل (الحجارة والاششاب والطين) ، وان يعتمد التصميم على الطاقات الطبيعية الى أكبر قدر ممكن للمحافظة على المحتوى الحراري مثل (التوجيه المناخي الفعال لحركة الشمس لتوظيف الإضاءة الطبيعية بشكل جيد، وكذلك اتجاهات الرياح السائدة لتوظيف التهوية بشكل فعال) ، بالإضافة الى توظيفه لبعض المفردات التقليدية كالنافورة والاقواس والشبابيك الشبيهة للمشربية. وأخيرا توصي هذه الدراسة الى وضع معايير للتصاميم المستدامة تتلاءم مع البيئات المختلفة، ودراسة مدى إمكانية استخدام بعض الخامات المستحدثة لتحقيق مبدأ الاستدامة.

8. مفهوم الموروث المعماري:

بدايةً، يجب التمييز ما بين (التراث) و (الآثار)، التراث هو الإرث الذي ينتقل من جيل إلى جيل. أما (الآثار) فهي كل ما يعود إلى العصور القديمة وهي الأعمال المعمارية، وأعمال النحت والتصوير على تلك الآثار، بما في ذلك الكهوف والنقوش أو مجموعات العناصر أو التكوينات ذات القيمة الخاصة من وجهة النظر التاريخية أو الفنية أو العلمية. التراث إذاً ليس شيئاً جامداً كالآثار. على صعيد المدن، يشمل "الطابع التراثي" للمدينة عناصر مادية وهي المعالم التاريخية والأبنية التي تعود لحقبة تاريخية ما وتعكس طابعاً هندسياً معيناً) وعناصر أخرى معنوية وثقافية تتمثل بالحرف والنشاطات المتوارثة في هذه الأحياء.

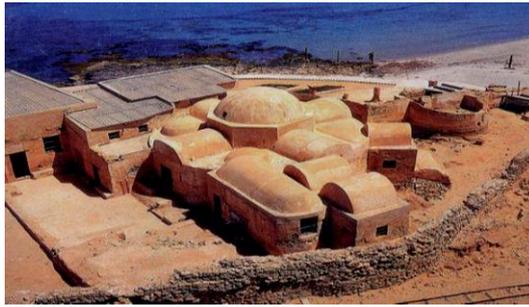
1. أهمية التراث المعماري:

الهدف من الحفاظ على المباني التراثية هو الحفاظ على الهوية التاريخية والثقافية للمدينة التي هي عنصر هام في تكوين الذاكرة الجماعية المشتركة. لكنّ الحفاظ على الوجه التراثي للمدن لا يعني فقط الحفاظ على المباني القديمة الواقعة فيها بمعزلٍ عن محيطها، بل يستوجب الحفاظ على الطابع التراثي العام للمدينة أي المحافظة على المجموعات المدنية وعلاقتها فيما بينها وبالحيّز العام) كالساحات العامة والشوارع والأدراج والحدائق) ويشمل أيضًا الحفاظ على النشاطات الاجتماعية والاقتصادية المتداولة في هذه الأحياء التراثية كالحرّف والنشاطات المهنية والترفيهية والصناعات الإبداعية التي يمارسها سكّان هذه الأحياء، المتعاقبين من جيل إلى جيل.

9. دور المواقع والمباني الأثرية في العمارة المستدامة بمدينة الخمس

1. فيلا سيلين والموقع الجغرافي لها:

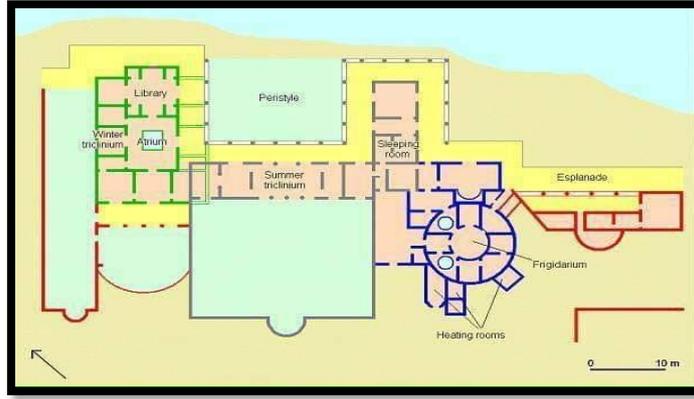
يقع الموقع الأثري لفيللا سيلين في بلدة سيلين في مدينة الخمس، حيث تقع هذه الفيللا بعيداً عن مدينة لبدّة باتجاه الغرب بحوالي 15 كم، وهي تطل على شاطئ البحر مباشرة في المنطقة المعروفة بوادي يالة الذي منه اتخذت اسماً لها فُعرفت باسم فيلا وادي يالة أيضاً في الكتابات التاريخية (1) ، إضافة إلى أن موقع هذه الفيللا على شاطئ البحر مباشرة، وتذكر بعض الدراسات أن هذه الفيللا تقع على الطريق الرابط بين لبتس ماجنا (لبدّة الكبرى)، وأويا (طرابلس) ما يدعم ويزيد من أهمية موقعها الجغرافي. يوضح الشكل (1) الاطلالة المباشرة للفيللا على البحر.



الشكل 1 منظر جوي لفيللا سيلين مطلة مباشرة على البحر (2)

2. تاريخ نشأة فيلا سيلين "وادي يالة":

يعود تاريخ بناء دارة وادي يالة أو فيلا سيلين إلى نهاية القرن الثاني وبدايات القرن الثالث للميلاد، وتعد فيلا سيلين" من إحدى الفلل التي شيدها أثرياء الرومان خارج أسوار المدن (2)، حيث تعد



الشكل 3 المسقط الأفقي لفيل سلين يظهر بشكل عام المكونات الأساسية للفيللا (2)

10. العمارة المستدامة

تعتبر العمارة تحدياً فريداً في مجال الاستدامة، فالمشروعات المعمارية تستهلك كميات كبيرة من المواد وتخرج كميات أكبر من المخلفات والنفايات في دورة حياة المبنى. (3)

1. تعريف العمارة المستدامة

تعرف (الاستدامة) على انها مفهوم ينطلق من نظرية انسانية تدعو الى الاهتمام بمستقبل الانسان، ومن ثم الحفاظ على البيئة التي تعطي الاستمرارية للإنسانية بهدف انجاز الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية وبالتالي تعزيز الحياة بالطريقة التي تسمح للأخريين سد احتياجاتهم في الحاضر والمستقبل. (4) كما تعرف ايضاً بنئها مصطلح بيئي يصف كيف تبقى النظم الحيوية متنوعة ومنتجة مع مرور الوقت، والاستدامة بالنسبة للبشر هي القدرة على حفظ نوعية الحياة التي نعيشها على المدى الطويل وهذا بدوره يعتمد على حفظ العالم الطبيعي والاستخدام المسئول للموارد الطبيعية. (5)

1. الاستدامة ومستوياتها في العمارة

تعددت مستويات الاستدامة في العمارة شأنها شأن بقية المجالات التنموية الاخرى، وتشير الدراسات الى امكانية تقسيم نظام الاستدامة في مجال العمل المعماري الى مستويين: (6)
اولاً: المستوى الحضري: الذي يتعامل مع المقياس الخاص به من خلال جوانب البيئة الفيزيائية والطبيعية الى جانب خدمات البنى التحتية.

ثانياً: مستوى المبنى المنفرد: إن عملية بناء البيئة وتحقيق صيغ الاستدامة ذات صلة مباشرة بالمصمم الحضري وبمخطط المدن، وإن تكامل العمل ما بين المستويين سينتج بيئة مصممة ومتكاملة عبر مستوياتها المتدرجة من مقياس المدينة الى الوحدة الحضرية (وحدة الجيرة)، وصولاً الى المبنى وفضاءاته المختلفة. (4)

2. مبادئ العمارة المستدامة

من مبادئ العمارة المستدامة ما يلي:

- المحافظة على الصحة العامة للسكان والمحيط وعلى الكرة الأرضية بشكل عام.
- المحافظة على الطاقة والمياه والموارد الطبيعية الأخرى.
- تحقيق مفهوم الاستدامة (sustainable) في المباني، والاقتصاد في إنشاء وصيانة المساكن.
- استعمال المواد التي ليس لها تأثير سلبي على البيئة سواءً في إنتاجها، أو استعمالها، أو صيانتها، أو التخلص منها.
- إمكانية إبرام المخلفات بشكل لا يترتب عليه تأثير سلبي على البيئة ومعالجة المخلفات بما يخدم النظام البيئي. (5)

3. أهداف العمارة المستدامة

نظراً لتغير الاتجاه العالمي من الاهتمام بالكم إلى الكيف برزت أهداف جديدة لقطاع الإنشاء ومطالب المستهلك، والمطالبة العالمية بالاستدامة مما شكل الأهداف الرئيسية للعمارة المستدامة كما يلي: -

فاعلية الموارد - فاعلية الطاقة - الوقاية من التلوث - التوافق مع البيئة - الأعمال النظامية والمتكاملة. (7)

4. المعيار البيئي للحفاظ المستدام

الاستدامة البيئية تأخذ عملية الحفاظ الى أبعد من إنقاذ المعالم التاريخية الى إنقاذ المصادر الطبيعية والبيئية من التدهور والنضوب، وكما أشير سابقاً فالحفاظ على المباني التاريخية عملية مستدامة بيئياً وبالإمكان جعلها أكثر استدامة من خلال ادماج التكنولوجيا الحديثة، إلا ان تحقيق ذلك دون الاضرار في عمارة المبنى يمثل تحدياً ويحتاج الى تصميم أنظمة خدمات تتوافق مع خصائص المبنى التاريخي وتسخير مزايا المبنى التاريخي لتلبية معايير ومتطلبات حديثة (8)

ويعتبر أسلوب التقييم البيئي للمباني الطريقة الرائدة والأكثر استخداماً في مجال البناء، وذلك بتقييم الأثر البيئي (EIA) وتقييم دورة الحياة (LCA) وهي الأطر المنهجية الأساسية التي تم بناء معايير التقييم البيئية الأكثر شعبية مثل BREEA في المملكة المتحدة (9) ومعياري زيادة الطاقة والتصميم البيئي في الولاية المتحدة LEED وتطبيقها على المباني التاريخية فإن أهم المعايير البيئية لاستدامة المباني التاريخية تتمثل فيما يلي (10):

أ- استدامة الموقع: وهو معيار يقاس من خلال عدد من المؤشرات وهي الحفاظ على المزايا البيئية للموقع من خلال تخفيف المشاكل الحالية من تلوث للتربة المياه والهواء وتعزيز الموائم والتخفيف من الأثار الناتجة عن صنع الانسان واستصلاح واعادة بناء الموارد الطبيعية بطريقة تعزز التنوع البيولوجي مع الحفاظ على السمات التاريخية الهامة للموقع وذلك بالاحتفاظ بملامح المشهد البيئي من نباتات وأشجار خصوصا التي تعمل على اداء وظائف مثل التظليل ومصدات الرياح. والابقاء على العلاقة بين المبنى التاريخي ومحيطه. بالإضافة الى التصريف السليم لمنع تلف المبنى وذلك بتطوير ممارسات الصيانة التي تحترم البنية التحتية واستخدام أفضل الطرق لإدارة مياه الامطار.

ب- استدامة المياه: يتمثل هذا المعيار بتخفيض استهلاك المياه والصرف الصحي في الموقع من خلال استخدام تكنولوجيا الري عالية الكفاءة، واعادة تدوير واستخدام مياه الامطار واستخدام النباتات والمزروعات منخفضة الاستهلاك للمياه واعادة تدوير مياه النوافير.

ت- تخفيض وتحسين كفاءة استخدام الطاقة: يشمل هذا المعيار عددا من المؤشرات وهي عزل غلاف المبنى بتركيب العزل الحراري داخل الجدران الا في حال احتمال تلف النسيج التاريخي عند وجود نسبة رطوبة عالية وتوفير التهوية الطبيعية والاضاءة. واستخدام نوافذ فعالة عالية الاداء في حال تلف النوافذ التاريخية مع الحفاظ على الطابع الاصلي للنوافذ وازافة المناور للاستفادة المباشرة من ضوء الشمس وبالتالي تقليل الطاقة الكهربائية، والحفاظ على وسائل التظليل التاريخية واستبدال اطارات النوافذ التاريخية بأخرى حرارية.

ث- استدامة مواد البناء: يتمثل هذا المعيار في اختيار المواد التي تقلل من الأثر البيئي والمواد المحلية الصنع او المعاد تدويرها والتي تكون أكثر كفاءة مع تجنب استخدام المواد السامة والمحتوية على المركبات العضوية المتطايرة مع ادارة مخلفات البناء للحد من النفايات المظمورة. واعادة

تكيف الهياكل القائمة واستخدام المواد من الموقع وتجديد المواد المعدات الاصلية الا في حال عدم كفاءتها

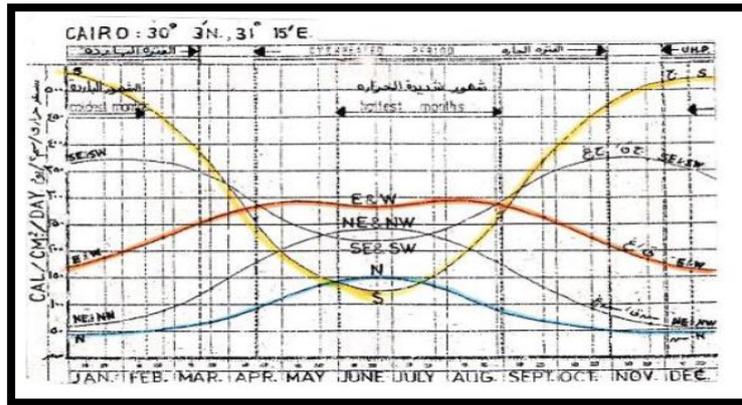
ج- استدامة البيئة الداخلية: يتمثل هذا المعيار بالحفاظ على بيئة داخلية صحية ومنتجة بالتهوية الفعالة والمناسبة للاماكن المغلقة والراحة الحرارية بالإضافة الى حماية البيئة الداخلية من المواد الكيميائية الخطرة وتوفير الاضاءة الطبيعية من خلال الاتصال المباشر مع البيئة الخارجية. (8)

5. أسس العمارة البيئية على مستوى التصميم المعماري

وهي الأسس الخاصة بتصميم المباني التي تقع في المناطق الحارة، ومن أهمها:

1. التوجيه

يؤثر توجيه المباني في المناطق الحارة على درجة حرارة أسطح المباني، ويصل الفارق الى 3°C بين أفضل واسوء توجيه وتستقبل الواجهة الجنوبية اشعاع شتوي بمقدار أكبر مما تستقبله صيفا وتستقبل الواجهة الشمالية اشعاع بداية ونهاية النهار بفصل الصيف كما موضح الشكل (4)، بينما لا يتغير طاقة الاشعاع على الوجيهتين الشرقية والغربية بتغير الفصول وبذلك يكون اقصى تركيز للإشعاع الشمسي صيفا بالمناطق الحارة الجافة، ويكون في فصل الشتاء على الواجهة الجنوبية، مما يجعل التوجيه شمال جنوب هو التوجيه الانسب للأسطح والنوافذ الشكل (5) (11)



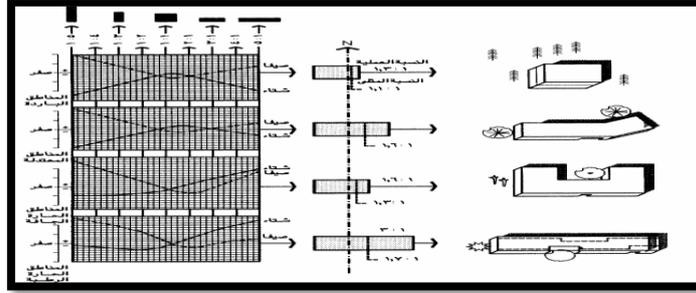
الشكل 4 يوضح قيمة الاشعاع الشمسي المباشر على واجهات مباني القاهرة (خط عرض 30° شمال) (11)



الشكل 5 يوضح زوايا توجيه المبنى (12) (13)

2. شكل ونسب المبنى

يمثل غلاف المبنى المحور الرئيسي لعمليات السيطرة الحرارية للبيئة الداخلية (14) حيث ينصح في المناطق الحارة الجافة باختيار شكل المبنى الذي لا يأخذ استطالة وذلك في حالة استعمال نمط التجميع المتضام، حيث يحقق أكبر قدر من الفراغات الداخلية بعيدا عن الأحوال المناخية الخارجية. وبذلك يحقق الاستقرار الحراري الداخلي، وإذا وجدت الاستطالة فتكون غالبا للمباني القائمة بذاتها، وتكون في اتجاه شرق - غرب حيث يكون التظليل أسهل. وشكل المبنى ذو الكتل المركبة المسقطة للظل هو المرغوب في مثل هذه المناطق كما تفضل التصميمات القائمة مباشرة على سطح الأرض أو أسفلها، الشكل 6 يوضح أشكال المباني المناسبة للبيئة المختلفة. (15)



الشكل 6 يوضح أشكال المباني المناسبة للبيئة المختلفة (16)

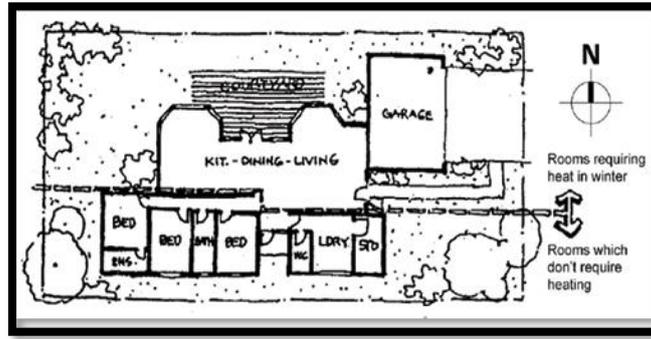
3. مواد البناء

إن المواد المحيطة بساكني البناء هامة جدا لتوفير الوقاية من الحر والبرد، ويجب بذل عناية كبيرة في اختيار مواد الجدران والسقوف وسمكها بحيث يتناسب مع خواصها الفيزيائية بالنسبة للتوصيل الحراري (17)، يفضل استخدام النهو الخشن مثل الطوب البارز وذلك لمضاعفة الظلال مع الألوان الفاتحة، لأن الألوان الفاتحة المظلل له تأثير حسن في عكس الحرارة وعدم التسبب في زغلة العين.

ويجب تلافي الأسطح ذات قوة العكس العالية مثل المرايا والأسطح الملساء فاتحة اللون، ويستحسن استعمال ألوان غامقة حول فتحات الشبابيك لتلافي الانعكاسات إلى الداخل.

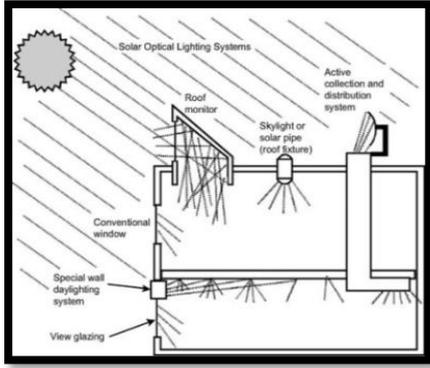
4. تصميم المبنى

توضع العناصر غير دائمة الاستعمال مثل المخازن، دورات المياه، المطابخ في الجهة الغربية وذلك لعزل الحرارة، كما تعزل المناطق ذات الأنشطة المولدة للحرارة، وفي المباني العامة تستعمل الردهات لتحقيق التدرج الحراري الشكل (7) توزيع الفراغات الداخلية للمبنى للحصول على أكبر طاقة شمسية.

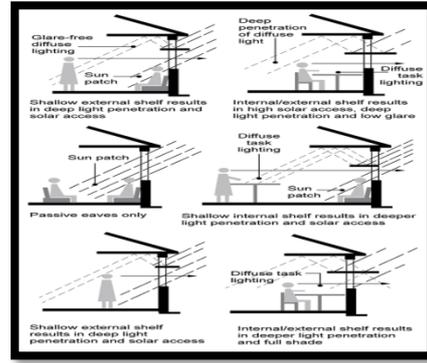


الشكل 7 توزيع الفراغات الداخلية للمبنى للحصول على أكبر طاقة شمسية (18)

التركيز على للإضاءة الطبيعية حيث ان في الاتجاه مطلوب في مناطق العمل اليدوي والمكتبي، لدى يجب أن تكون الفتحات في جميع الاتجاهات، كما يجب العناية بتصميم الإضاءة الداخلية، لدرجة أن الفتحات الصغيرة مطلوبة مع تطلب الأمر للوصول إلى أدنى شدة الإضاءة، الشكل 8



علاقة شكل الفتحات بإضاءة الفراغ الداخلي. (5)



الشكل 8 علاقة شكل الفتحات بإضاءة الفراغ الداخلي (19)

6. الاستدامة في البيئة السكنية

الاستدامة في البيئة السكنية تؤثر الخصائص الايجابية او السلبية للبيئة السكنية بشكل واضح على تحقيق خطط التنمية المستدامة كونها تشكل غالبية النسيج الحضري للمدن. ومن هذا المنطلق يجب العناية بتحسين البيئة السكنية خصوصا التي تتبع التنظيم الفضائي ذو النمط الشبكي الذي يعاني من نقص الفضاءات العامة والثانوية والمساحات الخضراء في التجمعات السكنية مما يقلل من حركة المشاة ويجعل تواجد السكان في الفضاءات العامة والمشاركة نادراً، مما يؤدي الى ضعف العلاقات الاجتماعية بين السكان ويقلل من المساحات الخضراء التي تساعد على تلطيف المناخ وتقليل تلوث الهواء. (6)

كما ينتج عن تغيير استعمال الارض من السكني الى التجاري او الاداري عدم الاستفادة من البنى التحتية ومن عناصر المرافق والخدمات الاخرى لصالح السكان كما يدفع بالمدن الى التوسع والتمدد من خلال الاستمرار في انشاء تجمعات سكنية جديدة على الاطراف بتكاليف باهضة لتوفير الخدمات والمرافق وايصال البنية التحتية والتوسع في نظام النقل مما يؤدي الى زيادة استنزاف الموارد الاولية واستهلاك الموارد واستخدام الوقود وتلوث البيئة السكنية. وهذا ما حددته

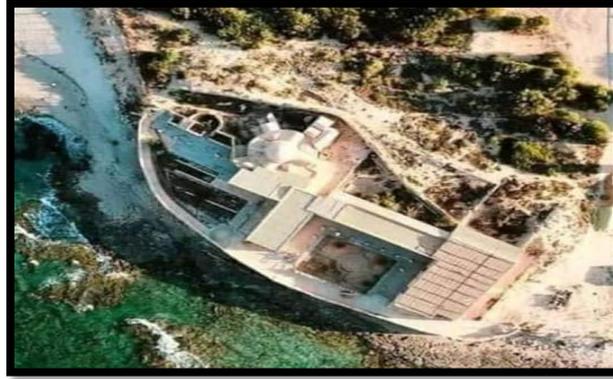
مشكلة البحث في ان الاحياء السكنية المعاصرة تعاني من ضعف الاستدامة السكنية لبيئتها العمرانية نتيجة عدم كفاءة التنظيم الفضائي للمناطق السكنية على مستوى وحدة الجيزة. (20)

11. الجانب العملي

في الجانب العملي سيتم مقارنة ومطابقة المعايير البيئية لاستدامة للمباني التاريخية وفقا لمعيار ريادة الطاقة والتصميم البيئي (LEED) كالآتي :

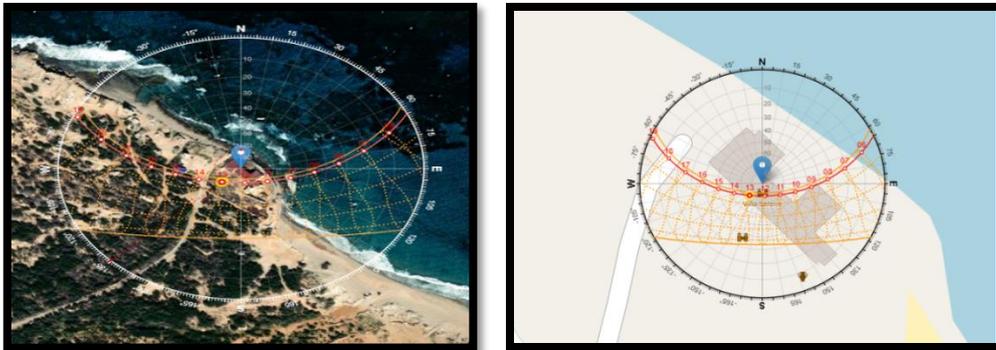
2.1 استدامة الموقع:

حيث أن الموقع واختياره من أهم عناصر الاستدامة كونه يساهم في تحقيق جميع العناصر الأخرى من معايير الاستدامة والذي من أهمها توجيه كتلة المبنى والذي بدوره له الأثر الكبير في تسجيل أكبر معدلات الاستدامة، شكل(9).



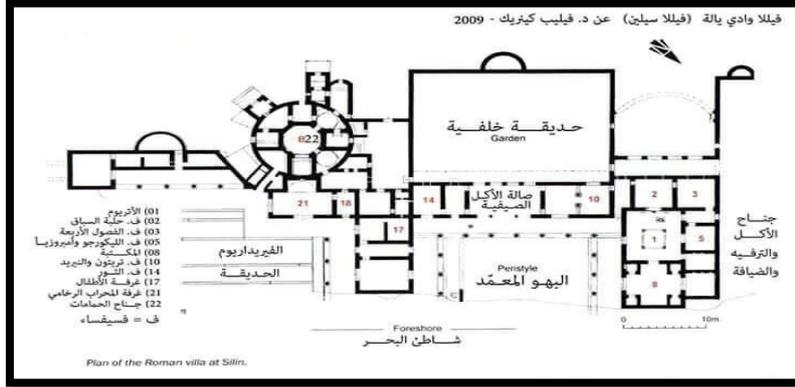
شكل 9 يوضح توجيه كتلة المبنى (2)

ويتضح من الشكل(10) موقع الفيلا والتوجيه المميز لها خلال فصول السنة واختيار توجيه الفراغات الرئيسية للمبنى نحو الشمال والشمال الشرقي والذي يبنى عليه توزيع الفراغات الداخلية



(21)شكل 10 موقع فيلا سيلين بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض

ويتضح من المسقط الأفقي لفيللا كما بالشكل (11) كيفية توزيع الفراغات الداخلية وتوجيه هذه الفراغات بما يتناسب مع مناخ كل فصل، فيتضح وجود حديقة وبهو رئيسي في الاتجاه الشمال الشرقي وهو أفضل اتجاه للفراغات الرئيسية والأكثر استعمالا في ساعات النهار وأيضا جناح النوم المطل على الاتجاه الشرقي إضافة لأماكن الحمامات في الجنوب والجنوب الشرقي.



شكل 11 المسقط الأفقي لفيللا سلين (2)

ومن خلال الزيارة الميدانية يتضح جليا مدى قدرة البناء والتوجيه على تحقيق مبادئ الاستدامة إضافة للإطلالة المميزة وتوفير الفناء الامامي والذي يساعد في عملية تلطيف المناخ، شكل (12) يوضح الإطلالة المباشرة للفيللا والفناء الامامي.



شكل 12 يوضح الإطلالة المميزة للفيللا والفناء الامامي

1.2 تخفيض وتحسين كفاءة استخدام الطاقة:

الهدر من استخدام الطاقة من أهم المشاكل التي تواجه الباحثين والمختصين في مجالات البيئة والاستدامة، ومن الدراسات السابقة للمباني التاريخية ودراستها يتضح لنا كيف كان التعامل مع استخدام الطاقات الطبيعية وتسخيرها دون الهدر فيها وذلك من توفير اضاءة طبيعية خلال ساعات

النهار دون اللجوء لأي معالجات أخرى، شكل (13) يوضح فتحات الشبابيك والاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية.



شكل 13 يوضح فتحات الشبابيك والاضاءة الطبيعية المصدر الباحث

1. استدامة المياه

يتضح جليا من الدراسات السابقة ومن الزيارة الميدانية الطرق المتبعة في استخدام المياه وطرق الحفاظ عليها حيث أن المجرى الذي كانت تمر به المياه عبر أنابيب خاصة تحافظ على حرارته الطبيعية، حيث يمكن مشاهدة مجاري الماء وكيفية توزيع المياه في المبنى، شكل (14) يوضح انابيب جر المياه والتوزيع في المبنى.



شكل 14 يوضح قنوات جر المياه والتوزيع في جدران المبنى، المصدر الباحث

اضافة لكيفية تمديدات المياه واستخدامها للمبنى وايضا في ري الحدائق المحيطة بالموقع حيث تمر المياه عبر هذه القنوات والتي تمر على عدة مراحل لتوزيعها بين الحمامات المختلفة، شكل (15) يوضح قنوات تمديد المياه داخل فناء الفيلا .



شكل 15 يوضح قنوات تمديد المياه المصدر البعثة

2. استدامة مواد البناء

تعتبر مواد البناء من أهم عناصر الاستدامة حيث أنها تساهم في الحفاظ على البيئة الداخلية للمبنى وحمايته من جميع الظروف الخارجية البيئية والطبيعية، وقد استخدمت مواد بناء طبيعية محلية في بناء فيلا سلين شكل 16 يوضح احجار طبيعية ومواد بناء محلية، وهي من المعايير الاساسية في تحقيق مبدأ الاستدامة كونها متجانسة مع الموقع المحيط بها.



شكل 16 مواد البناء الداخلة في البناء المصدر عمل الباحث

إضافة لسلك الجدران والذي اتضح من الزيارة الميدانية للفيللا كما موضح بالشكل 17 حيث تراوح سمك الجدران بين 50سم و90سم وهذا الأمر يساعد في عملية الحفاظ على الحرارة الداخلية حيث أن سمك الجدار يعمل كمانع لانتقال الحرارة الناتجة من الشعاع الشمسي للفراغات الداخلية.



شكل 17 أبعاد سمك لنماذج من الجدران المصدر البعثة

3. استدامة البيئة الداخلية:

للحفاظ على البيئة الداخلية للمبنى وبالإضافة للفتحات ذات المساحة الكبيرة والتوجيه الجيد تم الاعتماد على قنوات سفلية تحت الأرض تمر عبر قنوات مصدرها من خارج المبنى شكل 18، وصولاً إلى فتحات أرضية داخل المبنى وظيفتها تلطيف الجو والحفاظ على البيئة الداخلية لتحقيق أكبر معدلات الراحة الحرارية داخل المبنى.



شكل 18 أماكن مرور الهواء من الخارج إلى الداخل المصدر الباحث

12. النتائج والمناقشة

1. من خلال الدراسة توصل الباحث أن المباني ذات الموروث المعماري القديم تحقق معايير الاستدامة.
2. تكمن أهمية الموروث المعماري في كونه مرجعية ينتجاً إليها لاستنباط مبادئ الاستدامة في عملية التصميم المعماري الحديث.
3. توصل الباحث في دراسة فيلا سلين أنها بها العديد من عناصر الاستدامة والتي تعتبر كأسس بيئية يحتذى بها في عملية التصميم الحديث وتتمثل في الآتي:
 - أ- استدامة الموقع حيث توجيه كتلة المبنى له أثر كبير في تسجيل أكبر معدلات الاستدامة.
 - ب- كفاءة استخدام الطاقة وذلك من توفير اضاءة طبيعية خلال ساعات النهار دون اللجوء لأي معالجات أخرى.
 - ت- استدامة المياه يتضح جلياً من الطرق المتبعة في استخدام المياه وطرق الحفاظ عليها.
 - ث- استخدام مواد بناء محلية واحجار طبيعية هي من المعايير الأساسية في تحقيق مبدأ الاستدامة كونها متجانسة مع الموقع.

13. التوصيات والاقتراحات

1. الرجوع الي المباني ذات الموروث المعماري كمصدر أثناء عملية التصميم الحديث.
2. المحافظة على المباني ذات الموروث المعماري والتعريف بها.
3. حث المهتمين في مجال التصميم البيئي لدراسة المباني ذات الموروث المعماري القديم.
4. تشجيع الزيارات الميدانية لمراحل الدراسة الجامعية لهذه المباني للاستفادة من مفاهيم الاستدامة على ارض الواقع.

14. المراجع

1. الخازمي, محمد; أبوخطوة, ماجد; المرخية, أبوراوي. الموروث الثقافي بمنطقة الخمس وسُبل حمايته والمحافظة عليه. الموروث الثقافي بمنطقة الخمس وسُبل حمايته والمحافظة عليه. الخمس، الخمس، ليبيا : المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس، 25 12، 2017.
2. سلامة إبراهيم و إبراهيم نويجي. القيمة الفنية والآثرية لداره وادي يال هـ (فيلا سلين). مجلة تراث الشعب. 16 4، 2007، الصفحات 1097-1095.
3. الطحان, نورالدين. تطبيق معايير العمارة الخضراء على الابنية القائمة من عام 1950-1970 حالة دراسية شارع بغداد. تطبيق معايير العمارة الخضراء على الابنية القائمة من عام 1950-1970 حالة دراسية شارع بغداد. 2016.
4. الكندي, ساجدة كاظم. اثر الاستدامة والتنظيم الفضائي لوحدة الجيرة في البيئة. مجلة الهندسة - مجلد 18 - عدد 2. 2012.
5. فريوان, وليد عبدالسلام. أسس تصميم الغلاف الخارجي للمباني السكنية لترشيد استهلاك الطاقة" دراسة حالة لمنطقة سبها بليبيا. أسس تصميم الغلاف الخارجي للمباني السكنية لترشيد استهلاك الطاقة" دراسة حالة لمنطقة سبها بليبيا. مكان غير معروف : رسالة دكتوراة، 2019.

6. نجيل, كمال عبدالرزاق; وجيه, وشمائل محمد. استدامة المدن التقليدية بين الامس والمعاصرة اليوم. مجلة الهندسة والتكنولوجيا-الجامعة التكنولوجية، المجلد 26، العدد 11-2008. العدد 11، 2008، المجلدات المجلد 26، العدد 11-2008.

7. فريوان, وليد عبدالسلام. دراسة مادة الطين لإعادة استخدامها في بناء المدن الصحراوية. دراسة مادة الطين لإعادة استخدامها في بناء المدن الصحراوية. جنزور : رسالة ماجستير، 2009. 8. ابراهيم, أماني محمد. الحفاظ المستدام على المباني التاريخية في فلسطين حالة دراسية. الحفاظ المستدام على المباني التاريخية في فلسطين حالة دراسية. نابلس -فلسطين : جامعة النجاح الوطنية، 2017.

9. Indicators for heratage buildings .ge janet x و ho Liusman ervi، daniel .
Indicators for heratage .sustainability, central europe towards sustainable building
.2013 .buildings sustainability, central europe towards sustainable building

10. Integrating sustainable design principles into the .donald f Zimmnicki ournier
.adaptive reuse of historical properties. Construction engineeringresearch laboratory
Integrating sustainable design principles into the adaptive reuse of historical
معمل : معروف : .Construction engineeringresearch laboratoryproperties.
أبحاث هندسة التشييد،، 2004.

11. عقبة, جلول;. عناصر تصميم العمارة البيئية ودورها في التنمية المستدامة بالمناطق الصحراوية حالة الدراسة مدينة بسكرة. بسكرة، الجزائر : جامعة محمد خيضر بسكرة / معهد العلوم والتكنولوجيا / قسم الهندسة المعمارية ، 2014.

12. المجلس الاستشاري الفني بمصلحة التخطيط العمراني و المجلس الاستشاري الفني المجلس الاستشاري الفني بمصلحة التخطيط العمراني(2005)، 2005. المجلس الاستشاري الفني المجلس الاستشاري الفني . البيت الصحراوي. طرابلس : المجلس الاستشاري الفني بمصلحة التخطيط العمراني(2005)، 2005.

13. <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/orientation>
. <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/orientation>

14. السوداني, جمال عبدالواحد. اثر الشكل الهندسي للسقف على كفاءة الاداء الحراري(مدينة بغداد حالة دراسية)". المجلد 16-17-18/ العراق، 2009.

15. الوكيل, شفق العوض; سراج, محمد عبد الله. المناخ وعمارة المناطق الحارة. القاهرة : عالم الكتاب 28 شارع عبد الخالق ثروت- القاهرة،، 1989.

16. خليل, أسامة سعد. الطاقة الشمسية والتخطيط البيئي المستدام للمدن الجديدة بمصر.
[متصل] furp.cu.edu.eg/urj2005/frup2005-sustainabeturism-3.pdf

17. فتحي, حسن. الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية. بيروت : المؤسسة العربية للدراسات والنشر،
1988.

18. : <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/passive-solar-heating> :
: <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/passive-solar-heating>
[متصل] <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/passive-solar-heating>

19. <http://what-when-how.com/energy-engineering/daylighting-energy-engineering>
<http://what-when-how.com/energy-engineering/daylighting-energy-engineering>
[متصل] <http://what-when-how.com/energy-engineering/daylighting-energy-engineering>

20. الزبيدي, مها صباح. الاستدامة البيئية في تشكيل التجمعات الاسكانية في العراق. الاستدامة البيئية في تشكيل التجمعات الاسكانية في العراق، اطروحة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة-جامعة بغداد، 2006. العراق - بغداد : جامعة بغداد، 2006،، 2006.

.<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath-on-map.html> .21

التاريخ [متصل] 2022 .D SUN3 .<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath-on-map.html>

الاقتباس: 4, 10, 2022].

الهندسة الميكانيكية

Thermal-Hydraulic calculations for the Westinghouse AP-1000 clean core with MITH code

Tariq Zakariya Malatim¹, Amal S. Dakhil²

¹Libyan Atomic Energy Establishment - Energy generation technology department
Janzour costal road 10 Km – Tripoli / Libya

Tariqmolatim@gmail.com
[+218-922304752](tel:+218922304752)

²University of Tripoli -Nuclear Engineering Department
Tripoli - Libya

Amal_ssd@yahoo.com

Abstract

In this study, the core of the Westinghouse AP1000 reactor [1] gen. III+ was simulated, which is one of four reactors that have been nominated to be adopted by the Libyan Atomic Energy Establishment [2]. The MITH code, which is a thermal-hydraulic code, is used to find the clean core thermal parameters. The power distribution in the reactor core was evaluated using the **2DB** code [3]. The hottest assemblies, which have the maximum power production were determined with a value of 30.82 MW Using **2DB** code, the hottest assembly has been described, and the hottest channels have been found. The power produced in the hottest channel is 139 KW. Using the **MITH** code [4], the parameters of fuel elements were evaluated for average and hottest channel length, which were divided into 40 meshes for drawing and 100 meshes for studying. The temperatures of the fuel center & surface, clad, and coolant have been determined and they were satisfactory, while the minimum DNBR has been found to be within safe limits with a value of 2.17.

1. Introduction

1.1. AP1000 reactor core [1]

Nuclear power plants used the Westinghouse Advanced Passive PWR AP1000, is an 1117 MWe class PWR based closely on the AP600 design. The AP1000 maintains most of the AP600 design configuration [4] and uses the AP600 components, proven in earlier Westinghouse PWRs or in special test programs, and licensing basis by limiting the changes to the AP600 design to as few as possible. In the AP1000 design, fuel rods are fabricated from cylindrical tubes made of **ZIRLO** (zirconium-based alloy(s)) containing UO₂ fuel pellets. Fuel assemblies are arranged in a pattern that approximates a right circular cylinder. Each fuel assembly contains a 17×17 rod array composed nominally of 264 fuel rods, 24 rod cluster control thimbles, and an in-core instrumentation thimble, which are shown in figure 1. For the initial core loading, the fuel rods within a given assembly have the same uranium enrichment. A total of 157 fuel assemblies of three different enrichments are used in the initial core loading to establish a favorable radial power distribution. Two regions consisting of the two lower enrichments, 2.35 w/o and 3.40 w/o, are interspersed to form a checkerboard pattern in the central portion of the core. The third region is arranged around the periphery of the core and contains the highest enrichment of 4.45 w/o. Figure 1 shows the core and fuel assembly of the AP1000 [5].

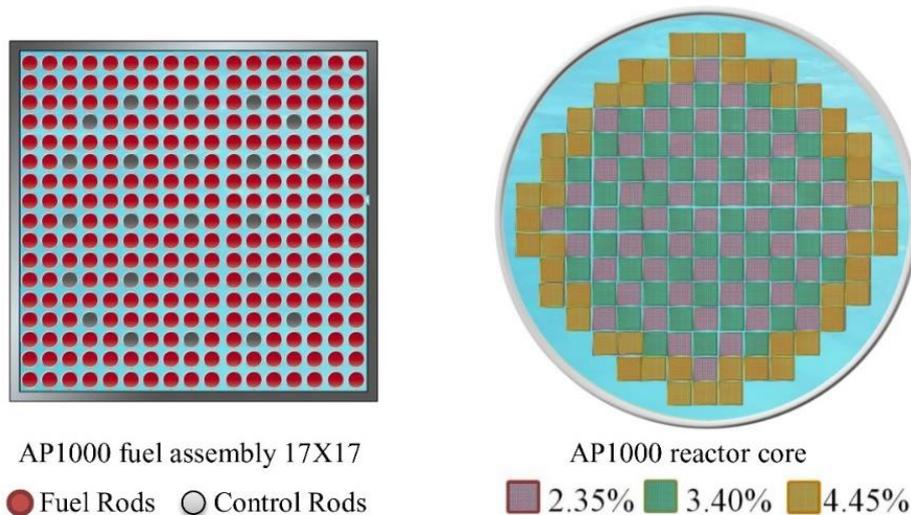


Figure 1 AP1000 reactor core & fuel assembly

1.2. Thermal hydraulic analysis [6]

Thermal analysis of a nuclear reactor becomes critical because it enables anchoring in practice the greatest power released in view of the reactor material properties. The maximum power generated in a reactor should be transferred from the nuclear fuel into the coolant in the form of heat. Thus, thermal analysis is a tool for validating neutronic analysis and establishing safety parameters for nuclear reactors. The maximum power to be produced by the core of a reactor is determined by the heat removal capacity in the hottest channel reactor or the fuel temperature limits in the position of the hottest point of the core. From a thermal-hydraulic standpoint, in the case of water-cooled reactors such as the AP1000, the designer's primary concern is the avoidance of critical heat flux (CHF), which is a sudden drop of the heat transfer coefficient of a surface at which coolant is evaporating or boiling. The reactors should be designed such that the fission products remain confined up to the fuel during the entire time and during adverse conditions such as normal operation, shutdown, and accident conditions when the refrigerant cannot normally cool the fuel down.

1.3. DNB [7]

If the heat flux of a boiling system is higher than the critical heat flux (CHF) of the system, the bulk fluid may boil, or in some cases, regions of the bulk fluid may boil where the fluid travels in small channels. Thus, large bubbles form, sometimes blocking the passage of the fluid. This results in a departure from nucleate boiling (DNB) in which steam bubbles no longer break away from the solid surface of the channel, bubbles dominate the channel or surface, and the heat flux dramatically decreases. Vapor essentially insulates the bulk liquid from the hot surface. During DNB, the surface temperature must therefore increase substantially above the bulk fluid temperature to maintain a high heat flux.

Avoiding the CHF is an engineering problem in heat transfer applications such as nuclear reactors, where fuel plates must not be allowed to overheat. DNB may be avoided in practice by increasing the pressure of the fluid, increasing its flow rate, or by utilizing a lower temperature bulk fluid that has a higher CHF. If the bulk fluid temperature is too low or the pressure of the fluid is too high, nucleate boiling is, however, not possible.

1.4. MITH Code [6]

MITH (MICHIGAN THERMAL HYDRAULIC ANALYSIS CODE) is a thermal-hydraulic analysis code that uses thermal hydraulic correlations to deal with temperature and pressure as well as power for the hot and average channel. The code calculates fuel, clad and coolant temperatures for both hot and average channel as well as core pressure drop, fluid density and fluid quality, and it also calculates clad surface heat flux, DNB heat flux, and DNB ratio, and many other parameters.

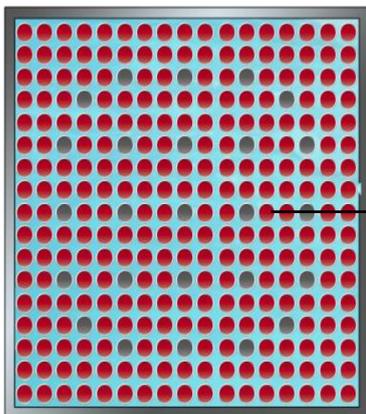


Fig. 2 Fuel assembly

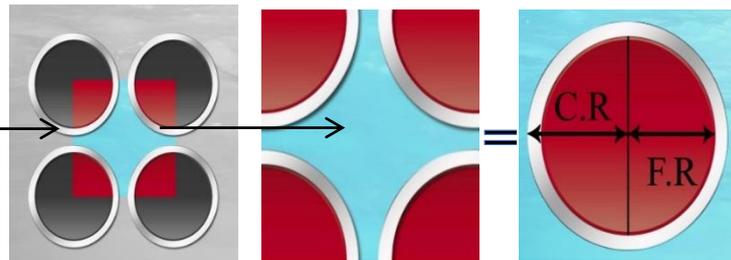


Fig. 3 coolant sub-channels

2. Previous study [3]

A neutronic analysis of the AP-1000 reactor core has been done using LEOPARD, 2DB, and TLINX codes in a previous study, which has been published at the 15th Arab atomic energy conference in Aswan, 2021. The neutronic parameters such as power distribution that have been obtained in previous study are used in this study.

3. Methodology

To determine the hot channels, the hottest assembly has been described in the **2DB** code, which includes 264 fuel rods and 25 control rods. The control rods are assumed to be withdrawn and their regions are full of water. By running **2DB** input files, the power distribution on the assembly is found, and it is noted that the channels in the corner have the highest power produced (139.0267 KW), as shown in figure (4.13). The hot channel factor (FR) (The ratio of power generation in a hot channel to that in an average channel) can be calculated.

$$FR = \frac{\text{power generation in the hot channel}}{\text{power generation in an average channel}}$$

Where power generation in an average channel = $\frac{\text{thermal Power generated in entire core}}{\text{number of fuel rods in the core}}$

$$\text{Power generation in an average channel} = \frac{3400}{41448} = 0.08203 \text{ MW} = 82.3049 \text{ KW}$$

$$\text{FR} = \frac{139.027}{82.03049} = 1.69$$

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
123.24	123.17	123.39	123.91	124.26	125.04	127.05	131.22	139.07	0.00
117.53	116.47	116.76	118.37	117.70	117.70	119.06	122.88	131.22	0.00
0.00	114.13	114.54	0.00	116.56	116.53	116.35	119.07	127.05	0.00
111.91	110.77	111.27	113.67	115.15	0.00	116.53	117.71	125.06	0.00
110.64	109.52	109.99	112.25	112.89	115.16	116.58	117.73	124.28	0.00
0.00	110.01	110.40	0.00	112.27	113.69	0.00	118.41	123.94	0.00
109.45	108.29	108.60	110.41	110.01	111.30	114.58	116.81	123.45	0.00
109.21	108.04	108.30	110.04	109.56	110.82	114.20	116.55	123.25	0.00
0.00	109.21	109.47	0.00	110.69	111.97	0.00	117.62	123.33	0.00

Fig. 4 Power distribution (KW) in a quarter of the hottest assembly

4. Results:

4.1. Average channel

From the neutronic parameters that were obtained in the previous study, a thermal hydraulic analysis was simulated using the **MITH** code depending on **FR** value and the data on a table (1), choosing the number of discrete intervals as 40 meshes for drawing and 100 meshes for studying (for best accuracy).

The **MITH** output file has results that are shown in Tables (2) and (3).

Table (1) AP1000 specifications ^[1].

Channel length (Z)	Heat flux Btu/hr-ft ²	T-fluid °C	T-clad °C	T-fuel surface °C	Temp. fuel center °C	Fluid density (Lbs/ft ³)	Fluid enthalpy Btu/lbm-°F
1	2.53E+04	265.29	267.76	281.58	345.72	47.8	528.93
2	5.05E+04	265.51	270.43	297.98	425.86	47.78	529.4
3	7.54E+04	265.87	273.21	314.32	505.16	47.74	530.18
4	9.97E+04	266.37	276.08	330.49	583.12	47.69	531.27
5	1.24E+05	267.00	279.02	346.41	659.25	47.62	532.66
6	1.47E+05	267.77	282.01	361.96	733.09	47.53	534.34
7	1.69E+05	268.66	285.04	377.04	804.18	47.43	536.31
8	1.90E+05	269.67	288.07	391.58	872.08	47.32	538.54
9	2.10E+05	270.79	291.10	405.46	936.38	47.2	541.02
10	2.28E+05	272.01	294.01	418.52	996.58	47.06	543.75
11	2.45E+05	273.32	297.71	431.61	1053.23	46.91	546.7
12	2.61E+05	274.82	299.48	441.94	1103.31	46.73	549.85
13	2.75E+05	276.23	302.42	452.56	1149.59	46.57	553.19
14	2.88E+05	277.72	305.14	462.04	1190.44	46.39	556.69
15	2.98E+05	279.29	307.76	470.44	1225.71	46.2	560.34
16	3.07E+05	280.91	310.25	477.72	1255.21	46	564.1
17	3.14E+05	282.57	312.58	483.81	1278.72	45.8	567.97
18	3.19E+05	284.26	314.75	488.67	1296.10	45.58	571.9
19	3.22E+05	285.97	316.73	492.28	1307.25	45.36	575.89
20	3.23E+05	287.68	318.51	494.60	1312.09	45.14	579.9
21	3.22E+05	289.38	320.08	495.62	1310.60	44.91	583.91
22	3.19E+05	291.07	321.42	495.34	1302.78	44.69	587.9
23	3.14E+05	292.71	322.54	493.77	1288.68	44.46	591.84
24	3.07E+05	294.32	323.43	490.90	1268.38	44.23	595.7
25	2.98E+05	295.87	324.07	486.76	1242.03	44.01	599.47
26	2.88E+05	297.35	324.48	481.38	1209.78	43.79	603.11
27	2.75E+05	298.76	324.66	474.80	1171.83	43.58	606.62
28	2.61E+05	300.09	324.61	467.07	1128.44	43.38	609.96
29	2.45E+05	301.33	324.24	458.14	1079.77	43.19	613.11
30	2.28E+05	302.47	323.83	448.34	1026.40	43.01	616.06
31	2.10E+05	303.53	323.09	437.46	968.38	42.84	618.78
32	1.90E+05	304.49	322.15	425.66	906.17	42.69	621.27
33	1.69E+05	305.34	321.02	413.02	840.17	42.55	623.5
34	1.47E+05	306.08	319.69	399.63	770.77	42.43	625.46
35	1.24E+05	306.71	318.17	385.56	698.40	42.32	627.14
36	9.97E+04	307.23	316.48	370.89	623.52	42.23	628.53
37	7.54E+04	307.64	314.62	355.73	546.57	42.16	629.62

38	5.05E+04	307.93	312.61	340.16	468.04	42.11	630.4
39	2.53E+04	308.11	310.45	324.27	388.41	42.08	630.87
40	4.73E-01	308.17	308.17	308.17	308.17	42.07	631.03

Table (2) Average temperatures, heat flux, fluid density & enthalpy

Parameter	AP-1000	
	English units	SIU
Thermal Hydraulic Specifications		
Reactor core Thermal Power (MWt)	3400	3400
System pressure, nominal	2250 psia	15.513 MPa
Total flow rate	113.5 X10 ⁶ lbm/hr	51.48X10 ⁶ Kg/hr
Fuel weight, as uranium dioxide	211,588 Ib	95974.70 kg
Fuel Design		
Type of fuel assemblies	17X17	
Number of fuel assemblies	157	
Uranium dioxide rods per assembly	264	
Number of all Fuel Rods	41,448	
Engineering Specifications		
Fuel element outside diameter	0.374 in	0.945 cm
Clad thickness	0.0225 in	0.05715 cm
Core diameter, equivalent	119.7 in	3.0438 m
Core height	14 ft	4.267 m
The active core volume	1093.74 ft ³	30.971318 m ³
Assembly pitch	8.46456 in	21.5 cm
Rod pitch	0.496 in	1.2598 cm
Enrichments		
Fuel Enrichment First Cycle	Region 1	2.35
	Region 2	3.40
	Region 3	4.45

Table (3) Thermal hydraulic average parameter

Parameter	SIU	British unit
Average coolant density	721.38 Kg/m ³	45.034 Lbs/Ft ³
Core pressure drop	81 Pa	11.7490 Psi

Fig. (5) Represents the variation of heat flux versus channel length.

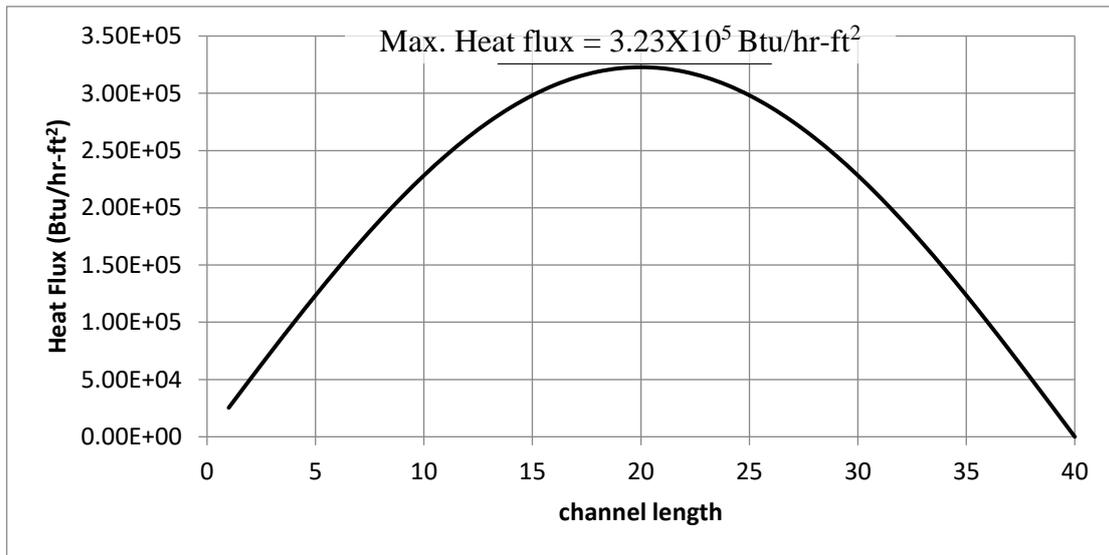
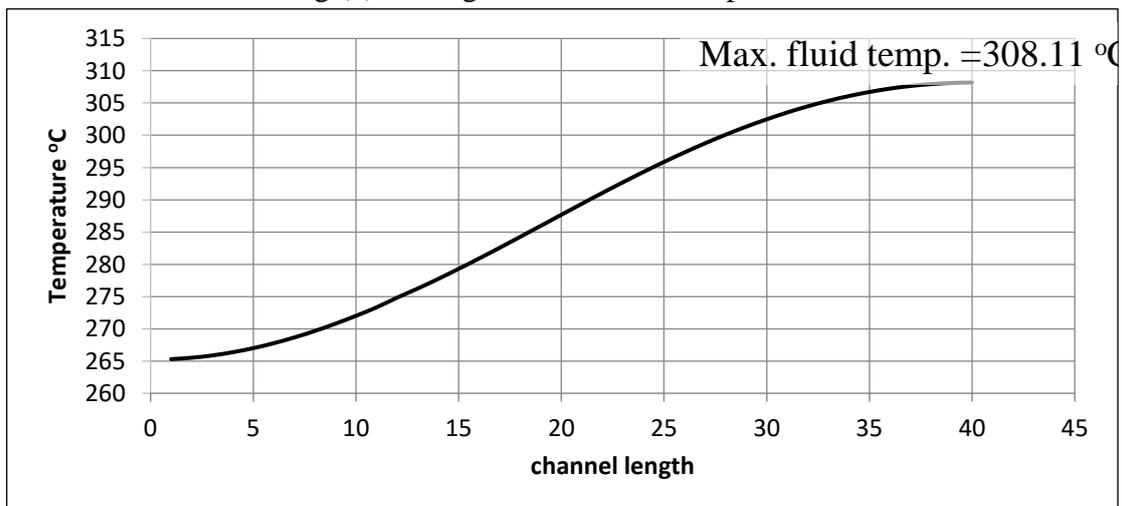


Fig (5) Average channel heat flux.

Figure 5 shows that the heat flux increases with a channel length (from bottom to top), with a maximum value of (3.23X105 Btu/hr-ft2) at the center of the channel length (≈ 2.14 m), then it begins to decrease using the (sin) formula until it equals (4.73X101) at the end of the channel length (≈ 4.267 m). Fig. (4.15) represents the variation of coolant temperature with channel length. Fig. (6) represents the variation of coolant temperature with channel length.

Fig (6) Average channel fluid temperature.



It can be noted from figure 6 that the coolant temperature increases versus channel length (Z) due to heat transfer from fuel through cladding to fluid (H₂O). As channel

length increases, the quantity of heat transferred ($Q = h.A.(T_1-T_2)$) decreases due to the difference in T_2 values at the bottom and in the center of channel length.

Fig. (7) represents the variation of clad temperature versus channel length.

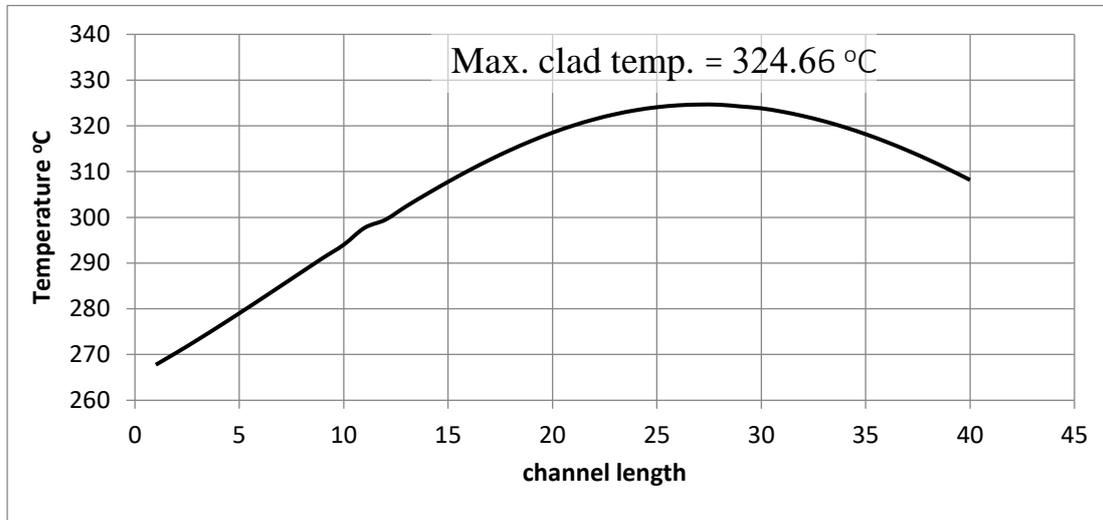


Fig (7) Average channel clad temperature.

In the case of clad, the temperature rises as channel length increase until it reaches mesh # 27 (2.88 m) and reaches the maximum value of (324.65 °C), then falls as channel length increases until it reaches (308.17°C) at the top end of the channel length at 4.267 m.

Fig. (8) represents the variation of center and surface fuel temperatures versus channel length.

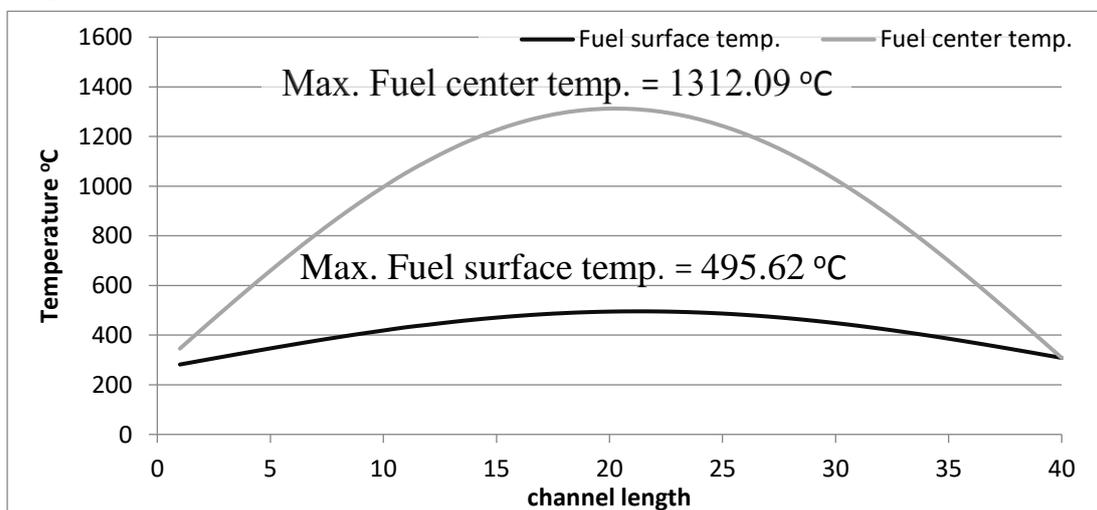


Fig (8) Average channel fuel temperatures.

From the figure, it can be noted that:

- 1- The maximum fuel surface temperature is 495.62 °C at mesh # 21 (≈ 2.24 m).
- 2- The maximum fuel center temperature is about 1312 °C.

To find the position of the maximum center fuel temperature exactly, 100 meshes are used in the **MITH** code, and it is found that it occurs at mesh # 51 nearly, 21.76 m.

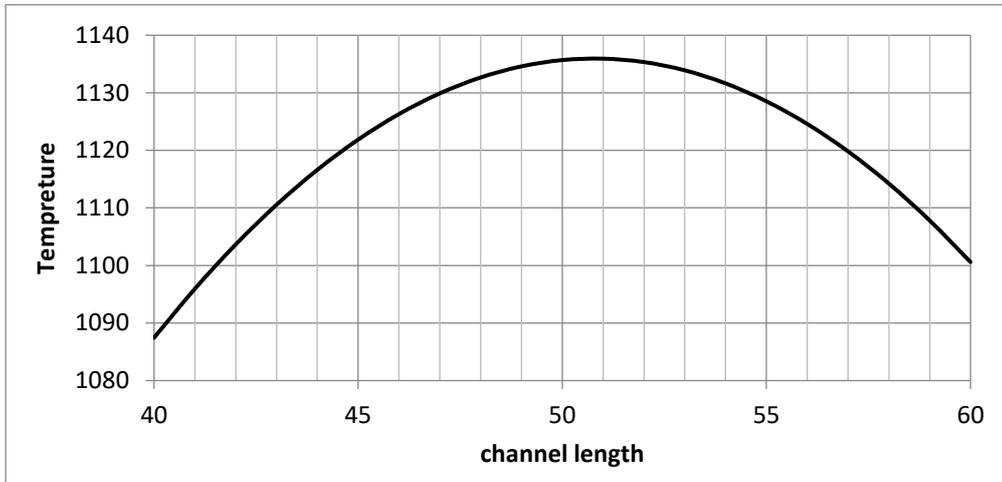


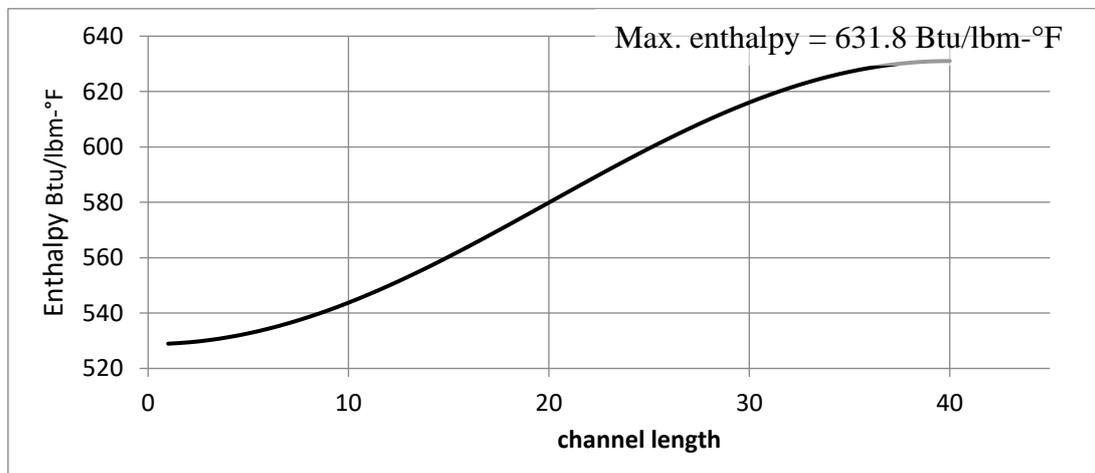
Fig. (9) Center of fuel temperature vs. channel length using 100 meshes.

Table (4) the maximum center fuel temperature

Mesh #	Temperature °F	Temperature °C
50	2101.85	1135.694
51	2102.29	1135.939
52	2101.23	1135.35

Fig.

(10)



represents the enthalpy temperature versus channel length.

Fig. (10) Average channel enthalpy.

As shown in Fig. (10), as the fluid temperature rises versus channel length, the value of enthalpy increases until it gets to the maximum value (631 Btu/lbm-°F) at the end of channel length.

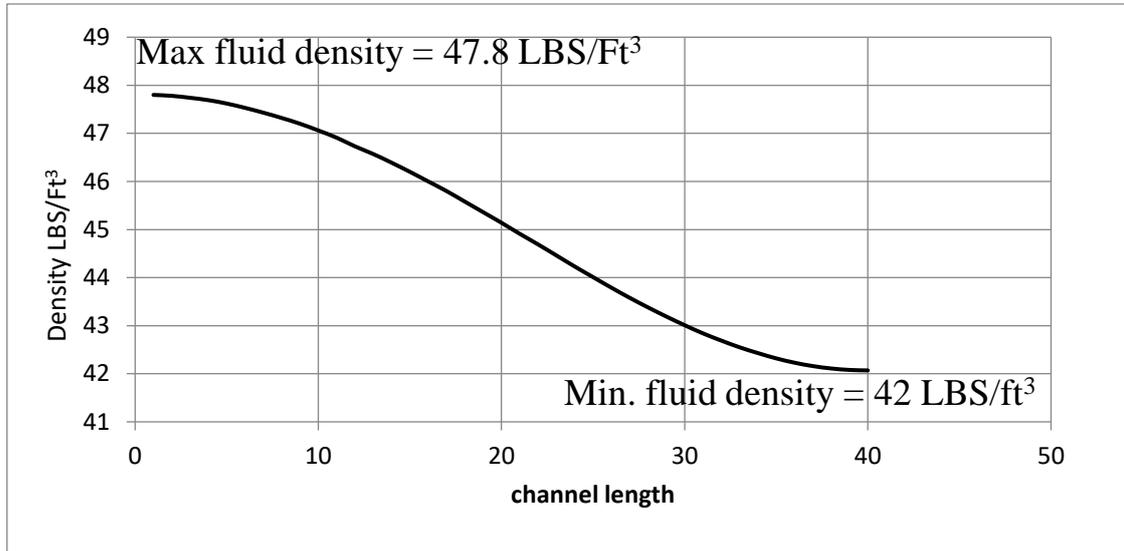


Fig. (11) Average channel fluid density.

The last figure shows the decrease in fluid density versus channel length due to an increase in fluid temperature where the density of fluid is equal to 42 LBS/Ft³ at the end channel length.

4.2.Hot channels

The **MITH** output file includes also hot channel parameters as shown in Table (5) and the figures below.

Channel length (Z)	Heat flux Btu/hr-ft ²	T-fluid °C	T-clad °C	T-fuel surface °C	T-fuel center °C	Enthalpy Btu/lbm °F	DNB Heat Flux Btu/hr-ft ²	DNBR DNB/Heat-flux
0	0	265.22	265.22	265.22	265.22	528.77	2.10E+06	*****
1	4.28E+04	265.34	269.52	292.87	401.26	529.04	2.10E+06	4.91E+01
2	8.53E+04	265.71	274.03	320.58	536.71	529.84	2.09E+06	2.45E+01
3	1.27E+05	266.32	278.72	348.19	670.71	531.16	2.08E+06	1.63E+01
4	1.69E+05	267.16	283.56	375.52	802.44	533	2.06E+06	1.22E+01
5	2.09E+05	268.22	288.51	402.39	931.09	535.35	2.04E+06	9.78E+00
6	2.48E+05	269.51	293.54	428.64	1055.86	538.19	2.02E+06	8.14E+00
7	2.85E+05	271.01	298.62	454.11	1175.97	541.51	1.99E+06	6.97E+00
8	3.21E+05	272.70	304.79	479.71	1291.77	545.27	1.95E+06	6.09E+00
9	3.54E+05	274.74	308.18	501.46	1398.71	549.47	1.91E+06	5.40E+00
10	3.86E+05	276.68	313.41	523.84	1500.76	554.08	1.87E+06	4.86E+00
11	4.15E+05	278.81	318.40	544.69	1595.24	559.06	1.83E+06	4.41E+00
12	4.41E+05	281.10	323.28	564.04	1681.74	564.39	1.78E+06	4.04E+00
13	4.65E+05	283.53	328.01	581.74	1759.72	570.03	1.73E+06	3.73E+00
14	4.86E+05	286.07	332.52	597.68	1828.66	575.95	1.68E+06	3.47E+00
15	5.04E+05	288.69	332.86	607.79	1884.19	582.11	1.63E+06	3.24E+00
16	5.19E+05	291.38	332.87	615.90	1929.84	588.48	1.58E+06	3.04E+00
17	5.30E+05	294.12	332.88	622.24	1965.64	595.01	1.52E+06	2.87E+00
18	5.39E+05	296.86	332.88	626.81	1991.37	601.66	1.47E+06	2.73E+00
19	5.44E+05	299.58	332.88	629.55	2006.86	608.4	1.41E+06	2.60E+00
20	5.45E+05	302.27	332.87	630.46	2012.03	615.18	1.36E+06	2.49E+00
21	5.44E+05	304.87	332.86	629.53	2006.84	621.96	1.31E+06	2.40E+00
22	5.39E+05	307.43	332.84	626.77	1991.33	628.7	1.25E+06	2.33E+00
23	5.30E+05	309.91	332.83	622.20	1965.59	635.35	1.20E+06	2.27E+00
24	5.19E+05	312.30	332.81	615.83	1929.78	641.88	1.15E+06	2.22E+00
25	5.04E+05	314.59	332.79	607.73	1884.13	648.25	1.10E+06	2.19E+00
26	4.86E+05	316.75	332.75	597.91	1828.89	654.41	1.06E+06	2.17E+00
27	4.65E+05	318.78	332.72	586.46	1764.43	660.33	1.01E+06	2.18E+00
28	4.41E+05	320.64	332.68	573.43	1691.14	665.97	9.70E+05	2.20E+00
29	4.15E+05	322.37	332.64	558.93	1609.48	671.3	9.31E+05	2.25E+00
30	3.86E+05	323.93	332.58	543.02	1519.93	676.28	8.95E+05	2.32E+00
31	3.54E+05	325.33	332.53	525.81	1423.06	680.89	8.62E+05	2.43E+00
32	3.21E+05	326.58	332.47	507.39	1319.46	685.09	8.32E+05	2.59E+00
33	2.85E+05	327.67	332.40	487.89	1209.76	688.86	8.05E+05	2.82E+00
34	2.48E+05	328.59	332.32	467.42	1094.64	692.17	7.81E+05	3.15E+00
35	2.09E+05	329.37	332.23	446.11	974.82	695.01	7.61E+05	3.65E+00
36	1.69E+05	330.00	332.12	424.08	851.01	697.36	7.45E+05	4.42E+00

37	1.27E+05	330.33	331.99	401.46	723.98	699.2	7.32E+05	5.75E+00
38	8.53E+04	330.32	331.82	378.38	594.50	700.53	7.22E+05	8.47E+00
39	4.28E+04	330.31	331.57	354.92	463.32	701.33	7.17E+05	1.67E+01
40	7.99E-01	330.30	330.30	330.30	330.30	701.59	7.15E+05	8.94E+05

Table (5) Hot channels temperatures heat flux & DNB flux

The hot channel fuel temperature versus channel length is shown in fig. (12)

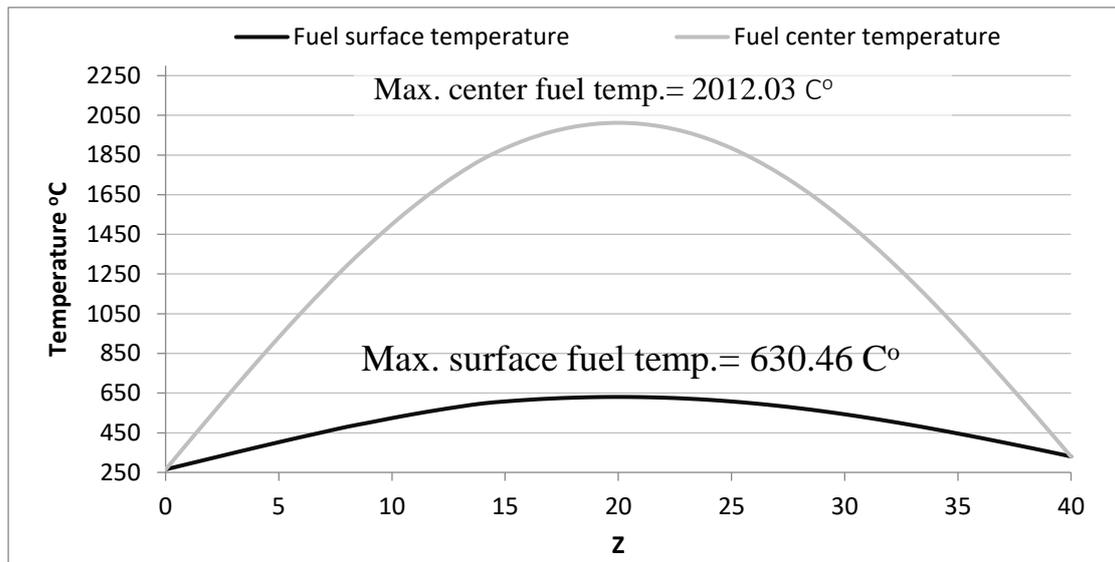


Fig. (12) Hot channel fuel temperature.

It can be noted from the figure that:

- 1- The maximum temperature of the fuel surface in the hot channel is 630.46 °C
- 2- The maximum center fuel temperature in the hot channel is 2012.03 °C which is still within the safety limit.

Fig (13) represents the variation of hot channel fluid temperature.

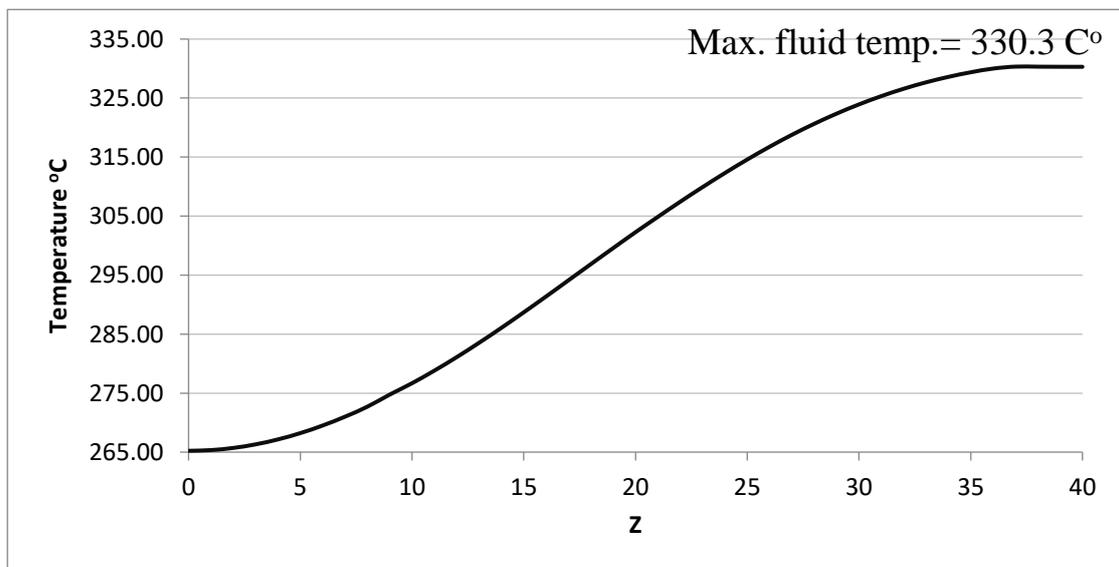


Fig. (13) Hot channel fluid temperature.

As shown in Fig. (13), fluid temperature increases versus channel length (Z) due to heat transfer from fuel through clad to fluid.

Fig. (14) Shows the critical heat flux and average heat flux curve versus channel length (Z). The minimum distance between these two curves represents the DNBR, where the reactor core must be designed to keep the DNBR larger than the minimum allowable value (1.25 for AP1000 at least) [1]. As shown in fig. (4.23), the minimum DNBR is 2.17 which means the reactor is working within the safe limit.

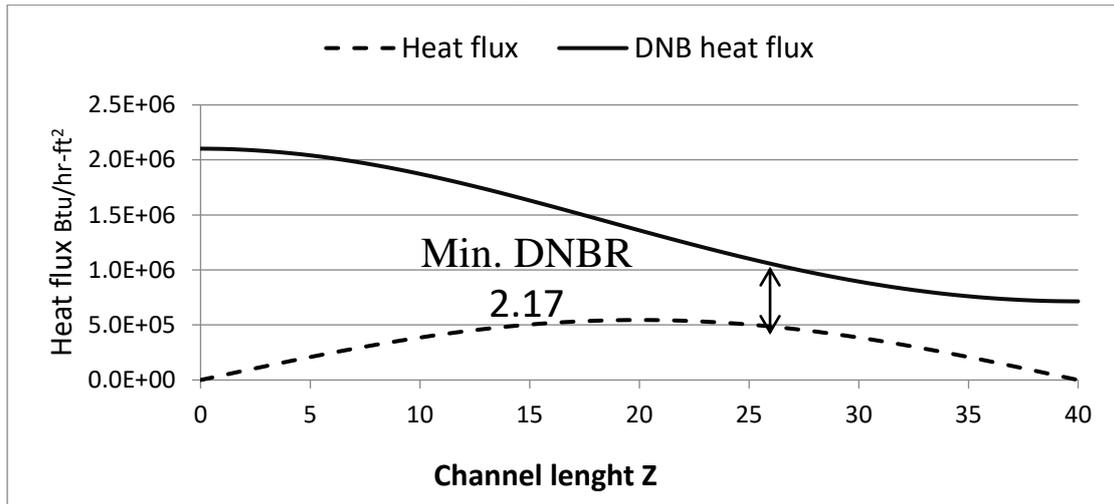
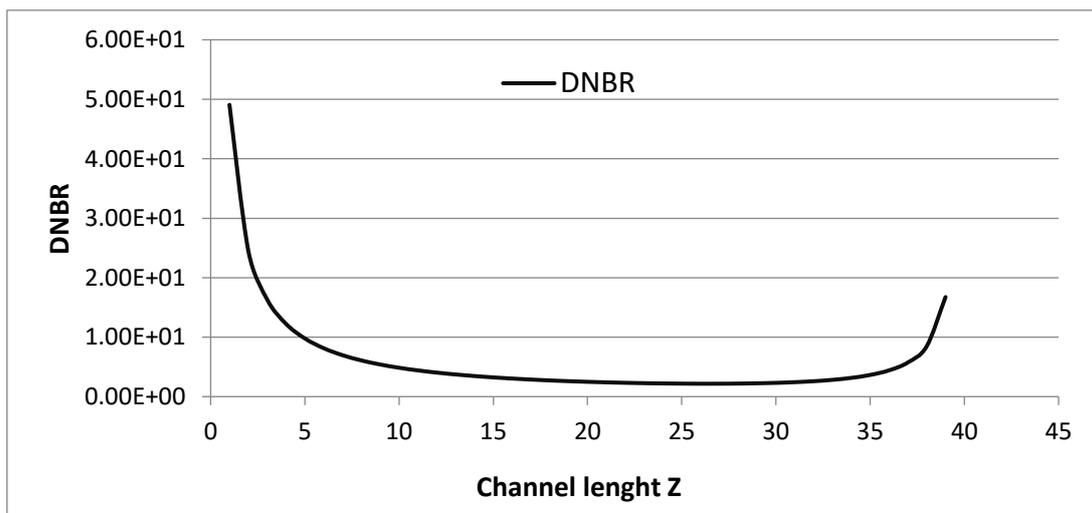


Fig. (14) Hot channel heat flux vs. channel length (Z)

Fig. (15) Represents the variation of DNBR with. Channel length.

$$\text{Where } DNBR = \frac{q''_{DNB}(Z)}{q''(Z)}$$

Fig. (15) DNBR vs. channel length (Z)



Conclusion

- The code used in the current study showed a good ability to deal with modern nuclear reactors. The results obtained were well consistent with what was expected.
- The fuel elements' temperatures were as it was expected, while the minimum DNBR within the limited values for PWR.

Recommendations for future work:

Do a thermal-hydraulic analysis for AP1000 poisoned core (with burnable poison and soluble boron) and compare the results with this study, the fuel element temperatures for the hottest channel should decrease as well as DNBR.

References:

- [1]. AP1000 Design Control Document Tier 2 Material Revision 16 section 4.3-46
- [2]. LAEE report - nuclear power to produce electricity globally and its prospects in Libya -4.8 Nuclear reactors suitable for Libya 2013, pp 67.
- [3]. Tariq Zakariya Malatim, Amal S. Dakhil, Benchmarking of using LEOPARD /2DB codes for neutronic calculation of the Westinghouse AP1000, Arab atomic energy conference, 2021
- [4]. Gangloff, W. Westinghouse AP600 Advanced Nuclear Plant Design (PDF) (Technical report). IAEA
- [5]. Westinghouse, 2011. AP1000 Design Control Document Rev. 19. Section 4.3 – Reactor, Nuclear Design.
- [6]. Bahman Zohuri, Nima Fathi, Thermal-Hydraulic Analysis of Nuclear Reactors, 2015.
- [7]. Nikolay I. Kolev, Multiphase Flow Dynamics 4 - Nuclear Thermal Hydraulics -1st Edition, 2006, pp 156.

دراسة خواص المواد الخام لخلطات البلاط السيراميكي وتأثير الفونولايت على مقاومة الكسر

¹ سالم علي قراب، ¹ محمد علي بلعم، ¹ صهيب محمد البرتولي، ¹ أنس ناجي أبوليفة

sgarrab@eng.misuratau.edu.ly; Mohamed.ballem@eng.misuratau.edu.ly; bartddn@gmail.com

¹ قسم هندسة وعلوم المواد، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا

الملخص

يتضمن هذا البحث دراسة المواد الخام (التربة الحمراء، التربة الخضراء، الكاولين، الرمل، الفونولايت، الحجر الجيري، والدولوميت) والمستعملة في إنتاج البلاط السيراميكي في المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء ليبيا. شملت الدراسة أيضاً تأثير تغيير النسبة الوزنية لمكون الفونولايت على مقاومة الكسر للبلاط السيراميكي الأرضي. تم إجراء بعض الاختبارات الفيزيائية على المواد الخام تضمنت اختبار الانكماش، اختبار الفقد الحراري، اختبار امتصاص الماء، كما شملت الدراسة إجراء اختبار مقاومة الكسر لعدد ثلاث عينات مخبرية. الاختبارات الميكانيكية والفيزيائية أجريت بالاستفادة من الإمكانيات المتوفرة بمختبر المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن أعلى نسبة للانكماش كانت لمادة الفونولايت وأقل نسبة للانكماش للرمل، بينما سجلت أعلى قيمة فقد حراري وكذلك أعلى نسبة امتصاص لمادة الحجر الجيري، بينما أعلى قيمة لمقاومة الكسر سجلت لمادة الفونولايت. نتائج اختبار مقاومة الكسر أوضحت أن زيادة نسبة مادة الفونولايت في تركيبة البلاط الأرضي تزيد من مقاومته للكسر.

كلمات مفتاحية: السيراميك الأرضي؛ الفونولايت؛ الخواص الفيزيائية؛ الخواص الميكانيكية؛ مقاومة الكسر.

1 مقدمة

السيراميك مادة غير عضوية وغير معدنية ممكن أن تحتوي على تكوين بلوري أو شبه بلوري. ويتكون السيراميك إما من كتلة منصهرة والتي تتحول لصلب عند التبريد (تتشكل وتتكون تحت تأثير الحرارة)، أو يصنع كيميائياً في درجات حرارة منخفضة. تاريخياً تتحدر كلمة سيراميك من الكلمة الإغريقية كيراميكوس Keramikos ومعناها صانع الفخار [1, 2]، وتتكون المواد الصلصالية بصورة عامة من تحلل الصخور النارية مثل الجرانيت (صخور صلبة قوية التحمل

ومفيدة في إنشاء المباني، يمكن صقله حتى يصير أملس مما يجعله صالحاً لبناء الأعمدة) ويتكون من تجمد المواد المنصهرة من باطن الأرض، والتي تتكون من نسب متساوية من عنصر الميكا (صيغته الكيميائية أكثر تعقيداً) والبوتاسيوم ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$) والكوارتز (SiO_2) والفلدسبار البوتاسيومي ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)، حيث يعتبر الفلدسبار أقل هذه المركبات ثباتاً عندما يتعرض للماء والهواء بعد فترات زمنية طويلة يتحلل الفلدسبار ويذوب (K_2O) وجزء من السيلسكا أما الباقي فيتحد مع الماء مكوناً الكاولينيت [1, 3]. إن لتقدم العلم والتكنولوجيا الأثر الكبير في تطوير المنتجات السيراميكية ومن أسباب انتشار هذه الصناعة في كثير من دول العالم هي النواحي الجمالية والصناعية لهذه المواد وأيضاً توفر مصادرها الأولية في أغلب دول العالم، وقد ازداد الطلب على المنتجات السيراميكية لسهولة تصنيعها وخواصها العالية، فضلاً عن قلة تكلفة البعض منها، وتختلف المنتجات السيراميكية حسب استخداماتها الشائعة حيث تشمل الطوب الحراري العادي والخفيف، وأنابيب صرف المياه، والبلاط بأنواعه، وصناعة الزجاج والأسمنت، وصناعة المواد الحاكة والحراريات، كذلك فإن الخواص الخاصة للمواد السيراميكية مثل خاصية العزل الحراري، والعزل الكهربائي تجعلها ملائمة للعديد من المهام التي تغفل فيها المعادن والبوليمرات في مجال الهندسة الكهربائية، الهندسة الميكانيكية، والهندسة الكيميائية [4]. وتستخدم المواد السيراميكية كذلك في بناء أحواض إنتاج الأحماض نظراً لخمولها الكيميائي ومقاومتها لتأثير الأحماض والقلويات، كذلك استخدمت في صناعة الأجزاء المعوضة للعظام وفي ترميم الأسنان وبسبب خواصها الميكانيكية والفيزيائية المميزة [5, 6]. تصنف المواد السيراميكية بصورة عامة إلى: السيراميك التقليدي (Traditional Ceramics) والسيراميك الهندسي (Advanced Ceramics)، السيراميك التقليدي يتميز بأن معظمه سليكات والتركيب الدقيق له مسامي ويكون خشناً نوعاً ما وغير منتظم ومتعدد الأطوار وهو يصنع عادةً من مزج الأطنان مع الفلدسبار وتليدهُ وترجيجهُ وهو يشمل منتجات الطين (Clay Products) وغيرها من المواد؛ أما السيراميك المتقدم أو الحديث، فيشير إلى المواد السيراميكية المنتجة بتقنيات صناعية متقدمة وهو يتميز بالنعومة العالية، والحجم الدقائقي الصغير، وتوزيع حجمي ضيق، والتركيب الدقيق له أكثر تجانساً وأقل مسامية من السيراميك التقليدي ويمكن أن يكون بالكامل زجاجي أو بلوري تماماً، أو يكون مزيج ما بين الزجاجي والبلوري وهو يتضمن الكاربيدات والنتريدات والبوريدات والاكسيدات والفرايت

وغيرها من المواد [7, 8]. حيث أن السيراميكات التقليدية ضعيفة بسبب احتواءها على المسامات والشقوق بالإضافة إلى معامل مرونة صغير بسبب نسبة الأطوار الزجاجية (glassy phases)، لذلك السيراميك الهندسي طور جوانب الضعف من خلال الحصول على سيراميكات ذات كثافة تامة مع القليل جداً من الشقوق ومعامل مرونة عالٍ. في بعض الأحيان يطلق مصطلح السيراميك المتقدم (advanced ceramics) على المنتجات السيراميكية المستخدمة في التطبيقات المهمة مثل الكهربائية، المغناطيسية، الضوئية، الكيمائية، الحرارية، الميكانيكية، البيولوجية، والنووية [9, 10]. وبتزايد الطلب على بلاط السيراميك يوماً بعد يوم أصبح الباحثون مهتمين بتطوير بلاط مرشح ذو قوة ميكانيكية ملائمة للاستخدامات المنزلية وكذلك لأغراض الديكور، حيث يتم إنتاج بلاط السيراميك عن طريق حرق المواد الخام مثل الرمل والطين والفلسبار في درجات حرارة عالية. يصنف بلاط السيراميك إلى مجموعتين كبلاط الجدران والأرضيات، حيث تلعب كمية ونوعية الطين الذي يحتوي عليه الجسم دوراً رئيسياً في الخصائص النهائية للمواد، بحيث يعطي الطين اللدونة لمزيج السيراميك؛ أما الكوارتز (الرمل) (SiO_2) فيحافظ على شكل المادة المشكلة أثناء إطلاق النار؛ والفلسبار بمثابة معامل للتدفق (flux) ويمكن التعديل في الخواص الحرارية والعزلية والميكانيكية للمنتجات من خلال تغيير نسب المكونات الثلاثة الرئيسية [11]. ونظراً لتوفر الخامات اللازمة لصناعة مواد البناء في بلادنا ليبيا تم إنشاء مصنع لصناعة بلاط السيراميك ومواد البناء (شركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء) بمنطقة الكراريم في مدينة مصراتة التي تتوسط شمال ليبيا على شاطئ المتوسط نظراً لقرب هذه المنطقة من الميناء التجاري المجهز بأرصفتها الرسو والشحن والمناولة لغرض التصدير، وأيضاً لقربها من خط الغاز الطبيعي الممتد من البريقة حتى مليتة. يهدف هذا البحث إلى التعرف على المواد الخام الداخلة في صناعة البلاط السيراميكي ودراسة خصائص كل مكون على حدى وذلك بإجراء أهم الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية، وكذلك تضمن البحث دراسة تأثير تغيير نسبة الفونولايت على مقاومة الكسر للبلاط المنتج.

2 الجانب العملي:

تضمن هذا الجزء دراسة مراحل تحضير العينات المخبرية للبلاط، وإجراء الاختبارات المخبرية على المواد الخام لصناعة البلاط السيراميكي وذلك لمعرفة خصائصها، شملت هذه المواد التربة الحمراء، التربة الخضراء، الكاولين، الرمل، الفونوليت، الحجر الجيري، والدولوميت. وتم دراسة تأثير إضافة

الفونوليت بنسب مختلفة على مقاومة الكسر للبلاط الأرضي وتم إجراء جميع الاختبارات في مختبر شركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء، واستخدمت عدة أجهزة من أهمها: ميزان إلكتروني، الطاحونة المخبرية، المكبس، فرن المصنع، وجهاز قياس مقاومة الكسر وذلك على النحو الموضح في الفقرات التالية.

2-1 تحضير عينات البلاط المخبري:

2-1-1 تحضير عينات المواد الخام:

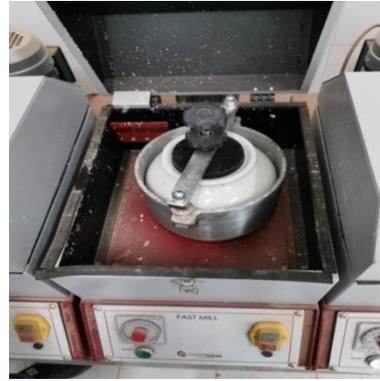
تم في هذه المرحلة تحضير عينات البلاط من المواد الخام وذلك باستخدام وزن ثابت مقداره 400 جم من المادة الخام لكل عينة وإضافة نسبة 60% من الماء لها مع إضافة مفك كيميائي إلى الوعاء المخبري، وذلك حسب التسلسل التالي.

أ- الطحن الرطب

بعد الانتهاء من عملية الوزن وإضافة الماء والمفك يتم وضع العينات كل على حدى في الطاحونة المخبرية والموضحة بالشكل 1 (أ)، ويتم الطحن لمدة 25 دقيقة باستخدام جرة تحتوي على كرات تعمل على طحن وخط المواد للحصول على عجينة سائلة القوام كما هو موضح بالشكل 1 (ب).



(ب)



(أ)

شكل 1: (أ) الطاحونة المخبرية المستعملة في عملية الطحن، (ب) العجينة المتحصل عليها

ب- تجفيف العجين بعد الطحن

بعد الحصول على العجينة السائلة، توضع في المجفف عند درجة حرارة 120 درجة مئوية لمدة 24 ساعة كما يظهر بالشكل 2 وذلك لامتناسص معظم الماء من العجين.



شكل 2: العجينة داخل فرن التجفيف

ج- الطحن الجاف

عند الانتهاء من عملية التجفيف يتم طحن العجين الجاف يدوياً كما هو موضح بالشكل 3 (أ) ويضاف ماء بنسبة من (4 إلى 6)% وذلك لتسهيل عملية الكبس، ثم غربلة الناتج للحصول على مسحوق ناعم جداً كما هو موضح بالشكل 3 (ب).



(ب)



(أ)

شكل 3: (أ) عملية الطحن اليدوي الجاف، (ب) غربلة المسحوق

د- كبس المسحوق

بعد أن تم الحصول على المسحوق الناعم من عملية الطحن الجاف والغربلة يتم وزن 100 جم من المسحوق ثم توضع في قالب الكبس وتكبس بواسطة جهاز الكبس، تصل قوة الكبس إلى 100 بار للحصول على الشكل المطلوب بمقاس (50×110 ملليمتر) كما هو موضح بالشكل 4.



(ب)



(أ)

شكل 4: (أ) المكبس الهيدروليكي المستعمل في عملية الكبس، (ب) المسحوق بعد الكبس

هـ- تجفيف البلاط الخام

بعد عملية الكبس توضع العينات المكبوسة في المجفف لمدة ساعة عند درجة حرارة 120 درجة مئوية وعند الانتهاء من عملية التجفيف يتم استخدام آلة قياس الأبعاد (القدمة ذات الورنية) لأخذ أبعاد العينة لحساب الانكماش وكذلك يتم وزن العينة لحساب الفقد الحراري

و- الحرق

هذه هي الخطوة الأخيرة وفيها يتم وضع العينات في الفرن عند درجة حرارة ما بين (1100-1200) درجة مئوية مع دورة مدتها 47 دقيقة تمر خلالها العينات على ثلاث مراحل داخل الفرن، بداية بالتجهيز ثم الحرق وأخيراً التبريد، وعند خروج العينات من الفرن يتم أخذ أبعاد ووزن العينات من جديد وذلك لحساب الانكماش والفقد الحراري، والشكل 5 يوضح العينات قبل إدخالها إلى فرن الحرق.



شكل 5 عينات البلاط المصنعة من المواد الخام قبل إدخالها إلى فرن الحرق

2-1-2 تحضير عينات الفونولايت:

لدراسة تأثير تغيير نسبة الفونولايت على مقاومة الكسر للبلاط السيراميكي، تم تحضير ثلاث عينات مخبرية من المكونات الأساسية للبلاط الأرضي (التربة الحمراء، التربة الخضراء، الكاولين، الفونولايت، الرمل، بالإضافة إلى الماء والمفكك)؛ مع ملاحظة أن العينة الأولى منها لا تحتوي على الفونولايت (نسبة الفونولايت 0%)، والعينة الثانية كانت نسبة الفونولايت فيها 10%، والعينة الثالثة كانت نسبة الفونولايت 20%، وتم تحضير هذه العينات باتباع نفس الخطوات المذكورة في الفقرة 1-1-2.

2-2 الاختبارات المعملية:

تم إجراء الاختبارات وفقاً للمواصفات المتبعة في شركة المجمع الاستثماري لصناعة مواد البناء، والتي تستند إلى المواصفات المعتمدة عالمياً وشملت هذه الاختبارات:

2-2-1 اختبار الانكماش

تم إجراء اختبار الانكماش طبقاً للمواصفة ASTM C326 حيث تم أخذ القياسات للعينات قبل دخولها لفرن الحرق وبعد خروجها منه وذلك لحساب النسبة المئوية للانكماش حسب العلاقة:

$$\frac{D_3 - D_4}{D_3} \times 100$$

حيث: D_3 طول العينة قبل الحرق، D_4 طول العينة بعد الحرق

2-2-2 اختبار الفقد الحراري

تم إجراء اختبار الفقد الحراري طبقاً للمواصفة ISO 10545 فبعد الانتهاء من مرحلة التجفيف للعينات المخبرية يتم وزن العينات قبل إدخالها لفرن الحرق وبعد خروجها منه، ويتم حساب النسبة المئوية للفقد الحراري من العلاقة:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

m_1 الوزن قبل الحرق، m_2 الوزن بعد الحرق

2-2-3 اختبار الامتصاص

تم إجراء اختبار الانكماش طبقاً للمواصفة ASTM C373 فبعد خروج العينات من الفرن يتم وزن العينات ثم توضع في وعاء مفتوح من الأعلى يحتوي على ماء ويتم غمرها فيه لمدة 24 ساعة،

ثم يتم إخراج العينات ووزنها للحصول على الفرق الوزني وبالتالي حساب الامتصاص من خلال العلاقة :

$$\frac{m_4 - m_3}{m_3} \times 100$$

m_3 الوزن بعد الحرق، m_4 الوزن بعد الغمر في الماء

2-2-4 اختبار مقاومة الكسر

تم استعمال اختبار الثلاثي النقاط طبقاً للمواصفة ASTM C648 وذلك لحساب لحساب مقاومة الكسر لعينات البلاط حيث توضع العينة بين الدعامتين بحيث يكون الجزء الممتد خارج الدعامات بمقدار سدس طول العينة من كل جانب، وتكون المسافة بين الدعامتين مساوية لثلاثي طول العينة، ويكون وجه البلاطة للأعلى؛ يبدأ التحميل ويستمر حتى تنكسر العينة ويتم تسجيل مقاومة الكسر التي تعرض على شاشة جهاز الاختبار المستعمل والذي هو من نوع (FLEXI 2000, Gabbrielli Technology)، والشكل 6 يوضح أحد العينات أثناء الاختبار.



شكل 6 يوضح أحد عينات البلاط السيراميكي أثناء إجراء الاختبار

3 النتائج والمناقشة:

الجدول 1 يعرض القراءات التي تم تسجيلها والنتائج المتحصل عليها من اختبارات المواد الخام، والتي سيتم توضيحها ومناقشتها في الفقرات التالية.

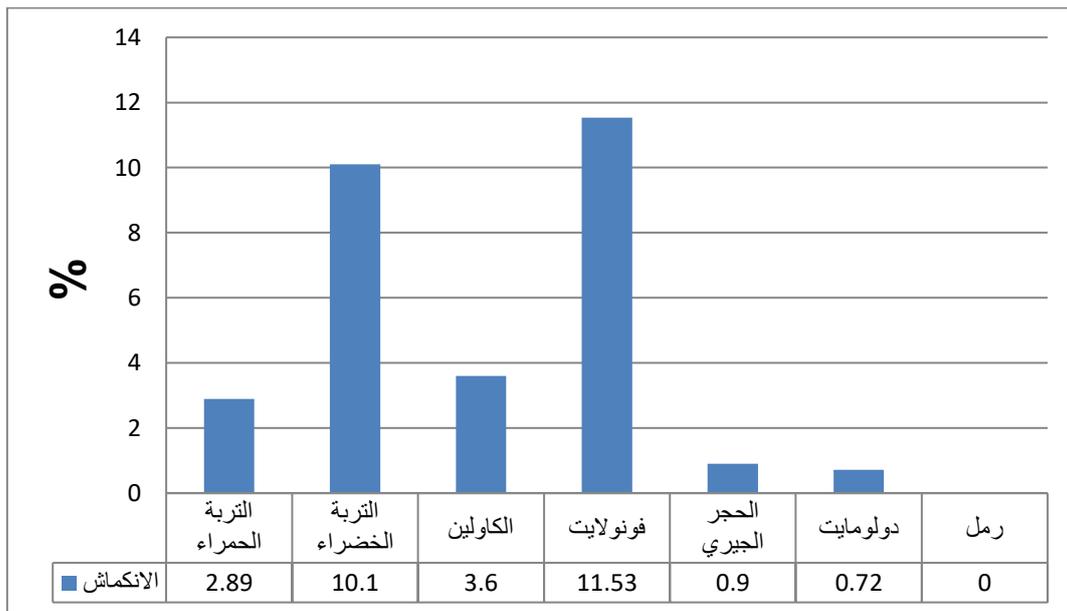
جدول 1 نتائج اختبارات المواد الخام

مقاومة الكسر (N/mm ²)	الامتصاص (%)	m_4 (g)	m_3 (g)	الفقد الحراري (%)	m_2 (g)	m_1 (g)	الانكماش (%)	D_4 (mm)	D_3 (mm)	الخام
--------------------------------------	--------------	--------------	--------------	-------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	-------

10	3.43	90	87.01	4.27	87.01	90.9	7.96	101.7	110.5	التربة الحمراء
7	8.33	97.5	90	5.55	85	90	10.10	99.6	110.8	التربة الخضراء
5	12.64	98	87	8.42	87	95	3.60	107	111	الكاولين
35	0.00	86	86	8.51	86	94	11.55	98	110.8	الفونوليت
0.5	25.00	75	60	35.48	60	93	0.90	110	111	الحجر الجيري
0.4	7.93	68	63	30.00	63	90	0.72	110.2	111	الدولوميت
2	0.00	92.7	92.7	3.43	92.7	96	0.00	111	111	الرمل

3-1 نتائج اختبار الانكماش للمواد الخام:

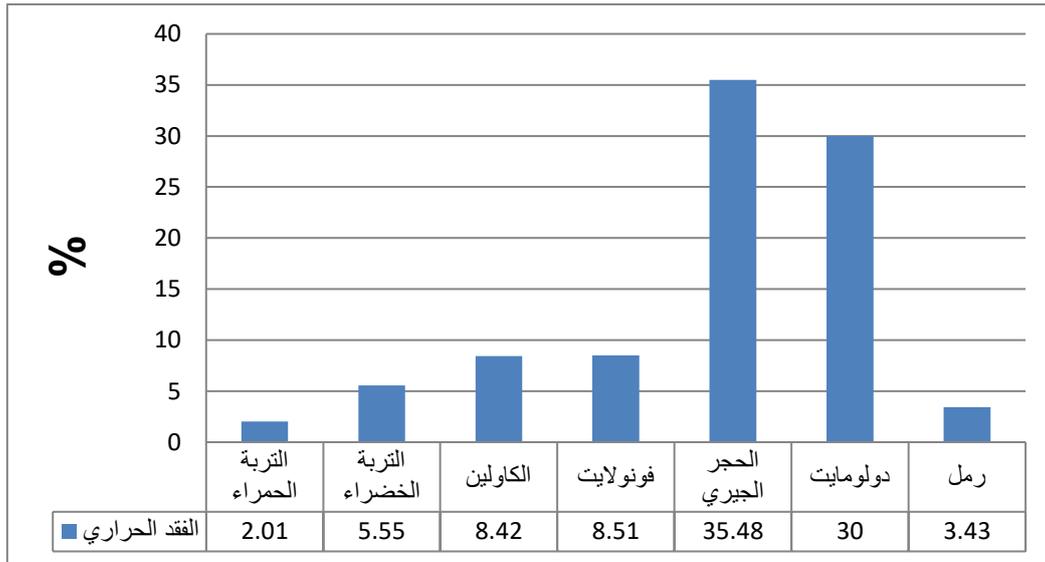
بعد حرق عينات البلاط للمواد الخام عند درجة حرارة 1160 درجة مئوية في الفرن يتضح التفاوت في نسب الانكماش لهذه الخامات، ويلاحظ أن الفونوليت له القيمة الأكبر للانكماش وعكسه الرمل مما يجعل هذين المكونين الاثنتين من أهم المكونات المؤثرة في التحكم في أبعاد البلاط وذلك باختلاف نسبتها في التركيبة كما هو موضح بالشكل 7.



شكل 7 نتائج الانكماش للمواد الخام

3-2 نتائج اختبار الفقد الحراري للمواد الخام:

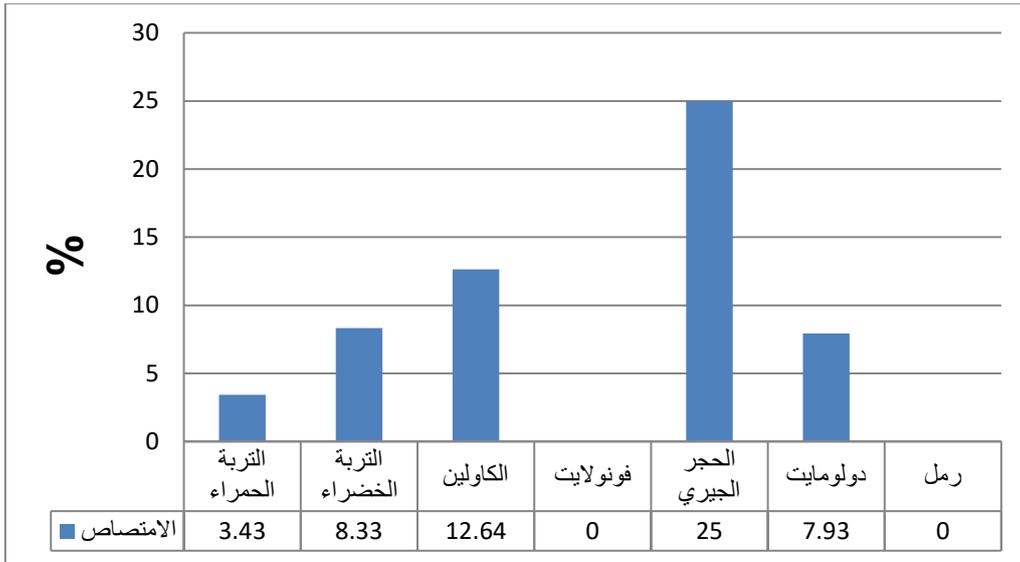
كلما كان الفقد الحراري للمادة أعلى كلما كان وزن البلاطة أخف وبالتالي نلاحظ من الشكل 8 أن المواد الجيرية لديها أعلى فقد حراري بسبب تبخر الماء وخروج الغازات من هذه المواد أثناء الحرق في الفرن.



شكل 8 الفقد الحراري في المواد الخام

3-3 نتائج اختبار الامتصاص للمواد الخام:

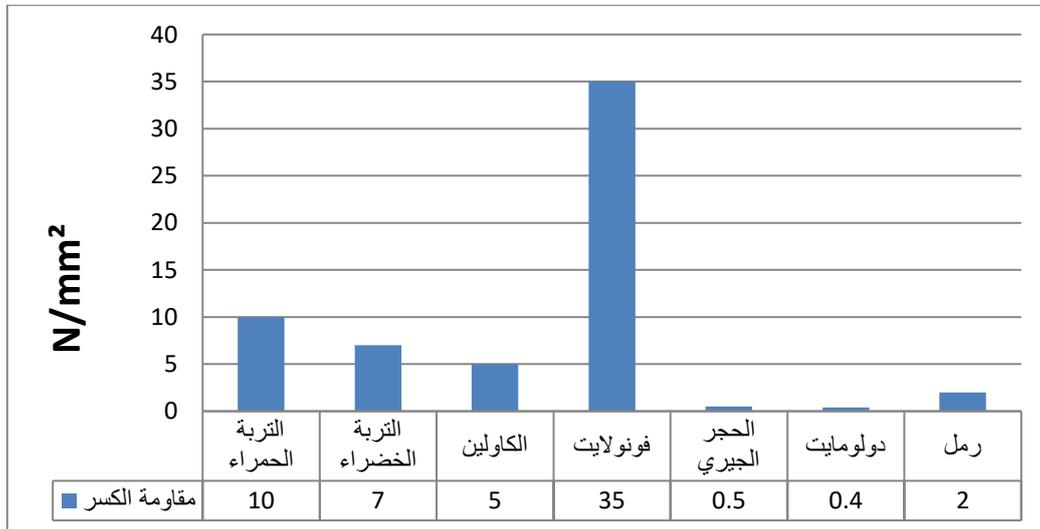
يلاحظ من الشكل 9 أن الحجر الجيري امتصاصيته عالية مقارنة ببقية المواد، أي أن له مسامية عالية مما يجعله يدخل في تركيبة البلاط الحائطي ليساعد في عملية الالتصاق بالجدران.



شكل 9 الامتصاص في المواد الخام

3-4 نتائج اختبار مقاومة الكسر للمواد الخام:

يلاحظ أن الفونولايت لديه أعلى مقاومة كسر مقارنة بالمواد الأخرى كما هو موضح بالشكل 10، الأمر الذي يجعله يدخل في تركيبة البلاط الأرضي بشكل أساسي وذلك لزيادة تحمل البلاطة للأحمال.

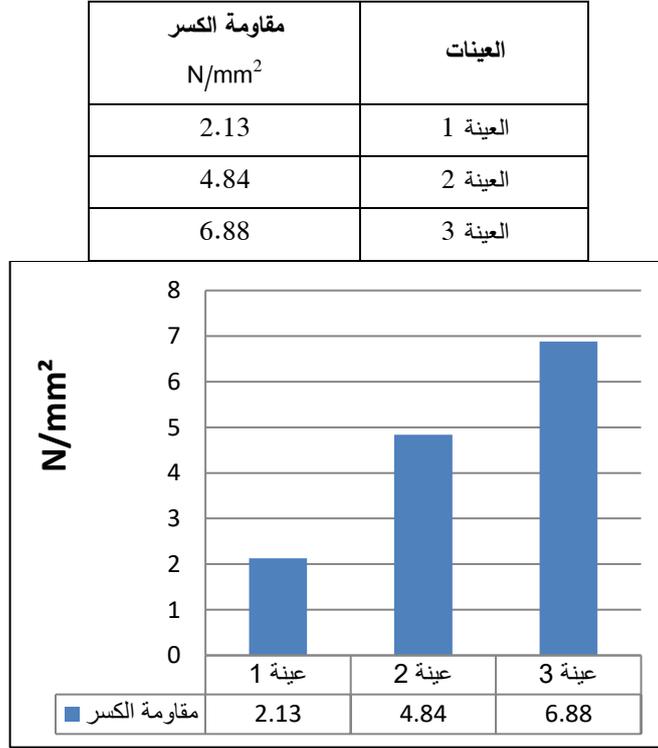


شكل 10 مقاومة الكسر في المواد الخام

3-5 نتائج اختبار مقاومة الكسر لعينات الفونولايت:

تم اختبار تأثير الفونولايت على مقاومة الكسر للبلاط السيراميكي وذلك بتحضير ثلاث عينات تحوي نسبة 0%، 10%، 20% من الفونولايت وتم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول 2 أدناه بالجدول والموضحة بيانياً بالشكل 11.

جدول 2 نتائج اختبار مقاومة الكسر للعينات الثلاث



شكل 11 نتائج اختبار مقاومة الكسر للعينات الثلاث

من الشكل 11 يتضح أن العينة 1 والتي لا تحتوي على الفونولايت سجلت أقل مقاومة كسر والتي كانت (2.13N/mm²). والعينة 2 التي تحتوي على الفونولايت بنسبة (10%) زادت مقاومتها للكسر بمقدار الضعف تقريباً مقارنة بالعينة الأولى حيث كانت (4.84 N/mm².)، أما العينة 3 والتي تحتوي على الفونولايت بنسبة (20%) سجلت أعلى مقاومة كسر (6.88 N/mm²). نلاحظ من خلال التركيبات الثلاث انه كلما زادت نسبة الفونولايت في التركيبة زادت مقاومة الكسر لها، هذا ما يفسر أن بعد حرق مكونات الخلطة في الفرن عند درجات الحرارة ما بين (1100 - 1200) درجة مئوية ينصهر الفونولايت ويتدفق ويتغلغل ليملى المسامات ويكون طور زجاجي عند التبريد بالتالي تزداد مقاومة الكسر للبلاطة [12].

4 الخلاصة:

من خلال الدراسة السابقة يمكن استخلاص ما يلي:

1. إن الفونولايت له أكبر نسبة انكماش، وعلى العكس من ذلك الرمل ما يجعل من هذين المكونين الاثنین أساس التحكم في أبعاد البلاط وذلك باختلاف نسبتهما في التركيبة.
 2. إن المواد (الدولوميت والحجر الجيري) لها القيمة الأعلى للفقد الحراري، وبالتالي تساهم في تخفيف وزن البلاط.
 3. كلما كان الفقد الحراري للمادة أعلى كلما كان وزن البلاطة أخف.
 4. إن الحجر الجيري له امتصاص عالٍ، وبالتالي يساهم في عملية الالتصاق للبلاط الحائطي.
 5. كلما زادت نسبة الفونولايت في مكونات خلطة البلاط كلما زادت مقاومة الكسر للبلاطة.
- 5 التوصيات:**

إن هذا البحث يُعد خطوة مبدئية تفتح المجال أمام الباحثين في مجال هندسة علوم المواد وكذلك المهتمين بدراسة المواد السيراميكية وبخاصة المستعمل منها في مجال البناء، فهذا الموضوع قابل للبحث والإضافة من عدة نواحٍ لعل من أبرزها ما يلي:

1. دراسة تركيبات وطرق مختلفة لزيادة مقاومة الكسر للبلاط الأرضي.
2. دراسة البلاط الحائطي وإجراء الاختبارات الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية عليه.
3. دراسة إمكانية تقليل كمية المفكك الكيميائي للخلطة مع استعمال أنواع أخرى متوفرة محلياً.
4. توسيع الدراسة السابقة لتشمل الاختبارات الكيميائية ومقاومة الخدش.

المراجع:

- [1] J. R. Kelly and P. Benetti, "Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice," *Australian dental journal*, vol. 56, pp. 84-96, 2011.
- [2] D. G. Wildgoose, *et al.*, "Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review," *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 91, pp. 136-143, 2004.
- [3] S. Mukherjee, *Applied mineralogy: applications in industry and environment*: Springer Science & Business Media, 2012

- [4] F. Chyad, *et al.*, "Preparation and Studying Some Physical and Mechanical Properties of Porcelain with Using Feldspar Replacement," *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, vol. 10, pp. 464-478, 2010.
- [5] M. Mhadhbi, *et al.*, "Recent Advances in Ceramic Materials for Dentistry," *Advanced Ceramic Materials*, 2021.
- [6] N. B. Singh, "Clays and Clay Minerals in the Construction Industry," *Minerals*, vol. 12, p. 301, 2022.
- [7] D. E. Quesada, *et al.*, *Ceramic Materials: Synthesis, Characterization, Applications and Recycling*: BoD–Books on Demand, 2019.
- [8] T. A. Otitoju, *et al.*, "Advanced ceramic components: Materials, fabrication, and applications," *Journal of industrial and engineering chemistry*, vol. 85, pp. 34-65, 2020
- .
- [9] V. Rajendran, *Materials science*: Tata McGraw-Hill Education, 2011.
- [10] ذ. م. علي, "دراسة تأثير متغيرات عملية التصنيع على العلاقة بين مقاومة الكسر و متانة الكسر للمواد السيراميكية," *الجامعة التكنولوجية, العراق*, 1999.
- [11] L. S. Muñoz, *et al.*, "R&D+i for ceramic tiles in the 21st century: Competition, diversity, and functionality," 2010.
- [12] P. Andrade, *et al.*, "Effect of phonolite addition on sintering kaolinitic clay," *Cerâmica*, vol. 51, pp. 362-371, 2005.

تصميم جهاز لتغويز خشب شجرة الأثل

¹ عبد العاطي مطر، ² جبريل الجروشي

¹ طالب ماجستير، قسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا
² أستاذ متقاعد، قسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا

¹ طالب ماجستير، قسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا
² أستاذ متقاعد، قسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا

الملخص

يعتبر الوقود الأحفوري مصدر الطاقة الرئيسي في العالم المعاصر، إلا أن محدودية هذا المصدر وتأثيراته البيئية السلبية جعل الأمر ملحاً لإيجاد بدائل متجددة وآمنة بيئياً. وتعتبر الكتلة الحيوية إحدى هذه البدائل المتجددة، حيث يمكن استخدام الكتلة الحيوية لإنتاج الغاز الاصطناعي المعروف بغاز المولدات (producer gas)، وهو الغاز الناتج من عملية الإحتراق الناقص للكتلة الحيوية الصلبة، والذي يتكون أساساً من خليط من غازات الهيدروجين وأول أكسيد الكربون والميثان. وتسمى عملية إنتاج غاز المولدات عملية التغويز (gasification)، بينما يسمى الجهاز المستخدم في هذه العملية بالمغوز (gasifier). ويمكن استخدام غاز المولدات بعد تنقيته وتبريده كوقود لتشغيل محركات الإحتراق الداخلي. يهدف هذا البحث إلى تصميم جهاز لتغويز خشب الأثل. حيث تمت عملية تصميم مغوز سحب هابط نوع (Impert) بالاعتماد على البيانات التجريبية الصادرة من قبل معهد أبحاث الطاقة الشمسية الأمريكي (SERI). كان طول القطر الأصغر للمغوز 6 سنتيمترات، والقطر الرئيسي للمغوز 26.8 سنتيمتراً، السعة القصوى لاستهلاك الخشب 14 كيلوجرام/ساعة، ومعدل التغويز النوعي (SGR) 0.25 م³/سم². ساعة. تمت عملية تشغيل المغوز بنجاح، حيث كانت عملية إنتاج الغازات القابلة للإشتعال بعد حوالي 15 دقيقة من بدء التشغيل، وبمعدل استهلاك 2.8 كيلوجرام/ساعة من سيقان شجر الأثل بقطر 7±2 مم، وطول 40 إلى 50 ملليمترًا.

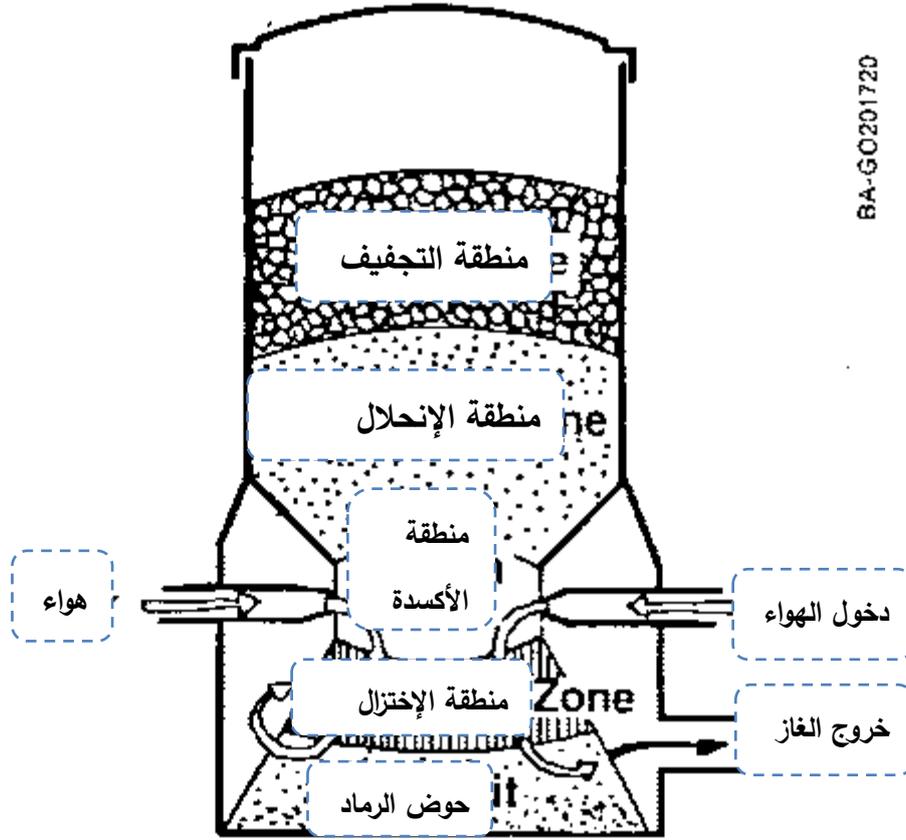
كلمات مفتاحية: احتراق ناقص، الكتلة الحيوية، مغوز، غاز المولدات، تغويز.

1. مقدمة

تعتبر الكتلة الحيوية -أحد مصادر الطاقة المتجددة- اختيار للعديد من البلدان بسبب قلة تأثيراتها البيئية، واستمراريتها، وتنوع مصادرها؛ فالكتلة الحيوية مصدر طاقة متجددة لا يزيد مستوى ثاني أكسيد الكربون في الجو؛ وأيضاً فإن الإنتاج المحلي للطاقة من الكتلة الحيوية يساهم في تقليل

كلفة نقل وتوزيع الوقود، لذلك فإن العديد من الدول بدأت في استغلال وتطوير هذا المورد خصوصاً في المناطق النائية والأرياف [1]. على الصعيد المحلي - أوضحت بعض الدراسات في هذا المجال (sayah 2017) أن ليبيا لها امكانية لإنتاج حوالي 1.72% من طاقتها باستخدام تقنيات طاقة الكتلة الحيوية، التي تتضمن 0.2% من نفاية الخشب، و1.52% من النفايات البلدية [2]. أحد أنظمة طاقة الكتلة الحيوية والتي استخدمت على نطاق واسع أثناء الحرب العالمية الثانية هو ما يعرف بنظام تغويز الخشب أو الكتلة الحيوية (biomass gasification). والتغويز يعني احتراق ناقص للكتلة الحيوية يُؤدّي إلى إنتاج غازات قابلة للاحتراق، تشمل أول أكسيد الكربون (CO) ، وهيدروجين (H₂) ومقدار ضئيل من الميثان (CH₄)، هذا الخليط من الغازات يدعى غاز المولدات (producer gas). المفاعل الذي بواسطته تتم عملية التغويز يدعى المغوز (gasifier) . وتصنف المغوزات أو مولدات الغاز وفقاً لطريقة امداد الهواء أو الأكسجين للمغوز، وعلى ذلك تصنف المغوزات الى ثلاثة أنواع رئيسية: مغوز السحب الصاعد (Updraft) ، ومغوز السحب الهابط (Downdraft) ، ومغوز السحب المستعرض (Crossdraft) [1،3]. ومن أكثر انواع المغوزات شيوعاً والمستخدم لتغذية محركات الاحتراق الداخلي، مغوز السحب الهابط نوع امبيرت (Imbert Downdraft gasifier) وهو عبارة عن جسم أنبوبي يدخل إليه وقود التغذية من القمة ويتجه نحو الأسفل مروراً بمختق أو حلق المغوز - حيث تتم عملية الاحتراق - بينما يسحب الرماد والغاز من أسفل المغوز. ويوضح الشكل (1) رسماً تخطيطياً لمغوز سحب هابط نوع امبيرت.

تهدف هذه الورقة إلى دراسة تصميم وتصنيع مغوز سحب هابط (downdraft gasifier)، وذلك لغرض تغويز خشب شجر الأثل (Tamarix spp.). الغاز الناتج يمكن أن يستخدم لتشغيل محرك احتراق داخلي. وتم اختيار خشب الأثل كوقود للمغوز نظراً لانتشاره وتوفره محلياً، حيث أن نبات الأثل ينتشر انتشاراً واسعاً في مناطق شمال أفريقيا وحوض البحر المتوسط، علاوة على أن الأثل سريع النمو ومقاوم للجفاف، وكذلك ينمو في مختلف انواع التربة [4].



شكل 1 مخطط لمغوز السحب الهابط [1]

2. الدراسات السابقة:

يعتبر مجال تصميم وتصنيع المغوزات أحد أبرز المجالات التي لقيت اهتماماً واسعاً من قبل الباحثين والدارسين في مجال إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية في مختلف بلدان العالم، حيث صمم فجري فيديان (2017) وآخرون *Fajri Vidian et al.* مغوز سحب هابط بسعة استهلاك وقود قصوى 42 kg/h ، ارتفاع جسم المغوز 90 سنتيمتر، القطر الرئيسي 26.8 سنتيمتر و 12 سنتيمتر هو قطر الحلق. تم بناء المفاعل من الصلب المقاوم للصدأ SUS 304. أستعمل الفحم منخفض الكربون والكتلة العضوية من جنوب سومطرة- أندونيسيا كوقود للمفاعل. أظهرت نتائج التجربة أن إنتاج الغاز القابل للاشتعال بدأ بعد حوالي 15 دقيقة من التشغيل. نسبة الهواء الى الوقود للفحم منخفض الكربون كانت 1.7 والتي هي أعلى من الكتلة العضوية (1.1) [5]. كما أجريت دراسة تجريبية أخرى على مغوز سحب هابط من قبل سمير كومار وآخرين (2018) *Samirkumar et.al*، حيث ركزت الدراسة على إنتاج الغاز المصنع وتأثير البارامترات

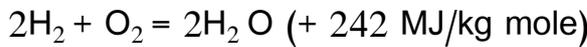
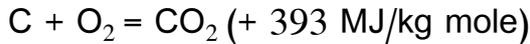
المختلفة مثل النسبة المكافئة ومحتوى الرطوبة في الخشب المستعمل على تركيب الغاز المصنع. وقد تم تصميم نموذج المغوز بمقاس معلمي لغرض التجارب، وصممت جميع أجزاء المغوز استناداً على معدل التغويز النوعي (SGR) يساوي $2000 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hr}$. كانت نسبة مكافئة 0.4 إلى 0.5 [6].

3. العمليات والتفاعلات الكيميائية داخل مغوز السحب الهابط:

يمر الوقود أثناء تحوله إلى غاز بأربع مناطق داخل المغوز تحدث بها عدة عمليات وتفاعلات مختلفة، وهذه المناطق على الترتيب هي: منطقة تجفيف الوقود، ومنطقة عملية التفسخ أو الانحلال الحراري، ومنطقة عملية الأكسدة أو الاحتراق، ومنطقة عملية الاختزال. وتحدث التفاعلات الرئيسية في منطقتي الأكسدة (الاحتراق) والاختزال.

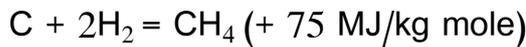
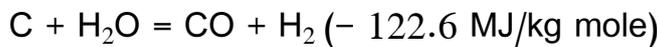
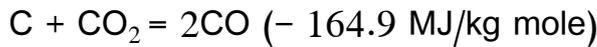
أ - تفاعلات منطقة الاحتراق **Combustion zone**:

يعد تفاعل الاحتراق طارداً للحرارة وينتج عنه نظرياً درجة حرارة أكسدة في حدود 1450 درجة مئوية، بينما تتمثل نواتج الاحتراق الكامل في بخار الماء وثنائي أكسيد الكربون، وعليه فإن التفاعلات الرئيسية هي كالتالي: [7,3]



ب - تفاعلات منطقة الاختزال **reduction zone**:

ان نواتج الاحتراق الجزئي (الماء، وثنائي أكسيد الكربون، ونواتج الانحلال الحراري) سوف تعبر خلال فرش فحم متوهج حيث تحدث تفاعلات الاختزال التالية: [7,3]



درجات الحرارة في منطقة الاختزال عادة (800 إلى 1000) درجة مئوية.

4. المتغيرات والمصطلحات المرتبطة بعملية تصميم المغوزات:

أ. النسبة المكافئة: *Equivalence Ratio (ER)* وتعرف بأنها نسبة كمية الهواء الحقيقية اللازمة لكل كيلوجرام من الوقود الصلب الى نسبة كمية الهواء النظرية اللازمة للاحتراق الكامل للوقود.

وتمثل القيمة 0.4 القيمة المثالية للنسبة المكافئة في عمليات تغويز الخشب ويعبر عنها رياضياً كما يلي: [6].

$$ER = \frac{(A/F)_{actual}}{(A/F)_{stoichiometric}} \quad (1)$$

ب. معدل التغويز النوعي (SGR) *Specific Gasification Rate* : وهو معدل التدفق الحجمي للغاز المنتج نسبة إلى مساحة المقطع العرضي لحلق المغوز. وتتراوح قيمته ما بين (0.1 إلى 0.9 $Nm^3/cm^2.hr$)، ويعبر عنه رياضياً بالمعادلة: [8,9]

$$SGR = \frac{Q_g}{A_t} \quad (2)$$

حيث: Q_g = معدل تدفق الغاز المنتج، A_t = مساحة مقطع حلق المغوز.

ج. معدل تدفق الوقود الصلب النوعي: (SSR) *Specific Solid Flow Rate* وهو معدل تدفق الكتلة الحيوية عبر حلق المغوز، وهو تعبير مشتق وبديل عن معدل التغويز النوعي (SGR) ، ووحداته هي $(kg/cm^2.hr)$ وحيث أن عملية تغويز واحد كيلوجرام من الخشب تعطي تقريباً 2.4 متر مكعب من الغاز فإنه يمكن كتابة العلاقة التالية: [6,7]

$$SSR = SGR/2.4 \quad (3)$$

5. حسابات تصميم المغوز:

في هذا البند سوف نقوم بإجراء الحسابات لإيجاد أبعاد المغوز المقترح في هذه الدراسة، وهو عبارة عن مغوز سحب هابط نوع إمبيرت (Imbert)، وذلك بناءً على معدل تدفق غاز المولدات المطلوب لتشغيل محرك احتراق داخلي إفتراضي - رباعي الأشواط إشعال بالشرارة. المواصفات الفنية للمحرك المقترح موضحة في الجدول (1)، بينما يوضح الجدول (2) فرضيات وشروط التصميم الابتدائية.

جدول (1) المواصفات الفنية للمحرك المقترح في الدراسة

الموديل HSO3500CE	
210	المحرك
3.6 كيلو وات	الخرج

3000 دورة/دقيقة	السرعة المقننة
0.208 لتر	إزاحة المكبس
1	الاسطوانات

جدول (2) فرضيات وشروط التصميم

Downdraft (Impert Type)	نوع المغوز
خشب الأثل	نوع الوقود
0.25 (m ³ /cm ² .hr)	معدل التغويز النوعي
0.4	النسبة المكافئة
%60	كفاءة التغويز

5-1. حساب أبعاد المغوز:

يتم أولاً حساب معدل التدفق الحجمي الأقصى (النظري) لخليط الهواء - والغاز، ويساوي معدل الحجم المزاح (V_s) لأسطوانة المحرك، وحيث أن نسبة الهواء إلى الوقود (الغاز) النظرية هي 1.1 إلى 1 متر مكعب من الغاز، وبمعلومية عدد دورات المحرك في الدقيقة n ، والإزاحة الكلية للمحرك باللتر D_s ، فإن تدفق الغاز يتم حسابه كما يلي: [9]

- معدل الإزاحة الحجمية الكلية للمحرك (V_s):

$$V_s = \frac{\frac{1}{2} \times n \times D_s}{60 \times 1000} = 0.0052 \text{ m}^3/s$$

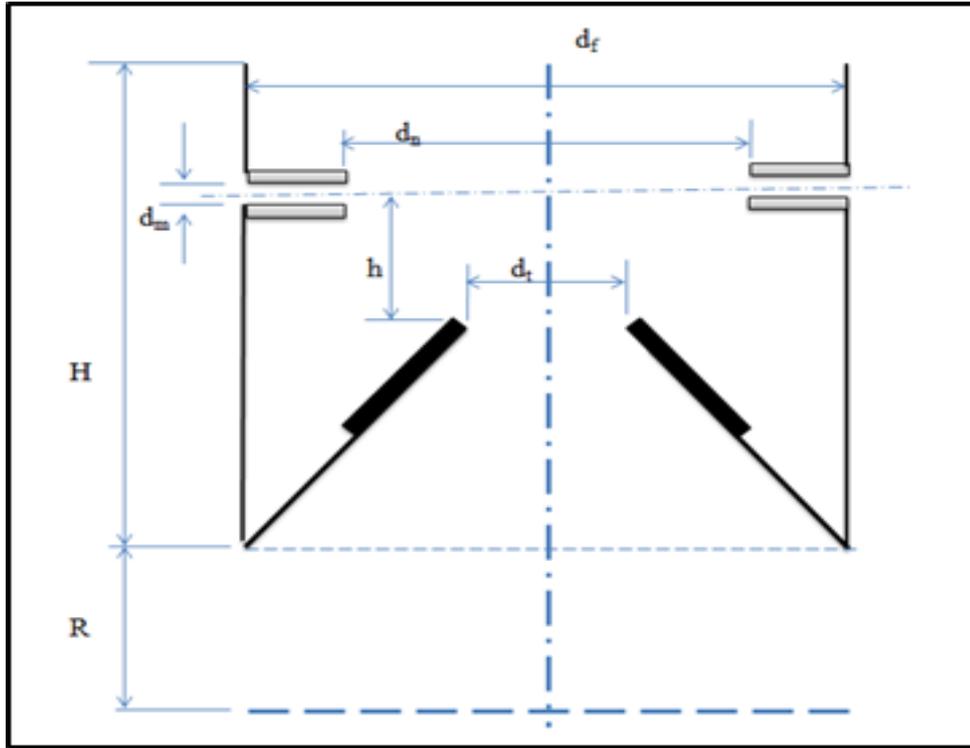
- معدل التدفق الحجمي للغاز (Q_g):

$$Q_g = \frac{V_s}{2.1 \times 3600} \times \eta_v = 7.1314 \text{ m}^3/hr$$

ومن معادلة معدل التغويز النوعي، يتم حساب مساحة مقطع حلق المغوز (A_t) ومن ثم حساب طول القطر الأصغر للمغوز: [9]

$$A_t = \frac{Q_g}{SGR} = 28.5256 \text{ cm}^2 \Rightarrow d_t = \sqrt{\frac{4 \times A_t}{\pi}} = 6.026 \text{ cm} \approx 6 \text{ cm}$$

وبمعلومية (d_f) يتم تحديد الأبعاد والمتغيرات الرئيسية لمغوز السحب الهابط الموضحة في الشكل (2)، وذلك بحسب الكتيب الصادر من قبل معهد أبحاث الطاقة الشمسية الأمريكي (SERI) والمعد بواسطة (reed & Das 1988) [1]، كما في الجدول المبين في الملحق (أ). ويوضح الجدول (4) أبعاد المغوز المستخدم في هذه الدراسة.



شكل 2 الأبعاد الرئيسية لمغوزات السحب الهابط

2-5. حساب معدل استهلاك الوقود الصلب (الخشب):

يمكن التنبؤ بمعدل استهلاك الوقود الصلب (M_s) على أساس معدل إنتاج الغاز، حيث أن تغويز 1 كيلوجرام من الخشب ينتج حوالي 2.4 متر مكعب من غاز المولدات [6,7].

$$\frac{Q_g}{2.4} = 2.97 \text{ kg/hr}$$

3-5. حساب معدل تدفق الهواء للمغوز:

ولحساب معدل تدفق الهواء للمغوز يتطلب منا الحصول على التحليل النهائي للوقود الصلب (الخشب) لمعرفة النسب الوزنية لمكونات الوقود، حيث يبين الجدول (3) التحليل النهائي لخشب الأثل المعتمد كوقود للمغوز [10].

جدول (3) التحليل النهائي لخشب الأثل [10]

النسبة الوزنية %	المكون	م
49.46	الكربون	1
5.39	الهيدروجين	2
40.65	الأكسجين	3
0.72	الكبريت	5
3.55	نسبة الرماد	6

وبالنظر إلى معادلات احتراق هذه العناصر يمكننا حساب نسبة الهواء إلى الوقود النظرية

$(A/F)_{stoichiometric}$ حسب المعادلة التالية: [5]

$$(A/F)_{stoichiometric} = \frac{1}{0.232} \left[\frac{8}{3} C + 8H_2 + S - O_2 \right]$$

حيث أن: O_2, S, H_2, C هي كسر الكتلة في الوقود الصلب لكل من الكربون، والهيدروجين، والكبريت، والأكسجين على التوالي.

$$(A/F)_{stoichiometric} = 5.87 \text{ kg}_{air}/\text{kg}_{wood}$$

وتحسب نسبة الهواء إلى الوقود الحقيقية اللازمة للتغويز $((A/F)_{actual})$ من علاقة تعريف

النسبة المكافئة (ER) حسب المعادلة (1): [7,6]

$$(A/F)_{actual} = ER \times (A/F)_{stoichiometric} = \frac{(m_a)_{actual}}{M_s}$$

$$= 2.35 \text{ kg}_{air}/\text{kg}_{wood}$$

وبالتالي فإن معدل تدفق الهواء الكتلي الحقيقي $((m_a)_{actual})$ هو:

$$(m_a)_{actual} = [(A/F)_{actual}] \times M_s = 6.7 \text{ kg/hr}$$

يبين الجدول (4) أبعاد ومتغيرات المغوز المستخدم في هذه الدراسة.

جدول (4) ابعاد ومتغيرات المغوز المستخدم في الدراسة

ر.	الوصف	الرمز	القيمة	الوحدة
1	قطر حلق المغوز	d_t	60	مليمتر
2	قطر الفرن الرئيسي	d_f	268	مليمتر
3	قطر دائرة منافث الهواء	d_n	150	مليمتر
4	ارتفاع مستوى المنافث فوق الحلق	H	80	مليمتر
5	ارتفاع منطقة الفرن	H	256	مليمتر
6	ارتفاع منطقة الأكسدة	R	100	مليمتر

7	قطر منفث الهواء	d_m	7.5	مليمتري
8	سرعة نفث الهواء	u_m	22.4	م/ث
9	عدد منافث الهواء	N	5	...
10	السعة القصوى لإنتاج الغاز	Qg (max.)	30	متر ³ /ساعة
11	السعة القصوى لاستهلاك الخشب	Ms (max.)	14	كجم/ساعة
12	معدل تدفق الهواء الكتلي	$(m_a)_{actual}$	6.7	كجم/ساعة
13	معدل تدفق وقود الخشب	M_s	2.97	كجم/ساعة

6. تصنيع المغوز:

تم تصنيع المغوز من الفولاذ الطري حسب الأبعاد الرئيسية المبينة في الجدول (4)، تميزت عملية تصنيع وتجميع أجزاء المغوز والفواصل الدوامي بالبساطة وعدم التعقيد، باستثناء بعض الأجزاء التي تتطلب الدقة في الأبعاد مما استلزم استخدام آلات الخراطة وتشكيل المعادن. حيث يتكون جهاز التغويز من المكونات الرئيسية التالية:

أ. **خزان الوقود:** وهو عبارة عن جسم اسطواني يحتل الجزء العلوي للمغوز، وقد تمت صناعته من الفولاذ الطري بسماكة 3 ملليمترات.

ب. **منطقة الحلق:** وهي عبارة عن بوق متقارب متباعد، وبزاوية ميلان 60 درجة، ومصنوع من الفولاذ الطري بسبك 4 ملليمترات، وقطر أكبر وقطر أصغر 150 و60 ملليمترًا على التوالي. تنتزع خمس فوهات للهواء بشكل شعاعي على محيط حلقة دائرية قطرها 150 ملليمترًا على ارتفاع 80 ملليمترًا فوق القطر الأصغر، وقطر الفوهة 7.5 ملليمتر.

ج. **المشبك:** وهو السطح الذي يستقر عليه فحم الوقود (الخشب) المتوهج في أسفل المغوز. وهو عبارة عن قرص معدني دائري يركب أسفل بوق منطقة التغويز بمسافة 100 ملليمتر، مصنوع من الفولاذ الطري بسماكة 4 ملليمترات، يحتوي على فتحات تسمح بمرور الرماد دون الوقود.

د. **خزان الرماد:** وهو عبارة عن حوض أسطواني معدني يقع أسفل المشبك مباشرة حيث يتم تجميع الرماد الناتج. وللحوض فتحة لكسح الرماد وتنظيف الحوض.

هـ. **الأجهزة الملحقة:** وهي الأجهزة والمعدات المستخدمة لنقل وتنقية وتجهيز الغاز، وتشمل جهاز الفصل الاعصاري (cyclone separator) ، والمبرد، ومصفى الغاز، ونافخ الهواء، وأنابيب التوصيل.

ويبين الشكل (3) المغوز مع ملحقاته المختلفة.



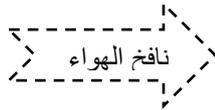
شكل (3) المغوز مع ملحقاته

7. إجراء التجربة:

في هذا البند سوف نستعرض خطوات إجراء تجربة تشغيل جهاز تغويز سحب هابط يستخدم خشب الأثل كوقود، حيث تم تجميع وتركيب المغوز محلياً وباستخدام مواد خام متوفرة محلياً.

7-1. وصف الوقود:

تم في هذه الدراسة استخدام نوعين من وقود خشب الأثل: أحدهما عبارة عن سيقان شجر الأثل متوسط قطرها (7 ± 2 مم)، وطولها (40 - 50 مم)، والنوع الثاني هو كتل خشبية متوسط حجمها



50×40×25 مم، كما هو موضح في خزان الرماد

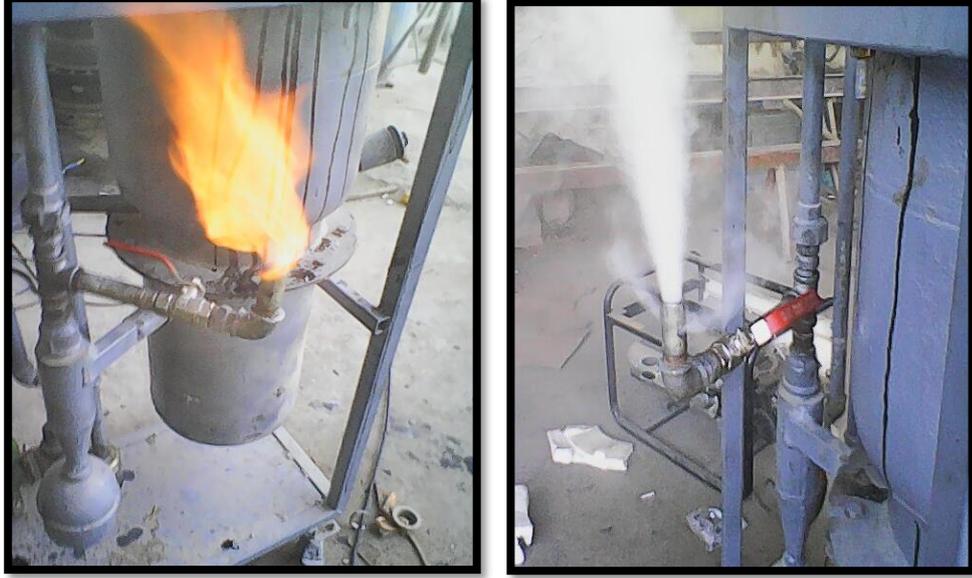


شكل (4): وقود خشب الأثل: (أ) سيقان شجر الأثل (ب) كتل خشب الأثل

2-7. خطوات تشغيل المغوز:

1. قبل البدء في إجراء تشغيل المغوز يجب اختيار مكان مفتوح وجيد التهوية لإجراء التجربة، كذلك يجب تنظيف خزان الرماد، ومجمع الفاصل الإعصاري، والتأكد من نظافة منافث ومسالك الهواء والغاز وفتحات تصريف المتكاثف، بالإضافة إلى اتخاذ إجراءات السلامة.
2. يتم ملء خزان الوقود بقطع الخشب، مع مراعاة أن يكون مستوى الوقود أعلى من مستوى منافث الهواء، ثم إحكام غلق غطاء الخزان لمنع تسرب الهواء والغازات.
3. تتم عملية اشعال الوقود باستخدام نافخ اللهب أو بوضع بعض قطع الفحم المشتعل عند منطقة الاحتراق قريباً من منطقة الحلق بالتزامن مع إمداد الهواء للمغوز وذلك بنفخ الهواء عبر طريق منافث.
4. بعد حوالي العشر دقائق (المدة حسب نوع الوقود) يتم اختبار اشتعال الغاز الخارج، وإذا نجحت عملية الإشتعال يتم إيقاف نافخ الهواء بالتزامن مع تشغيل المحرك ليقوم بدور سحب الهواء إلى المغوز، مع ملاحظة نسبة خلط الهواء و الغاز الداخل للمحرك وهي عادة في حدود 1:1.1 حتى يستقر تشغيل المحرك. ويوضح الشكل (5) عملية اختبار اشتعال الغاز.

5. لإيقاف تشغيل المغوز عند أي لحظة يتم إغلاق فتحتي دخول الهواء وخروج الغاز.



شكل (5) تشغيل المغوز واختبار اشتعال الغاز

8. مناقشة النتائج والاستنتاجات:

تمت عملية تشغيل واختبار جهاز التغويز باستخدام نوعين مختلفين من وقود خشب الأثل وهما: الأول يتكون من قطع سيقان الأثل بقطر 2 ± 7 مم وطول متوسط 40 مم، بينما النوع الثاني عبارة عن كتل خشبية بأبعاد $50 \times 40 \times 25$ مم تقريباً. عند استخدام نوع الوقود الأول، بدأت عملية إنتاج الغاز القابل للاشتعال بعد حوالي (15) دقيقة من بدء التشغيل، حيث كان اشتعال الغاز بلهب أصفر برتقالي مما يشير إلى وجود نسبة من المواد الطيارة في الغاز [5]، وكان معدل استهلاك الخشب حوالي 2.8 كيلوجرام/ساعة، وهو معدل قريب جداً من المعدل التصميمي للمغوز. بينما تأخرت عملية إنتاج الغاز قليلاً عند استخدام النوع الثاني من الوقود، وكان اشتعال الغاز بلهب يميل إلى اللون الأحمر مما يعني وجود فائض من أول أكسيد الكربون [11].

ومن خلال هذه الدراسة يمكن تلخيص الاستنتاجات على النحو التالي:

1- من خلال التجربة تبين لنا أن وقود النوع الأول المتمثل في سيقان شجر الأثل المبين في الشكل (4) يعتبر هو الأنسب لتشغيل المغوز، حيث كان اشتعال الغاز مستقرًا، إلا أنه لزمنا تقلبيه بين الفينة والأخرى لضمان تدفقه عبر الحلق.

2- من الممكن استخدام خشب الأثل كمصدر لوقود حيوي محلي يصلح لتغذية مغوزات السحب الهابط والمستخدمه لتشغيل محركات الاحتراق الداخلي.

3- إن استخدام خشب الأثل كوقود لمغوز السحب الهابط قيد الدراسة يواجه عدة صعوبات منها:

- اختيار شجر الأثل كمصدر لوقود المغوزات يجعله مستهدفاً بالإزالة مما يؤثر سلباً على البيئة، إلا أن سرعة نموه وقلة تكاليف زراعته قد تجعل منه مرشحاً قوياً لاستخدامه كوقود حيوي.
- صعوبة الحصول على أحجام منتظمة لقطع الوقود وملائمة لتغذية المغوز.

9. الخلاصة:

مما سبق تبين لنا إمكانية استخدام خشب الأثل كوقود حيوي لتغذية مغوزات السحب الهابط مع بعض الصعوبات الممكن التغلب عليها.

10. شكر وتقدير:

نتقدم بجزيل الشكر إلى كل من: قسم الهندسة الميكانيكية جامعة مصراتة، وورشة الخاني للخرطة العامة بمصراتة، ومصنع الشلتات للحدادة بالليزر بمصراتة، لحسن تعاونهم معنا في سبيل إنجاز هذا العمل.

11. المراجع:

1. T. B. Reed, and A. Das, "Handbook of biomass downdraft gasifier engine systems," st Ed, SERI, U.S.A, 1988.
2. Giuma A. Sayah, "The Use of Renewable Energy Technologies in the Libyan Energy System ", Berlin university 2017, p. 26.
3. D. Yogi Goswami, "Alternative Energy in Agriculture", CRC Press, 1986, pgs. 83-102.).
4. Abasali N. Sadegh, et al., " Experimental characterization of shrinkage and density of tamarix aphylla wood", Cellulose Chem. Technol., 46 (5-6), 369-373 (2012),Iran.
5. Fajri Vidian et al., " Design, Construction and Experiment on Imbert Downdraft Gasifier Using South Sumatera Biomass and Low Rank Coal as Fuel " Int. Journal of

Engineering Research and Application ISSN : 2248-9622, Vol. 7, Issue 3, (Part -6)
March 2017, pp.39-44.

6. N. S. Samirkumar et al; " Design, development and experimental studies of downdraft gasifier" International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology 2018.
7. FAO 1986, FAO Forestry Paper 72, "wood gas as engine fuel", Rom 1986.
8. J. Venselaar, "Design Rules for Down Draft Wood Gasifiers: a Short Review," pp. 1–24, 1986.
9. V. V. N. Kishore, "Renewable energy engineering and technology", TERI press, 2007.
10. Jamie Nielsen et al., "Converting Riparian Restoration Waste to Energy: Testing Tamarisk (*Tamarix spp.*) Woody Biomass as Fuel for Downdraft Gasification", Ecological Restoration, September 2011, University of Wisconsin Press.
11. www.Engineer.decorexpro.com

الملحق:

[1] الأبعاد والمتغيرات الرئيسية لمغوزات السحب الهابط نوع (Imbert)

d _h /d _h	d _h mm	d _r mm	d _r mm	h mm	H mm	R mm	A No.	d _m mm	A _m x 100 A _h	d _r d _h	h d _h	Range of Gas Output		Maximum Wood Consumption	Air Blast Velocity
												max. Nm ³ /h	min. Nm ³ /h	kg/h	V _m m/s
268/60	60	268	150	80	256	100	5	7.5	7.8	4.5	1.33	30	4	14	22.4
268/80	80	268	176	95	256	100	5	9.0	6.4	3.3	1.19	44	5	21	23.0
268/100	100	268	202	100	256	100	5	10.5	5.5	2.7	1.00	63	8	30	24.2
268/120	120	268	216	110	256	100	5	12.0	5.0	2.2	0.92	90	12	42	26.0
300/100	100	300	208	100	275	115	5	10.5	5.5	3.0	1.00	77	10	36	29.4
300/115	115	300	228	105	275	115	5	11.5	5.0	2.6	0.92	95	12	45	30.3
300/130	130	300	248	110	275	115	5	12.5	4.6	2.3	0.85	115	15	55	31.5
300/150	150	300	258	120	275	115	5	14.0	4.4	2.0	0.80	140	18	67	30.0
400/130	130	400	258	110	370	155	7	10.5	4.6	3.1	0.85	120	17	57	32.6
400/150	135	400	258	120	370	155	7	12.0	4.5	2.7	0.80	150	21	71	32.6
400/175	175	400	308	130	370	155	7	13.5	4.2	2.3	0.74	190	26	90	31.4
400/200	200	400	318	145	370	153	7	16.0	3.9	2.0	0.73	230	33	110	31.2

Variables not given in figure are defined as follows:
d_m = inner diameter of the tuyere.
A_m = sum of cross sectional areas of the air jet openings in the tuyeres.
A_h = cross sectional area of the throat.
A = number of tuyeres.
Source: Kaupp 1984a, Table 5; Fig. 75.

Reduction of CO₂ emissions using HHO mounted in a car's motor & its economic

Ghassan S. Almassri¹, Khalid M H Jaballa², Benur Maatuga³, Salah M Almusbahi⁴
[1*gsalmasri@elmergib.edu.ly](mailto:gsalmasri@elmergib.edu.ly), [2Kmjaballa@elmergib.edu.ly](mailto:Kmjaballa@elmergib.edu.ly), [3bmmaatug@elmergib.edu.ly](mailto:bmmaatug@elmergib.edu.ly),
[4salahalmusbahi@elmergib.edu.ly](mailto:salahalmusbahi@elmergib.edu.ly)

^{1,2,3,4} Department of Mechanical engineering, Faculty of Engineering Garaboulli, Elmergib
University, Libya

*Corresponding author email:

Received: 30 October 2022 / Accepted: 20 November 2022

1 Abstract

The HHO cell has been proved itself as most important hybrid fuel, that, it can reduce the fuel consumption and reduce of the CO₂ emission, the objective of this research is reduce of pollution that result from the internal combustion engine that use the gasoline as fuel by using the HHO dry cell. Also using hydrogen cell technology as a way to reduce fuel consumption in vehicles and to reduce harmful emissions to the environment by design hydrogen cell that is inexpensive and with high performance for helping consumers and encourage them to purchase it. Results show that the CO₂ emissions in Libya is reduced from 12.24 Mt to 8.39 Mt through driving inside cities and decreasing carbon emissions from 8.55 Mt to 6.53 Mt in combined drive. Also it was reduced fuel consumption for a motor vehicle in the city up to 31.4 %, and 32.9 % between city and combined drive. The benefit of installing HHO cell for all cars in Libya is about 1.26 billion dollar yearly.

Keywords: HHO cell, catalyser, reduction fuel consumption, reduction of CO₂ emissions

2 Introduction

Fossil fuels remain one of the most prominent influences on environmental pollution, and it is prominent in the uses of fuel special automobile fuel, whose number is growing day by day. Statistics have shown the number of vehicles on roads in Libya has increased from 465,000 in 1983 to 2,680,000 in 2014[1-2].

In line with the above, the transportation wastes and emissions are considered one of the main drivers of air pollution in Libya. Between 1990 - 2012, emissions from transportation have increased drastically within the energy sector. Total transportation emissions rose from 6.12 MtCO₂e in 1990 to 16.59 MtCO₂e in 2012 .Also, the CO₂ emissions from transportation have increased from 1 metric ton in 1970 to 18 metric tons in 2019 by growing at an average annual rate of 7.79% [3]. This is due to the fact that the number of vehicles has become the equivalent of 2,500,000 gasoline-fuel vehicles for passenger cars carrying 2,566,465 passengers per year, that huge number is the result of imports for their cheap prices[4]. Actually , the non-compliance with the

environmental measures and conditions, where the most important element for environmental conditions is a lack of catalyser exhaust in the imported vehicles from abroad, are dispensed with them as a result of their malfunctions and irreplaceable due to their high price and the lack of environmental knowledge. This is the main factor behind damages caused by not installing them. This led to a public health crisis and lung diseases diagnosis amongst many Libyans [5]. Emissions, fuel and cost savings in the internal combustion engine (ICE) are reduced by adding hydroxyl gas into the combustion chamber for the accomplishment of more complete combustion Chinguwa, Simon, et al [6]. Also, Prasetya, Hendrik Elvian Gayuh, et al [7] increased the performance and reduce the exhaust emissions on 120 cc engines with four strokes that also worked on by using a catalyst in the HHO generator integrated into the engine. Salek, Farhad, Mohammad Zamen, et al. [8] used (HHO) dry cell which is coupled to a gasoline engine to show the effects of electrodes, shape, distances, and the influences of ultrasonic waves, the ultrasonic waves improves the HHO dry cell production rate from about 6.4% to 52.4%. Basori, [9] studied the effect of HHO dry cell of reducing air pollution by measuring emission level of exhaust gas. the results of NaOH solution is decrease 81.74% of CO gas concentration and the use of NaOH solution to get an average concentration of hydrocarbon gas are decrease by 69.62% when compared operating without HHO generator. Brown gas (HHO) was produced by using the electrolysis process in 4 stroke engine with KOH (aq) as a catalyst. It indicated that the engine's brake power, thermal efficiency, and mechanical efficiency are increased 22%, 47% 24%, respectively, Gohar, Ghulam Abbas et al [10]. Rusdianasari, Bow Y, et al [11] Show that the best setup was electrolyte concentration of sodium hydroxyl was 0.05 M and the applied current was 15 A to produce 0.1028 LPM HHO gas with the electric current efficiency of the hydrogen generator 89.13%.

This project focuses on the possibility of reducing fuel and emissions caused by vehicles currently on the road, as well as vehicles that will be imported in the future. Another important aspect is reducing emissions from exhaust without imposing any restrictions on citizens, but rather by encouraging them to obtain the advantages of this technology. Hydrogen cells can make car exhausts containing catalyser have a longer life because of their ability to clean them of combustion deposits.

3 3. The first experiment on car's motor

Installing HHO cell as shown in Figure 1. It can be used with graduated cylinder or directly into the gasoline motor. It needs only the electrical current stabilizer as Cut-Out. It is important to reduce the temperature of the cell and save the battery and dynamo from damage.

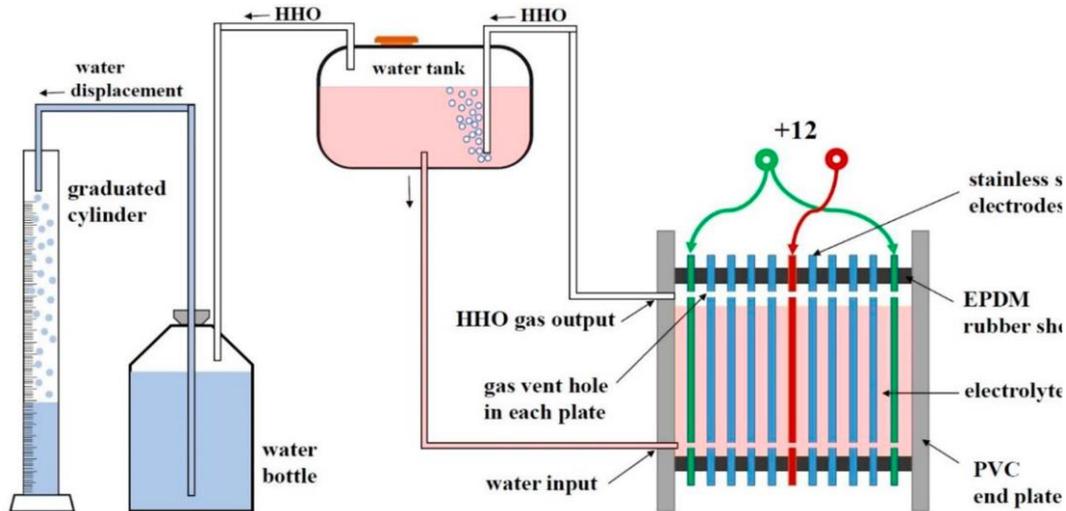


Figure 1: Schematic drawing of modern gasoline car's motor with HHO cell generator [12].

4. The effect of HHO cell on catalyzer

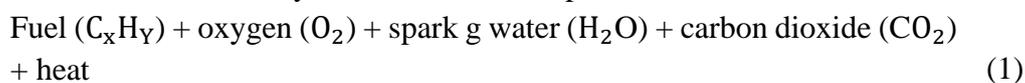
This work is a part of continues work on HHO dry cell [13], [14]. As shown in Figure 2, the catalyser is improved and it is more clear after using the HHO dry cell, it is clearly shown that the HHO dry cell effect not only reduces the fuel consumption but also clean the catalyser.



Figure 2 the picture of catalyzer after using HHO dry cell

5. Determning CO₂ emissions for vehicle exhaust

By converting the energy stored in the fuel into mechanical energy for an internal combustion engine, the vehicle will move down the road, these processes produce an amount of carbon dioxide CO₂ emission which is contained atoms of hydrogen (H) and carbon (C) to produce fuel with hydrocarbon molecules (C_xH_y). A simplified equation for the combustion of a hydrocarbon fuel is expressed as follows:



In this combustion reaction, hydrogen combines with oxygen to produce water (H₂O).

Similarly, oxygen combines with the carbon to make carbon dioxide (CO₂). In fact, this reaction can be expressed as follows:



Carbon has an atomic weight of 12, and oxygen has an atomic weight of 16 those results of a molecular weight equals 44 for CO₂, it can be determined as following expression :

$$1 \text{ carbon atom (12)} + 2 \text{ oxygen atoms} \times \text{an atomic weight of oxygen (16)} \\ \text{molecular weight CO}_2 \quad (3)$$

Hence, CO₂ is 3.67 times heavier than carbon. One Litre of petrol fuel (gasoline), includes about 0.63 kg of carbon, it produces about 2.39 kg. In other words, burning a litre of petrol fuel produces around 2.39 kg of carbon dioxide.

6. Vehicle CO₂ Emissions Footprint Calculator online Software

Online Software is used to calculate CO₂ emissions (kg) that are produced by the exhaust in a car. Just add fuel consumption (L/100 km) with travelled distance as input data to know how much CO₂ emission has produced [15]. In the experiment, using the fuel cell and without it on the same pattern and data, through driving the car normally for a distance equal to 200 km by the determined pattern of driving inside the city, or combine (city, highway). By determining the number of litres used in the tank with travel distance, the fuel consumption rate in the car is determined.

6.1 Determination of Fuel consumption

Fuel consumption gives consumers reliable information about the relative fuel efficiency of vehicles and it can be determined by the following formula;

$$FC = \frac{L.S \times 100}{T.s} \quad (1)$$

6.2 Determination of reduction ratio for fuel consumption

$$R_{FC} (\%) = \frac{Fc_{\text{without fuel cell}} - Fc_{\text{with fuel cell}}}{Fc_{\text{without fuel cel}}} \times 100 \quad (2)$$

$$R_{CO_2} (\%) = \frac{CO_{2\text{emission}} - CO_{2\text{emission fuel cell}}}{CO_{2\text{emission}}} \times 100 \quad (3)$$

6.3 Reduction ratio for CO₂ emission

Determine Present decrease in saving fuel consumption

$$R_{FC} (\%) = \frac{\text{Save}_{f/case} - \text{Save}_{f/case \text{ with fuel cell}}}{\text{Save}_{f/case}} \times 100 \quad (4)$$

7. Results and Discussions

7.1 Results of the first experiment on car's motor

The results from [13] and [14] experiments are shown in Table 1. The hydrogen cell had a clear effect in reducing fuel consumption within the combustion engines and reducing environmental pollution.

Table 1: CO₂ emission reduction rates for experiment car's motor

Case	Inside city		Combine		Unit
	Integreated without fuel cell	Integreated with fuel cell	Integreated without fuel cell	Integreated with fuel cell	
Travelled distance	200	200	200	200	km
Fuel consumption	9.55	6.55	7.60	5.10	L/100 km
CO ₂ emission (kg)	45.66	31.31	36.33	24.38	kg
CO ₂ emission (kg/km)	0.23	0.16	0.18	0.12	kg/km
Total Emission in Libya by 2,680,000 vehicle on roads	Inside city		Combine		MtCo ₂ e
	12.24	8.39	9.47	6.53	
Reduction ratio fuel consumption & CO ₂	31.4 %		32.9%		

Fuel consumption is decreased by using a fuel cell on the car as shown in Table 3, and Figure 4. values are decreased by installing fuel cells in a car from 9.55 L/100 km to 6.55 L/100 km inside the city driving, and from 7.60 L/100 km to 5.10 L/100 km during combine driving. In addition, by multiplying the total number of vehicles, which was equal to 2,680,000 vehicles to CO₂ emission (kg) for a vehicle, the total Emission MtCo₂e in Libya by vehicles on roads is evaluated. The results in Table 1 show the reduction in total emissions for vehicles in Libya when installed a fuel cell on the engines.

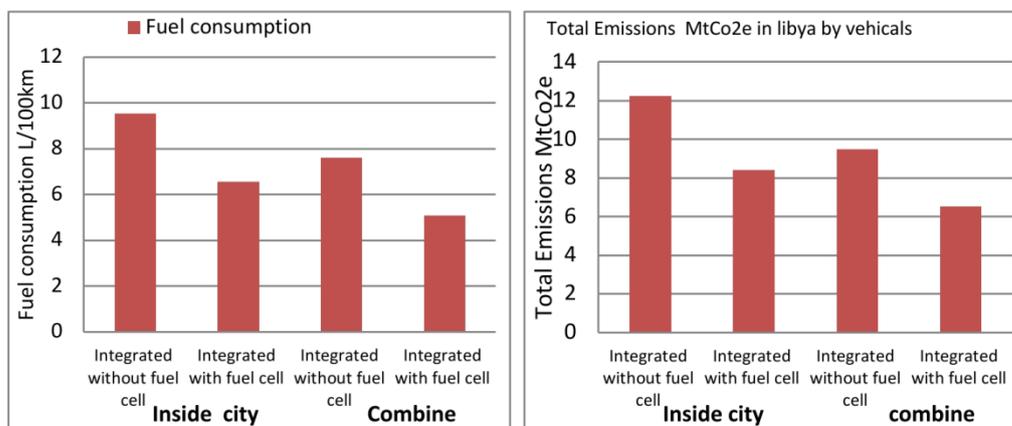


Figure 3. Fuel consumption and the total Emission MtCO₂e by using a fuel cell on the vehicles

A decrease in the rates of carbon emissions by using a fuel cell on the cars, helps in preserving the environment, as shown in Table 1 and explained in Figure 3&4, the CO₂ emissions are dropped by installing fuel cells in a car from 45.66 kgCO₂e to 31.31 kgCO₂e through city driving, and from 36.3366 kgCO₂e to 24.38 kgCO₂e during combine driving.

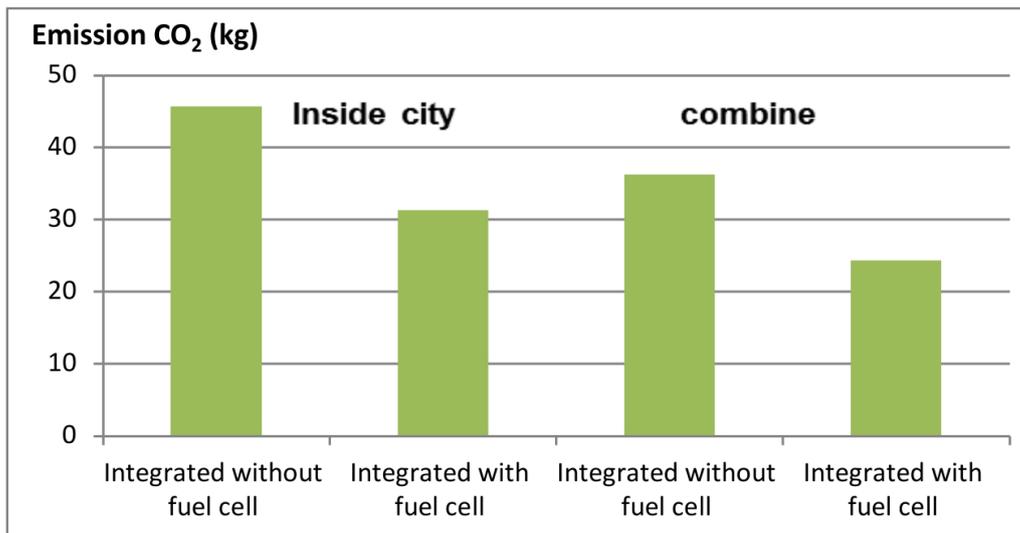


Figure 4. CO₂ Emissions results by kg for car motor experiment

From the results and as shown in Figure 5 , the reduction ratio of fuel consumption is 31.4% during driving inside the city, and the reduction in fuel consumption is 32.9% when driving through highway and city (combine drive),

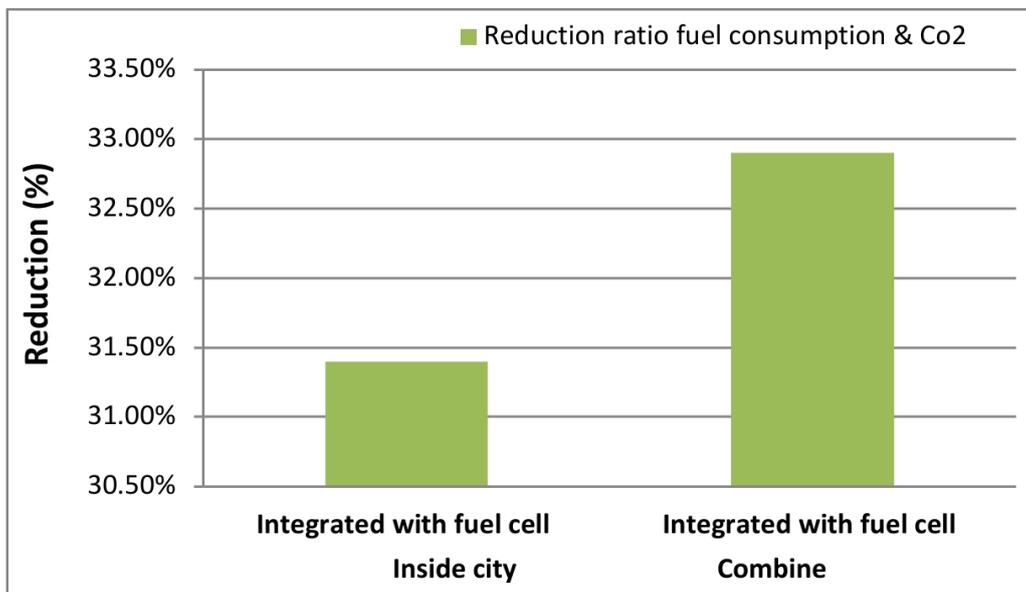


Figure 5. A ratio reduction of fuel consumption as same as CO₂ emissions by a car motor experiment

Clearly, the difference between these ratios is attributed to the effect of the high number of cars inside the city when compared to one outside the cities. The number of cars inside cities cause jam resulting in increasing fuel consumption when compared to driving through a highway outside cities. Also, there are many reasons affects the increase in emissions such as the high mileage of a car, and the presence of problems in the catalysed causing a decrease in the car's torque resulting in the consumption of a greater amount of fuel.

In addition, the huge number of cars in Libya when compared to the population leads to a rise in exhaust emissions, which leads to an increase in the risk of chest and cancer diseases. Finally, the presence of fuel cells is a helpful and effective factor in rising health care and reducing treatment and insurance costs.

7.2 Economic or reduction fuel consumption

The economy for Libya can be obtained by calculating the overall fuel consumption by the cars. If it is assumed that the fuel consumption is reduced by using HHO to about 31.5% as shown in Figure 5. Assuming that, all cars in Libya use this device that decreasing the overall fuel consumption in Libya. In fact, the population of Libya is about 6.5 million and the support from the state reached to 4 billion dollar [1][16][17][18]. If the state support covers this device to be installed in all cars, it can reduce the fuel consumption and benefit by 1.26 billion dollar without calculation of smuggling.

8. Conclusions

According to the results, the emission of CO₂ can be reduced by about 31.4% minimum. It reduces the emissions to about 3.85 MtCO₂e. The benefit of the reduction of the fuel consumption are 1.26 billion dollar in Libya yearly. It increases or decreases as fuel price value.

Nomenclature	Name of symbols	Unit
FC	Fuel Consumption	L/100 km
L.s	Amount of litres used for driving	L
T.S	Travel distance drive	Km
FC_ without fuel cell	Fuel Consumption without fuel cell	L/100 km
FC_ with fuel cell	Fuel Consumption with fuel cell	L/100 km
R_{CO_2}	Reduction ration for CO ₂ emission	%
$CO_{2emission}^{fuel\ cell}$	CO ₂ emission with fuel cell	kg/km
$CO_{2emission}$	CO ₂ emission without fuel cell	kg/km
R_{FC}	Reduction ration for fuel consumption	%
R_{FC}	Reduction ratio for fuel consumption in	%

9. References

- 5 [1] Yasser F Nassar, Kaiss R Aissa and Samer Y Alsadi, Air Pollution Sources in Libya, :Journal of Ecology and Environmental Sciences, Volume 6 |Issue 1| January, 2018.
- 6
- 7 [2] Ali EM, et al. Energy conservation indicators in Southern Mediterranean countries Country report for Libya. 2012.
- 8
- [3] WRI, CAIT 2. 2017. Climate Analysis Indicators Tool: WRI's Climate Data Explorer. Washington, DC: World Resources Institute.

- [4] <https://knoema.com/atlas/Libya/topics/Transportation>.
- [5] Goodland, Robert J. A. (2013) 'Libya: The Urgent Transition to Environmental Sustainability', 1(978-0-9792179-0-6), pp. 152 [Online]. Available at: https://ceobs.org/wp-content/uploads/2018/03/2013-Libya_the-urgent-transition-to-environmental-sustainability.pdf (Accessed: September 2013).
- [6] Chinguwa, Simon, Tien-Chien Jen, and Esther T. Akinlabi. "Conceptualization of the optimal design of a hydroxyl booster dry cell for enhancing efficiency of internal combustion engines." *Procedia CIRP* 91 (2020): 819-823.
- [7] Prasetya, Hendrik Elvian Gayuh, et al. "The experimental study of wet cell HHO generator type with Ba (OH) 2 catalyst on performance and exhaust gaseous emissions of 4 stroke engine 120 cc." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1977. No. 1. AIP Publishing LLC, 2018.
- [8] Salek, Farhad, Mohammad Zamen, and Seyed Vahid Hosseini. "Experimental study, energy assessment and improvement of hydroxy generator coupled with a gasoline engine." *Energy Reports* 6 (2020): 146-156.
- [9] Basori, Basori. "Experimental investigation ON dry cell HHO generator with catalyst variation for reducing the emissions." *Journal of Mechanical Engineering and Vocational Education (JoMEVE)* 1.1 (2018): 1-8.
- [10] Gohar, Ghulam Abbas, and R. Hassan. "Comparative Analysis of Performance Characteristics of CI Engine with and without HHO gas (Brown Gas)." *Adv Automob Eng* 6.172 (2017).
- [11] Rusdianasari, Bow Y., and T. Dewi. "HHO Gas Generation in Hydrogen Generator using Electrolysis IOP Conf." Ser. Earth Environ. Sci 258.1 (2019).
- [12] Bahman Najafi, et al "Effects of low-level hydroxy as a gaseous additive on performance and emission characteristics of a dual fuel diesel engine fuelled by diesel/biodiesel blends" *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 2021, vol. 15, no. 1, 236–250.
- [13] Ghassan S. Almassri, Khalid M H Jaballa, Benur Maatug, Saeed Alqaed, "Design of Dry HHO cell to Produce Hydrogen using Electrolysis" *Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences Volume (7) No. 1, March 2022, 49-58.*

[14] Ghassan S. Almassri, Khalid M H Jaballa, Salah M Almusbahi, Benur Maatug," Reduction of Fuel Consumption Using HHO Cell on Gasoline Engine Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences Volume (--) Issue -- (---- ----) Under print .

[15] <https://www.fleetnews.co.uk/costs/carbon-footprint-calculator/> .

[16] El-Osta, Wedad, and Usama Elghawi. "Assessment of Energy Intensity Indicators in Libya: Case Study." *Sustainable Development Research* 2.1 (2020).

[17] Nassar, Yasser, Kaiss Aissa, and Samer Alsadi. "Air pollution sources in Libya." (2017).

[18] Nassar, Yasser, Kaiss Aissa, and Samer Alsadi. "Estimation of environmental damage costs from CO_{2e} emissions in Libya and the revenue from carbon tax implementation." (2017).

الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة وأثرها في تحديد الاستراتيجية المناسبة للمزيج الطاقوي (دراسة لقطاع الطاقة وفرص إدماج الطاقات المتجددة في ليبيا)

أحمد المشري

المركز الليبي لبحوث ودراسات الطاقة الشمسية، الهيئة الليبية للبحث العلمي، ليبيا

Ahmed727274@yahoo.com

المخلص

يشكل المزيج الطاقوي (وهو عبارة عن المكونات الأساسية لمنظومة الإمداد بالطاقة) هاجس كبير لكافة الدول، فهي تسعى في استراتيجياتها للوصول إلى تشكيلة مناسبة للإمداد بالطاقة من مختلف المصادر المتاحة لها، وتمثل أفضل الخيارات أمامها، وتعتبرها الاستراتيجية المفضلة للمزيج الطاقوي، تحكمها في ذلك مؤثرات ومحددات الأبعاد التنموية. واستنادا للعلاقة العضوية بين الطاقة والتنمية، نجد أن قطاع الطاقة يحتاج للكثير من الخطط والبرامج التنموية لرفع كفاءته من جانب، وإدماج مصادر بديلة أكثر استدامة من جانب آخر، وبصورة تكاملية فالطاقة هي المحرك الأساسية لكل البرامج والأنشطة التنموية، وتأسيساً على ذلك، فالمتغيرات المكونة للأبعاد التنموية هي المحدد الأساسي لنوع، وحجم، ومكونات تشكيلة خليط الإمداد بالطاقة، من هذا المنطلق تتحدد مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي (ما أثر الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة في تحديد الاستراتيجية المفضلة للمزيج الطاقوي؟)، حيث أعتمد الباحث على المنهج الوصفي بمراجعة الدراسات السابقة التي تناولت موضوع هذه الدراسة، ومحاولة إسقاطها على الواقع في ليبيا، وفرص إدماج مصادر الطاقة المتجددة، في تشكيلة استراتيجية الإمداد بالطاقة، وأظهرت نتائج الدراسة، أهمية منهج التفكير الاستراتيجي في توجيه الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة للوصول لأفضل تشكيلة من مزيج مصادر الطاقة، لتشكيل المنظومة الوطنية لكل دولة في إنتاج الطاقة، ومساعدتها في ذلك، وخلصت الدراسة بتوصيات مفادها، أن لكل دول مزيج خاص بها ومناسب لها وفق الأبعاد التنموية والشروط التي تتضمنها، مع ضرورة أن يتم تشكيل مزيج إنتاج الطاقة وفق الأوضاع الحالية بحث يتضمن الموائمة بين المصادر التقليدية والمتجددة. كلمات مفتاحية: الأبعاد التنموية، التنمية المستدامة، استراتيجية الطاقة، الطاقة المتجددة.

المقدمة:

الطاقة والتنمية أو التنمية والطاقة علاقة ترابط وتكامل بصورة عضوية، تجعل من القطاعين على قدر كبير من الأهمية لكل منهما للأخر، فأهمية قطاع الطاقة للجهود التنموية كبيرة جداً،

فالطاقة هي العصب الأساسي لكافة الاستراتيجيات والبرامج التنموية، ومن زاوية أخرى نجد أن قطاع الطاقة كان، وما يزال يحتاج لسياسات وبرامج تنموية كبيرة، حتى يتمكن من أداء دوره المنوط به. إن الأحداث المتلاحقة في عالمنا اليوم سواء السياسية، الاقتصادية، التكنولوجية، البيئية، والاجتماعية، والتي تمثل الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة، هي الموجه الأساسي لقطاع الطاقة، وما تفرضه المتغيرات المكونة لها، فأبرز حدث سياسي في الوقت الراهن، ممثل في الحرب الروسية الأوكرانية، أدت إلى تغيير خارطة الطاقة العالمية [1]، وما ترتب على ذلك من تأثيرات اقتصادية واجتماعية وبيئية وحتى تكنولوجية. نتناولها في هذه الورقة من خلال دراسة تأثير الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة على مكونات هيكل الأمداد بالطاقة، باعتماد الباحث على المنهج الوصفي، في وصف تأثيرات وأبعاد العلاقة بين تلك المتغيرات، عبر ثلاث محاور أساسية، الأول يتعلق بالتنمية ومفاهيمها وابعادها التنموية لمصادر الطاقة المتجددة، والمحور الثاني، يتضمن مفاهيم الاستراتيجية وتفضيلاتها والمزيج الطاقوي ومكوناته وآلية اختيار استراتيجيات الطاقة، أما المحور الثالث فيتركز على تأثيرات الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة على اختيار وتحديد الاستراتيجية المفضلة لمكونات مزيج الأمداد بالطاقة وكيفية تحديدها، وتأثير تلك الأبعاد على مساهمة كل مصدر من مصادر الطاقة في تركيبة الخليط المستهدف في استراتيجية الأمداد بالطاقة، وكيف يمكن الاستفادة من ذلك في بيئتنا الليبية المحلية. وعرض ما توصلت له الدراسة من نتائج وتوصيات لعلها تسهم في إثراء الجوانب المعرفية والتطبيقية فيما يتعلق بموضوع هذه الدراسة.

1. مشكلة الدراسة: تكمن مشكلة الدراسة في تسليط الضوء على المتغيرات المكونة للأبعاد التنموية الأساسية للتنمية المستدامة، وهي الأبعاد السياسية والقانونية، الاقتصادية، التكنولوجية، البيئية، والاجتماعية، ودورها في تفضيل أي استراتيجية دون غيرها، فيما يتعلق بتشكيلة خليط الإمداد بالطاقة على المستوى الوطني والدولي، فلكل دولة مجموعة من المتغيرات ترتبط بمصادر الطاقة، تحكم قدرتها في تشكيل مزيج إنتاج والإمداد بالطاقة، فتلك المتغيرات هي من تحدد شكل، ومكونات، ونسب مساهمة كل مصدر من مصادر الطاقة في تشكيل المزيج الطاقوي الذي تفضله كل دولة، كخيار استراتيجي خاصة بها، فلكل مصدر من مصادر الطاقة خصائص مصاحبة لعمليات الاستفادة من ذلك المصدر، تتفاوت وتختلف بحسب طبيعة المصدر وطرق أستغلاله والتقنيات المستخدمة في ذلك، والجوانب التشريعية، والاجتماعية، والاقتصاديات المرتبطة بذلك. فمع بداية الثورة الصناعية والتطورات اللاحقة كان ما يميز مصدر الطاقة هو مدى الوفرة في الطاقة من هذا المصدر، إلا أن التطورات في أنظمة العمل والصناعة، وتدخل المحددات الأخرى، كمشاكل الأحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة الأرض، وتصاعد الغازات الدفيئة، ومختلفة عناصر ومصادر التلوث، كلها متغيرات دفعت المنظمات الدولية، والدول، والمؤسسات الأهلية، إلى التدخل والتفكير جدياً في البحث عن مصادر طاوقية بديلة تكون أقل إضراراً وأكثر جدوى، وتسهم بشكل كبير في تحقيق التنمية المستدامة [2]. من هنا تتلخص مشكلة الدراسة في الإجابة على السؤال التالي (ما أثر الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة في تحديد الاستراتيجية المفضلة للمزيج الطاقوي ؟)، من خلال مراجعة نظرية للدراسات السابقة في قطاع الطاقة ودوره في التنمية المستدامة بمختلف جوانبها وأثره في تحديد شكل ومكونات تشكيلة استراتيجية المزيج الطاقوي، ومحاولة إسقاطها على الواقع في ليبيا، وفرص إدماج مصادر الطاقة المتجددة، في تشكيلة استراتيجية الإمداد بالطاقة. 2. أهمية الدراسة: تكمن أهمية هذه الدراسة في الجوانب التالية: المشاركة في فعاليات المؤتمر والمساهمة في إثراء محور الطاقات المتجددة.

ربط العلاقة بين المتغيرات في الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة، والخيارات الاستراتيجية المتاحة، وأهمية تلك المتغيرات في اختيار وتحديد مكونات استراتيجية الإمداد بالطاقة المناسبة.

المساهمة في نشر الوعي العلمي بأهمية العمل الاستراتيجية في الجهود التنموية عموماً وقطاع الطاقة خصوصاً.

التأصيل النظري لأثر الأبعاد والنشاطات التنموية المستدامة، في تحديد استراتيجيات الإمداد بالطاقة المناسبة، وهذا يمثل مساهمة فكرية تضاف إلى مجموعة الجهود والأبحاث والدراسات السابقة في هذا المجال.

عرض الجوانب العملية في دور وأثر الأبعاد التنموية والمتغيرات المكونة لها، في تحديد معالم ومكونات استراتيجية المزيج الطاقوي للإمداد بالطاقة وأهمية وتأثير هذا الاختيار.

3. أهداف الدراسة: هدفت الدراسة لتسليط الضوء على المتغيرات المكونة للأبعاد التنموية، السياسية، الاقتصادية، التكنولوجية، البيئية، والاجتماعية، لمصادر الطاقة المتجددة، والتي لها الدور الأساسي في رسم استراتيجية مزيج الإمداد بالطاقة، وتباين تلك العوامل والمحددات بين الدول، والتعرف على الواقع التنموي لقطاع الطاقة المحلي في ليبيا وتأثير تلك الأبعاد على استراتيجية الطاقة الوطنية المحتملة في ليبيا، ومستوى إسهام الطاقة المتجددة فيها.

4. مساهمة الدراسة: سعت الدراسة إلى تقديم مساهمة متواضعة في إثراء الجوانب المعرفية والبحثية فيما يتعلق بالعلاقة بين أبعاد التنمية المستدامة لمصادر الطاقة المتجددة ومتغيراتها ومحدداتها، وعلاقتها باستراتيجية الطاقة ومكوناتها، وذلك من خلال:

هذه الدراسة محاولة لإضافة مرجعية للباحثين في الجوانب النظرية والعملية في مجال التنمية المستدامة وأبعادها، واستراتيجيات الطاقة، وإدماج مصادر الطاقة المتجددة في منظومة الإمداد بالطاقة.

من المتوقع أن تسهم هذه الدراسة في مساعدة المؤسسات المحلية في تطوير خطوات وإجراءات تطوير استراتيجية الطاقة الوطنية، والوصول بها إلى أفضل خليط من مصادر الطاقة، وإدماج مصادر الطاقة المتجددة فيه، والوقوف على الجوانب الإيجابية والسلبية المرتبطة بتشكيل خليط الإمداد بالطاقة محلياً.

التعرف على المحددات السلبية والإيجابية في الأبعاد التنموية وتأثيرها على تشكيل خليط الإمداد بالطاقة، لا سيما مصادر الطاقة المتجددة، طبقاً لتأثير تلك المحددات.

5. منهجية الدراسة: أعتمد الباحث في هذه الدراسة على استخدام المنهج النظري الوصفي، بالاعتماد على مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة والقائمة، والتي تتمحور حول دراسة آثار العوامل والمحددات المكونة للأبعاد التنموية، في تحديد أفضل الاستراتيجيات الخاصة بتشكيلة مزيج إنتاج والإمداد بالطاقة في أي بلد، ومستوى مساهمة الطاقة المتجددة فيه.

6. الإطار النظري للدراسة: تعتمد الدراسة على منهج نظري بهدف تقديم مدخل وأسلوب مبتكر في تحديد أفضل استراتيجية الإنتاج والإمداد بالطاقة، وفق ما تفرضه محددات الأبعاد التنموية، وهي التي تمثل العناصر الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، من خلال متابعة للجهود السابقة، والمفاهيم والدراسات النظرية للباحثين والمتخصصين في موضوع الدراسة، حيث تم تقسيم الدراسة إلى ثلاث محاور أساسية، الأول يتعلق بالتنمية ومفاهيمها وأبعادها التنموية لمصادر الطاقة المتجددة، والمحور الثاني، يتضمن مفاهيم الاستراتيجية وتفضيلاتها والمزيج الطاقوي ومكوناته وآلية اختيار استراتيجيات الطاقة، أما المحور الثالث فيتركز على تأثيرات الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة في تحديد الاستراتيجية المفضلة لمكونات مزيج الأمداد بالطاقة وكيفية تحديدها وتأثير تلك الأبعاد على نسب مساهمت كل مصدر من مصادر الطاقة في تركيبة الخليط المستهدف، وكيف يمكن الاستفادة من ذلك في بيئتنا الليبية المحلية. ومن ثم عرض ما توصلت إليه الدراسة من نتائج وتوصيات لعلها تسهم في إثراء الجوانب المعرفية والبحثية التطبيقية في مجال الدراسة.

7. التأصيل النظري:

1.7. التنمية ومفاهيمها وأبعادها: في هذا المحور الأول نتناول بالدراسة المفاهيم التنموية والاستدامة، والأبعاد التنموية الأساسية والتأثيرات المتبادلة بينها وبين الطاقة المتجددة.

1.1.7 مفهوم التنمية والتنمية المستدامة: الموارد والإمكانات الطبيعية المتاحة من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، يمكن الاستفادة منها بشكل مميز عبر استراتيجيات وسياسات تنموية لتحسين كفاءة الطاقة وجدواها الاقتصادية، وهذه الاستراتيجيات يمكن أن يكون لها دوراً رئيسياً في تنمية واستدامة الطاقة على اختلاف أنواعها، ولكن ذلك يتطلب العمل على الاستفادة من تلك المصادر بحسب جدواها الفنية والاقتصادية عبر تطبيق حزمة من الاستراتيجيات، تأخذ في الاعتبار الأبعاد البيئية، والتكنولوجيا، والاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية والتشريعية، للمنطق

الجغرافية المستهدفة، للوصول إلى توليف أفضل تشكيلة من المزيج الطاقوي.

2.1.7. مفهوم التنمية وأبعادها: استخدمت عبارة التنمية المستدامة للمرة الأولى عام 1972 في الاستراتيجية العالمية للبقاء من طرف الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة [3]، وتبلور مفهوم التنمية من خلال تقرير اللجنة العالمية للتنمية والبيئة بعنوان (مستقبلنا المشترك) والذي صدر في سنة 1987م، بحيث أنه وللمرة الأولى يتم الدمج ما بين الإحتياجات الإقتصادية والإجتماعية والبيئة في مفهوم واحد، تلى ذلك تطوير مجموعة من المفاهيم والمصطلحات لمفهوم التنمية، تعددت وأختلفت في محتواها من أفاض، إلا أنها تؤدي إلى نتيجة واحدة، وتعني تلبية الإحتياجات البيئية والأقتصادية والأجتماعية للأفراد وفق أفضل الخيارات المتاحة.

3.1.7. مفهوم التنمية: التنمية لغة: من النمو أي ارتفاع الشيء من موضع الى موضع آخر، كما تعني التوسيع والتطوير أو الإنماء أو الازدياد التدريجي [4]. واصطلاحاً: تعني "الانتقال المقصود من حال إلى حال أفضل بكل المقاييس خلال فترة زمنية معينة يحددها المجتمع" [5]. وتعريفها لجنة "برونتاند" التنمية المستدامة هي التنمية التي تأخذ بعين الإعتبار حاجات المجتمع الراهنة بدون المساس بحقوق الأجيال القادمة في الوفاء بإحتياجاتهم [7].



شكل رقم (1) الركانز الأربع للاستدامة

المصدر: الركانز الأربع للاستدامة - مستقبل مستدام (fut2030.com) 2022/10/28، [6].

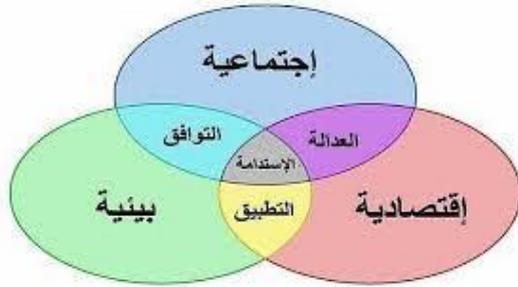
و"هي التنمية التي تلي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها [8].

تؤكد هذه المفاهيم أيضاً على فكرة مفادها أن استخدام الموارد ينبغي أن لا يقلل من الدخل

الحقيقي في لها في المستقبل ضماناً لأستمراريتها وحفظاً لحقوق الأجيال القادمة" وتقف وراء هذا المفهوم الفكرة القائلة بأن القرارات الحالية ينبغي ألا تضر بإمكانيات المحافظة على مستويات المعيشة في المستقبل أو تحسينها وهو ما يعني أن نظماً الاقتصادية ينبغي أن تدار بحيث نعيش على أرباح مواردنا ونحتفظ بقاعدة الأصول المادية ونحسنها [9].

4.1.7. أبعاد التنمية: تتضمن العمليات التنموية مجموعة من الأبعاد الرئيسية، تختلف هذه الأبعاد عن الأهداف التنموية، فالأهداف يمكن أو يتم فعلياً تعديلها وتطويرها وفق مقتضيات المرحلة الزمنية في تاريخ البشرية، فالأزمات كتفشي الأوبئة، والمجاعات، والمشاكل المترتبة عن النزاعات المسلحة كذلك، أما الأبعاد فهي ثابتة وهي الأساس في تحقيق الأهداف والنهضة التنموية للدول، وهي ذاتها متغيرات البيئة الخارجية للخطط الاستراتيجية، ويمكن عرض الأبعاد التنموية الأساسي للتنمية أو ما يعرف بالتنمية المستدامة كما يلي:

البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة: البعد الإقتصادي يعد من أبرز الأبعاد التنموية، والتنمية عموماً تعتبر دافعاً أساسياً لعمليات التطوير والتنمية الاقتصادية آخذه في الاعتبار التوازنات البيئية الأساسية على المدى الطويل، باعتبارها قواعد أساسية للحياة البشرية الطبيعية والنباتية. كما أن العلوم الاقتصادية ساهمت مساهمة فعالة في تحقيق نجاحات كبيرة على طريق تحقيق التنمية المستدامة، من خلال العمل بصورة أكثر فاعلية في إدماج الاهتمامات البيئية والاجتماعية ضمن الأساليب التقليدية في عمليات إتخاذ القرارات لتحقيق عدد من الأهداف نذكر منها [11]:



شكل رقم (2) الأبعاد التنموية ومتغراتها

المصدر: عيشوي كزة 2016، الطاقة الشمسية كاستراتيجية لتحقيق التنمية

المستدامة في الجزائر، المجلة الولية للتنمية، ص15 [10].

التوزيع العادل للموارد الطبيعية والتوازن في استهلاكها، وحفظ حقوق الأجيال القادم عبر الاستهلاك الرشيد، وتطوير مصادر بديلة. تحقيق أعلى كفاءة في استهلاك الموارد الطبيعية وترشيدها.

المشاركة في معالجة الآثار السيئة لإستخدام الموارد الطبيعية.

ترشيد استهلاك الموارد والحد من استنزافها وخصوصاً في الدول النامية.

تكثيف الجهود لتحقيق التنمية المستدامة وخصوصاً في الدول الأكثر فقراً، وجعل مسألة تحقيق التنمية ككل شكل جهد تعاوني عالمي.

وتعد الأبعاد الاقتصادية من أهم وأبرز الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة، وتتضمن الأبعاد

الاقتصادية لتنمية مصادر الطاقة المتجددة بصورة مستدامة عدد من الأبعاد منها [12]:

تعزيز الإمدادات الطاقوية للسكان: نسبة كبيرة من سكان العالم يعانون نقصاً في إمدادات الطاقة، حيث يعاني حوالي ثلث سكان العالم من نقص كبير في توفر الإمدادات والخدمات الأساسية للطاقة، مما كان له أثر كبير في تدهور الأوضاع المعيشية والإقتصادية والإجتماعية، وحد من فرص التنمية وتحسين نوعية الحياة، وتأسيساً على كون مصادر المتجددة مصادر محلية تتوفر كافة المناطق البعيدة والنائية، وبالتالي من الممكن تنفيذ العديد من البرامج التنموية في مجال الطاقة وتلبية أغلب الإحتياجات الأساسية للسكان بالمناطق الريفية، وبكفاءة عالية، وبتكلفة مناسبة، وذلك يجعلها قادرة على تعزيز إمدادات الطاقة وتحفيز عمليات التنمية تلك المناطق .

تنويع مصادر الطاقة: أن من أهم الأهداف لمصادر الطاقة المتجددة هو تدعيم تشكيلة الخليط الطاقوي عالمياً، فعلى المستوى العالمي هناك كميات هائلة من الطاقة المتجددة متاحة، يمكنها من خلال تطوير التقنيات والإستخدامات المساهمة التدريجية في توفير بعض الإمدادات والاحتياجات من الطاقة للقطاعات المختلفة وتنويع مصادرها، كذلك رفع حجم الوفورات في إستهلاك المصادر التقليدية للطاقة، بل ويمكن تحقيق فائضاً لما تتمتع به المصادر المتجددة من وفر في الإمدادات، وبالتالي إطالة عمر مخزون المصادر التقليدية في الدول المنتجة لهذه المصادر، ودعم للوفورات المحققة من الإستهلاك تخفيض تكاليف الإستيراد بالنسبة للدول غير المنتجة.

توفير مصادر الطاقة اللازمة لتحلية مياه البحر: تشير التطبيقات المتاحة للطاقة المتجددة وخصوصاً في مجال تحلية مياه البحار والمحيطات إلى إمكانيات هائلة للطاقة المتجددة في هذا المجال، من حيث إمكانيات الإنتشار الجغرافي، والكمية، والسرعة في ذلك، كما أن توفر مصادر الطاقة المتجددة في مواقع الإحتياج للمياه خاصة بالتجمعات الصغيرة التي تحتاج إلى إستهلاك محدودة من الماء العذب، يمكن أن تكون الحل الإقتصادي والتقني لتحلية المياه في المناطق التي يتعذر معها توفر المصادر التقليدية بكلفة إقتصادية.

السعي لإستثمار الخبرات الفنية والعملية المتاحة: خلال العقدين الماضيين تضافرت الجهود في توسيع وتطوير استخدامات مختلفة لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة، نتج عنها تنمية مهارات وكفاءات بشرية مميزة في مختلف المجالات ذات العلاقة بتلك المصادر، سواء على المستوى المحلي أو الأقليمي أو العالمي، وبالتالي ينصب الأهتمام حالياً على تشغيل وأستثمار تلك الكفاءات والخبرات في عمليات تطوير القطاع، ونقله من مرحلة البحث والتجريب الميداني والخبرة العملية إلى مجال أوسع في تصميم وتنفيذ وتشغيل المشروعات الكبرى، والتصنيع المحلي لمكونات نظم الطاقة المتجددة .

العمل على تغيير أنماط الإنتاج والإستهلاك غير المستدامة: أغلب الاستعمالات المتاحة حالياً لمصادر الطاقة تعد غير مستدامة، وتسبب هدر كبير للموارد الطبيعية، وتؤدي إلى مشاكل بيئية تهدد البيئة المحلية والعالمية، وقطاع الطاقة من القطاعات المتنوعة في أساليب الإنتاج والإستهلاك، بسبب النمو المطرد في عدد السكان، وبالتالي فالأمر يتطلب سياسات وإجراءات لتشجيع كفاءة استخدام الطاقة وترشيدها، وتتيح حوافز لزيادة الكفاءة في الإستهلاك، وتساعد في إدخال العديد من الإصلاحات القانونية والتنظيمية التي تؤكد على ضرورة الإستهلال المستدام للموارد الطبيعية وتنمية موارد الطاقة المتجددة تحديداً، بالإضافة إلى توسيع ونشر التقنيات التي تتصف بالكفاءة العالية في إستهلاك الطاقة والعمل على تطوير آليات التمويل الملائمة لذلك.

2.4.1.7. البعد البيئي للتنمية المستدامة: يمثل البعد البيئي في الوقت الراهن أهم الأبعاد التنموية، لما يعانيه العالم من تغيرات بيئية ومناخية خطيرة، فالاحتباس الحراري، والإنبعاثات الغازية، والتصحر، ونقص المياه، وتغير المناخ،... وغيرها من المشاكل البيئية، كلها متغيرات بيئية تشكل البعد البيئي للتنمية، ويهتم البعد البيئي للتنمية المستدامة بتحقيق التوازن البيئي، بين الجهود والأنشطة الإنسانية والبيئية، ودعم الجهود الإنسانية لتقليل الأثار السلبية الإيجابية والتغلب على السلبية التي تحدث خلافاً في النظم البيئية العالمية، وإعادة التوازن البيئي لطبيعته، وحماية الموارد الطبيعية من الاستنزاف والإستهلاك الجائر، وسوء الإستهلال، بل وتنميتها وإرشاد البشر نحو تخفيض ذلك الهدر، وترشيد الأستهلاك، بما لا يؤثر على المتطلبات الحالية، والحفاظ على

حوص الأجيال المستقبلية من تلك الموارد، والحفاظ على بيئة مستقبلية آمنة وخالية من أي تأثيرات بيئية سلبية، على اعتبار أن المشاكل البيئية هي مشاكل سريعة الحدوث، إلا أن عملية التخلص منها، أو إزالة آثارها تستغرق مدد زمنية طويلة جداً، هذا إذا أمكن التخلص من تلك المشاكل والآثار.

إن مستقبل التنمية وأستدامتها في المجتمعات الإنسانية في هذا البعد هي عبارة عن أنشطة الاهتمام بحماية وصيانة وتنمية الموارد الطبيعية اللازمة لإنتاج المواد الغذائية، والوقود، واتخاذ الإجراءات الكفيلة بعدم إتلاف التربة أو تدمير الغطاء النباتي واستحداث وتبني ممارسات وتكنولوجيا زراعية محسنة تزيد الإنتاج، والحفاظ على المياه خاصة في المناطق التي تقل فيها إمدادات المياه، بالإضافة إلى حماية المناخ من الاحتباس الحراري، وعدم المخاطرة بإجراء تغييرات كبيرة في البيئة العالمية. كما أن عمليات تقدير الآثار البيئية لكل المشروعات التنموية الأساسية في كافة الدول تمثل ركائز أساسية للتنمية البيئية، والأستثمارات المستقبلية، باعتبار أنها أصبحت قيوداً أساسية أمام المستثمرين، تتمسك بها أغلب الدول، والمؤسسات الرسمية الدولية، ما يؤثر إلى تغييرات كبيرة في الأنماط الأستثمارية، وشكل ومكونات تلك الأستثمارات [13]. ويمكن القول عموماً أن البعد البيئي للتنمية يكمن أساساً في الاهتمام بالأستخدام الأمثل والرشيد للموارد الاقتصادية، لا سيما مصادر الطاقة تحديداً، سواء كانت المصادر التقليدية (مصادر الوقود الأحفوري)، أو تلك المصادر المتجددة، والتي أصبحت تمثل التوجه العالمي كبديل للمصادر التقليدية لما لها من مزايا بيئية، ويمكن حصر الأهداف التنموية فيما يتعلق بالبعد البيئي في الجوانب التالية [14]

الأجماع والالتزام بالحفاظ على الموارد المائية والمحيط المائي.

حفظ التنوع البيولوجي والثراء الطبيعي والإنساني.

تقليص الإنبعاثات وحماية المناخ من الاحتباس الحراري.

أعتراف الدول المتقدمة بمسئوليتها عن المشاكل البيئية، والتلوث، وضرورة العمل على معالجة الآثار المترتبة على ذلك.

ما يصاحب عمليات إنتاج وأستهلاك الطاقة من مشاكل [12]، لا سيما المشاكل البيئية الكبيرة التي تصاحب عمليات الإنتاج والتوزيع، أو تلك المخلفات التي تتولد عن أستهلاك الطاقة تعتبر من أبرز المحددات المؤثرة على القطاع، فمشاكل التصحر والتحمض وتلوث الهواء والتغير المناخي، وكذلك مشاكل تلوث الهواء المدمرة للصحة، وخاصة إنبعاث الغازات الدفيئة، الناتجة من الحرق المباشر للمصادر التقليدية للطاقة. فعلى سبيل المثال، ثبت أن حرق الفحم والخشب داخل المنازل، وإستخدام المشتقات النفطية، والكتلة الحيوية، تعتبر مصدراً أساسياً للتلوث، وتحتوي على كميات كبيرة من المواد سامة، وما ينتج عنها من مشاكل صحية والأمراض الخطيرة التي تتسبب فيها، كما أن الطاقة الذرية والمستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية في عدد من بلدان العالم تعد مصدراً خطيراً جداً وغير آمن على الصحة والسلامة والبيئة، كما أنها تحتاج لجهود فنية ومالية كبيرة للسيطرة عليها والتعامل مع النفايات المتولدة عنها، وبالتالي فالطاقة المتجددة تطرح بديلاً هاماً لكل تلك المشاكل لإنخفاض المشاكل التي تصاحب عمليات إنتاجها وكذلك أستهلاكها.

3.4.1.7. البعد التكنولوجي للتنمية المستدامة: تتطلب عمليات التنمية استخدام مزيد من التكنولوجيات الناجعة في جميع البلدان، لا سيما تلك التكنولوجيات المرتبطة ارتباطاً مباشراً بمصادر الطاقة عموماً، ومصادر الطاقة المتجددة على وجه التحديد، ويتضمن ذلك الكثير من الجوانب، كتطوير تقنيات الاستغلال والتحويل، والتخزين، والنقل لتلك المصادر. توصف تقنيات استغلال مصادر الطاقة المتجددة بأنها تقنيات غير ناضجة، وما تزال تحت عمليات البحث والتطوير، وهي تتطور بسرعة كبيرة، فعمليات التنمية تتطلب تغييراً تكنولوجياً مستمراً في البلدان الصناعية للحد من انبعاث الغازات، ومن استخدام الموارد من حيث الوحدة الواحدة من الناتج. كما يتطلب تغييراً تكنولوجياً سريعاً في البلدان النامية، ولاسيما البلدان الآخذة بالتصنيع، لتفادي تكرار أخطاء التنمية، وتفاذي مضاعفة الضرر البيئي الذي أحدثته البلدان الصناعية. والتحسين التكنولوجي هو بدوره أمر هام في التوفيق بين أهداف التنمية وقيود البيئة. كما أن عمليات تنمية قطاع الطاقة خصوصاً، تحتاج إلى الكثير من الجهود التنموية للرفع من قدرات واعتمادية التقنيات والمعدات الخاصة باستخراج وتطوير وتخزين ونقل واستغلال مصادر

الطاقة، بجزئها، المصادر التقليدية، والمتجددة. ومن أهم المجالات التقنية التي يتضمنها البعد التكنولوجي لتنمية مصادر الطاقة المتجددة ما يلي [15]:

إيجاد واستعمال تكنولوجيات أنظف وأكثر كفاءة في إنتاج وتوزيع الطاقة وخصوصاً في كل في المناطق الصناعية، وخصوصاً في الدول النامية.

دعم وتكثيف أنشطة البحث والتطوير، بهدف ابتكار واستعمال تكنولوجيا متطورة في كافة المجالات، واعتماد أساليب وطرق قابلة للبقاء والاستدامة.

العمل على تعزيز عمليات تكوين الكفاءات والقدرات في مجال العلوم وتكنولوجيا الابتكار، لرفع المستوى العلمي والمعرفي في مجال تكنولوجيات تطوير واستغلال مصادر الطاقة والطاقة المتجددة.

نستنتج من ذلك أن التنمية تمثل التحول إلى تكنولوجيا أنظف، وأكثر كفاءة، واستعمال تكنولوجيا أنظف في المرافق الصناعية، والتي غالباً ما تؤدي تلك المرافق إلى تلويث ما يحيط بها من هواء ومياه وأرض. ويتم في البلدان المتقدمة الحد من تدفق النفايات وتتنظيف التلوث بنفقات كبيرة، أما في البلدان النامية فإن النفايات المتدفقة كبيرة، وغير خاضعة للرقابة. إن التنمية المستدامة هي التنمية التي تنقل المجتمع إلى عصر الصناعات والتقنيات النظيفة التي تستخدم أقل قدر من الطاقة والموارد وتنتج الحد الأدنى من الغازات والملوثات التي تؤدي إلى رفع درجة الحرارة على سطح الأرض، من خلال تكنولوجيا مميزة في إنتاج واستغلال الطاقة.

4.4.1.7. البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة: هذا البعد على قدر كبير من الأهمية، لارتباطه بأهم الموارد والعناصر الأ وهو العنصر البشري، فهو محور أي نشاط، وهدف كل عمل، وتمثل عملية توفير الحياة الكريمة الهدف الرئيس لكل المؤسسات، والأعمال، لا سيما عمليات التنمية المستدامة، ويمثل البعد الاجتماعي لعمليات التنمية تحقيق العدالة في عمليات الاستفادة من الموارد، وتحقيق الإنصاف، سواء في الأجيال الحالية فيما بينها، أو بين الأجيال الحالية والمستقبلية، ويشمل ذلك كذلك، إتاحة فرص التعليم، والرعاية الصحية، ومشاركة الجميع في

صناعة القرارات التنموية المرتبطة مباشرة بحياتهم. ويتضمن البعد الاجتماعي مجموعة من المعايير هي [16]:

المساواة في التوزيع للموارد والإمكانيات المتاحة، تحقيق أقصى معدلات العدالة والشفافية في توزيع الموارد بين البشر، والسعي نحو تقليص نسب الفقر، وتخفيض معدلات البطالة، ركائز هامة في البعد الاجتماعي للتنمية.

الحراك الاجتماعي وتأثيره الكبير في عمليات التنمية، والمشاركة في إدارة شؤون الحياة عنصر هام ومتغير مهم.

التنوع الثقافي والمجتمعي ومسألة التنوع الثقافي وضرورة الاعتراف به والمحافظة عليه.

استدامة المؤسسات من خلال جعل المؤسسات عبارة عن مؤسسات تنموية تسهم في تحسين الأداء البيئي للنشاط الإنساني، وليست مصدر للتلوث والمخاطر.

إدارة وتوجيه النمو الديمغرافي للسكان، بما يتلائم مع تخفيض الضغوط الكبيرة على الموارد الطبيعية، والتوزيع الجغرافي للسكان وفق المعايير التنموية السليمة.

الاستغلال الأمثل للموارد البشرية المتاحة، عبر إدارة رأس المال البشري بمهنية عالية.

تمثل الخدمات الصحية والتعليمية مرتكزات أساسية للبعد الاجتماعي للتنمية.

من بين أبرز المشاكل المتعلقة بقطاع الطاقة هي مدى قدرته على توفير الطاقة للجميع وفي مختلف المناطق وبالكمية والأسعار المناسبة، وهذا من شأنه تحسين مستوى الرفاه الاجتماعي، وفي كثير من الأحيان قد تكون التكلفة عائقاً محدداً أمام توفير الإمدادات الطاقوية لجميع السكان، بسبب تواجدهم في مناطق نائية، أو صحراوية نائية، أو جبلية بعيدة عن الشبكات العامة، وبالتالي لا يمكن إيصال إمدادات الطاقة لهم بسبب التكلفة العالية لذلك [17]:

إن قدرت مصادر الطاقة المتجددة على توفير الإمدادات الطاقوية اللازمة لتنمية المناطق النائية، والريفية، وبتكاليف أكثر اقتصادية وكفاءة مقارنة بالمصادر التقليدية للطاقة، من شأنه أن يسهم في تحسين نوعية الحياة، ويساعد على توفير الخدمات التعليمية، والصحية، لسكان المناطق الريفية أو تلك النائية، بالإضافة إلى تخفيض معدلات الفقر بإيجاد فرص للعمالة المحلية في

مجالات تصنيع، وتركيب، وصيانة، معدات وتطبيقات الطاقة المتجددة، حيث أن بعض هذه المعدات يمكن تصنيعها محلياً، وبإمكانات محدودة ومتوفرة محلياً، كما أن توفر معدات الطاقات المتجددة بالمناطق الريفية يوفر وسائل سهلة لأغلب خدمات الطاقة بالمناطق الريفية، وخاصة توفير مصادر الطاقة الكهربائية لضخ المياه والطهي والإنارة، وهذا من شأنه إحداث تغييرات في نمط الحياة وتطويرها، إضافة لذلك يمكن إقامة بعض الصناعات الحرفية الصغيرة التي قد تساهم في رفع دخل الأسر بتلك المناطق.

5.4.1.7. البعد السياسي والقانوني للتنمية المستدامة [18]: يمثل البعد السياسي والقانوني للتنمية المستدامة مفهوماً حديثاً، وتطوراً لنضوج الفكر الإنساني في مجال التنمية، من خلال توفر الإرادة السياسية والتشريعية في عمليات التنمية، ووجود تشريعات وقوانين، وما يتعلق بها من كفاءة في الإدارة العامة، وتوفير المناخ السياسي لتحقيق الأبعاد التنموية، ويمكن القول أن البعد السياسي والقانوني صار من الأهمية بمكان، لكونه يمثل الإرادة السياسية التي تتحكم وتنظم وتوجه الجهود التنموية، ما يتطلب ضمان توفر الدعم الكافية لتلك السياسات من الإدارة العليا (السياسية) لكونها هي صاحبة القرار في ذلك. كذلك هي صاحبة القرار في تمويل تلك الجهود التنموية، أضف إلى ذلك السياسات والتشريعات المتعلقة بالاستدامة السياسية والتي تتضمن ترسيخ لقيم السلم الاجتماعي، وأستقلالية القرار، وصياغة السياسات الاقتصادية المميزة والتي تحقق العدالة في توزيع الموارد، واعتماد قيم الحوكمة، والمشاركة السياسية، ووجود تشريعات توفر قدراً كبيراً من العدالة والحياة الكريمة.

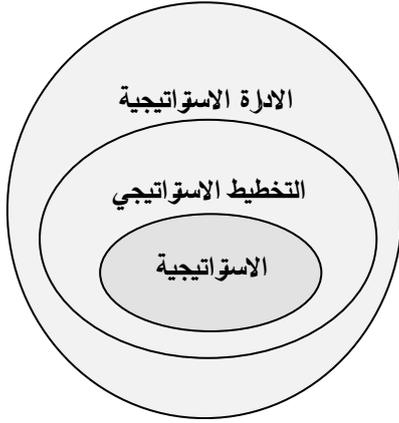
وقطاع الطاقة عموماً، والطاقة المتجددة على وجه التحديد، تحتاج للبنى التشريعية، فالطاقة المتجددة تحتاج لتشريعات وسياسات إدماج وتنظيم، تعزز دورها، وتفتح آفاق الاستثمار والتطوير فيها، وإن كانت بعض الدول المتقدمة توجد بها تلك التشريعات، فالكثير من الدول لا توجد بها تشريعات فيما يتعلق بالطاقة المتجددة، وعلى صعيد السياسات، فباستثناء بعض الدول المتقدمة، فإن الكثير من الدول تعاني من ضعف أو غياب السياسات التنموية لمصادر الطاقة ولا سيما مصادر الطاقة المتجددة، وحتى إن وجدت فهي غير قادرة على مواكبة التطورات والمتغيرات في

قطاع الطاقة، وتنقصها الحوكمة.

2.7. مفهوم الاستراتيجية ومكوناتها وآليات الصياغة والاختيار للاستراتيجية.

هذا المحور نتناول بالدراسة مفهوم الاستراتيجية وكيفية أختيارها تعد الاستراتيجية خطوة مهمة تنتج عن عمليات التخطيط الاستراتيجي في إطار الإدارة الاستراتيجية.

1.2.7. مفهوم الاستراتيجية (الخطة الاستراتيجية): يمكن تعريفها على أنها "خطة إنمائية طويلة



الأجل يحدد فيها فلسفة المنظمة، والأهداف التي تسعى إلى تحقيقها والبرامج الزمنية لتحقيق تلك الأهداف" [19].

2.2.7. تأثيرات عدم الاهتمام بالمنهج

الاستراتيجي: من المهم التنويه بتأثيرات غياب أو ضعف استخدام منهج التفكير الاستراتيجي، ولتوضيح مؤشرات عدم وجود أو ضعف استخدام منهج الفكر الاستراتيجي نحاول في البداية توضيح معنى التفكير الاستراتيجي والذي يعرف

شكل رقم (3) العلاقة بين عناصر العمل الاستراتيجي.

المصدر: عبد البريوة وناصر جوادات 2014: الإدارة الاستراتيجية منى تطبيقي، ط1،
الأردن - عمان ، دار وائل للنشر والتوزيع ، ص33 [20].

على أنه "عمل ذهني يقوم العقل فيه بالعمل على تجميع كافة الخبرات والتجارب وإعادة تنظيمها بما يتوافق مع مخرجات البيئة المحيطة لإعادة إنتاجها كرؤيا مطلوب تحقيقها في المستقبل المستهدف" [21]، فعند عدم وجود أو ضعف الاهتمام بتطبيق أسلوب الفكر الاستراتيجي عن المنظمة وخصوصاً إدارتها العليا ومصدر القرار بها، فإنها تتأثر بالعديد من الضغوط والمشاكل والصعوبات، وهذا يؤثر عليها بشكل كبير وطويل الأمد وقد يعرض وجودها للخطر على المدى الطويل، ومن مؤشرات غياب الفكر الاستراتيجي عن المنظمة [22]:

ضياح الفرص المتاحة أمام المؤسسات، وتمكن مؤسسات منافسة من الحصول عليها.

فقدان الترابط بين رسالة المؤسسة وأهدافها وبين سياسات وقواعد العمل، وهذا يؤدي إلى وجود بعض سياسات وقرارات لا تدعم رسالة المؤسسة وتوجهاتها وأهدافها.

غياب المناخ التنظيمي الجيد ما يؤدي إلى خلق التوتر والقلق بين الأفراد، وإحساسهم بعدم الأمان وضعف الإلتزام للمنظمة.

فرص	نقاط قوة يمكن استخدامها في إستغلال الفرص. الإستفادة من الفرص.	نقاط ضعف تحول دون الإستفادة من الفرص.
تهديدات	نقاط قوة يمكن إستخدامها في مواجهة التهديدات	نقاط ضعف تسبب تهديدات خارجية.
	نقاط قوة	نقاط ضعف

3.2.7. تحديد الموقف الاستراتيجي

التفاعل بين التقييم الخارجي والداخلي
(SWOT Analysis) [24]:

الغرض الأساسي من عملية التقييم البيئي سواء الخارجي أو الداخلي هو خطوة

استراتيجية، لتحقيق الترابط بين ما هو

المصدر: محمد أحمد عوض، 2015: الأداة الاستراتيجية الأصول والأسس العلمية. الإسكندرية، ط2، الدار

موجود من نقاط قوى وضعف في البيئة الداخلية والفرص والمخاطر الموجودة في البيئة الخارجية. فعملية الموازنة بين نتائج التحليل البيئي (SWOT Analysis)، ينتج عنها وضعاً بيئياً للمؤسسة، هذا التحليل هو اختصار يقف على نقاط القوة (Strength)، والمخاطر (Weaknesses)، والفرص (Opportunities)، والتهديدات (Threats)، هذا التحليل عمل لحصر نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات، يمكن القيام به لأي مؤسسة، يتضمن تحديد الهدف، وتحديد العوامل الداخلية والخارجية الملائمة وغير الملائمة لتحقيقه.

ونقاط القوة والضعف تعتبر عوامل داخلية للمؤسسة مثل (الموارد المتاحة، الحصة السوقية) يمكن تطويرها مع مرور الزمن، أي أنها تحت سيطرة المؤسسة، أما الفرص والتهديدات عوامل خارجية للمؤسسة مثل (الموردون، المنافسون) ولا يمكنك التأثير فيها بشكل كبير.

يمكن للمؤسسات القائمة استخدام التحليل الرباعي (SWOT Analysis) في أي وقت لتقييم البيئة المتغيرة، والاستجابة بشكل استباقي لما في الواقع، ويفضل مراجعتها بشكل دائم.

أما بالنسبة للمؤسسات الجديدة فيجب عليها استخدام التحليل الرباعي (SWOT Analysis) كجزء من عملية التخطيط، ذلك يجعلها تنافس في بيئتها بصورة أكثر فعالية وواقعية. وينتج عن التحليل الرباعي (SWOT Analysis) الخيارات التالية:

نقاط قوة تمكن المنظمة من المنافسة استغلال الفرص الموجودة في البيئة الخارجية والتفوق.

نقاط ضعف تعرض المؤسسة للمخاطر في البيئة الخارجية وتتأثر بها بسبب ضعفها.

نقاط قوة تستغلها المؤسسة في الاستمرار ومواجهة المخاطر التي تفرضها البيئة الخارجية.

نقاط ضعف تجعل المنظمة عاجزة عن الاستفادة من الفرص الموجودة في البيئة الخارجية.

4.2.7. التحليل والاختيار الاستراتيجي [25]: عملية التحليل والاختيار الاستراتيجي هي المرحلة

المهمة لتحديد البدائل المتاحة أما المؤسسة وأياً منها يمكن اختياره، وهذه الخطوة تعتمد على اتخاذ

قرارات اعتماداً على المعلومات الملائمة والتي تم جمعها، وعملية تحليل المعلومات، وإنتاج

الخيارات الاستراتيجية، وتقييمها، والمقارنة بينها، واختيار أفضلها، طبقاً لإمكانيات المؤسسة

ومواردها، واتخاذ القرار باختيار أفضلها بالنسبة للمؤسسة.

5.2.7. عملية إنتاج الاستراتيجيات والمقارنة والاختيار [25]: لا يمكن للمؤسسة العمل في كل

ما يتاح لها من البدائل الاستراتيجية، ولا يمكن للاستراتيجيون الأهتمام بكافة البدائل الاستراتيجية

لعددتها الكبير، كما أن هناك العديد من الطرق المستخدمة في التقييم والاختيار، وموارد المؤسسة

محدودة، ما يفرض ضرورة التوصل لعدد محدد من الخيارات المميزة والمناسبة لإمكانيات المؤسسة

وتجعلها قادرة على المنافسة فيها بصورة أكثر كفاءة وفعالية. إن عمليات تحديد الخيار الاستراتيجية

يجب أن تعتمد على فكرة المشاركة، وضرورة ترتيب الأولويات لتلك الاستراتيجيات، واستبعاد

الاستراتيجيات التي لا يمكن تطبيقها، وتحديد المحتمل تطبيقها، والأخرى التي لا بد من تطبيقها،

وأخيراً الاستراتيجيات التي من المؤكد أن يتم تطبيقها، ومن هذا الترتيب وتحديد الأهمية النسبية،

يمكن للمنظمة تحديد الأولويات.

6.2.7. اختيار البديل الاستراتيجي: عملية الاختيار الاستراتيجي عملية مهمة بسبب التكامل

بين مراحل العمل الاستراتيجي، وهي الخطوة الهامة لتحديد الخيار المفضل من بين الخيارات

المتاحة لتقديمه أمام متخذ القرار، وتحتاج عملية الاختيار الاستراتيجي تفكير معمق وتصورات

إبداعية تعتمد على التتبع المستمر للبيئة من خلال المتغيرات البيئية الداخلية والخارجية.

7.2.7. العوامل المؤثرة في الاختيار الاستراتيجي: هذه المرحلة خطوة من الخطوات الأساسية

ضمن منظومة العمل الاستراتيجي، وتحتاج إلى العديد من الأنشطة والمهام، فعند إتمام عمليات

التقييم البيئي وتحليل البيانات، نصل لمرحلة الاختيار الاستراتيجي، وهذه المرحلة تتداخل فيها العديد من الأفكار والآراء، إلا أن هناك مجموعة من المعايير التي يجب مراعاتها هي [26]:
توجه المنظمة والاستراتيجيات السابقة، وتفضيلاتها فيما يتعلق بالمخاطر.
حجم موارد المنظمة والوقت المتاح للاختيار وحصصة المنظمة في السوق.
الصراعات داخل المنظمة وتأثيراتها.

3.7. تأثيرات متغيرات الأبعاد التنموية في تحديد استراتيجية المزيج الطاقوي المناسب.
في هذا الجانب تتطرق الدراسة إلى تأثيرات الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة المتجددة على اختيار الاستراتيجية المفضلة لمكونات مزيج الأمداد بالطاقة وتحديدها، وتأثير تلك الأبعاد على مساهمة كل مصدر من مصادر الطاقة في تركيبة الخليط المستهدف في الاستراتيجية.
الدوافع والأسباب وراء تبني سياسات واستراتيجيات الطاقة [27]: تسعى أغلب الدول نحو تبني مجموعة من السياسات، والاستراتيجيات، المؤثرة في قطاع الطاقة، وشهدت هذه السياسات والاستراتيجيات تطوراً وتوسعاً كبيراً، وإهتماماً متزايداً بعد أزمة النفط الأولى في سنة 1973 م، وإرتفاع الأسعار الكبير في أسواق الطاقة العالمية، كما ساهمت الإهتمامات البيئية وجماعات ومنظمات الضغط والمؤسسات المجتمعية في تطور تلك التوجهات بشكل مطرد، كما أن للإنعكاسات السلبية لمصادر الطاقة الأحفورية (التقليدية)، والمشاكل والكوارث البيئية، وحوادث التسربات النووية، كلها دوافع ساهمت في ظهور وتطور تلك الاستراتيجيات والسياسات. ويمكن تصنيف دوافع تبني هذه الاستراتيجيات والسياسات في:

الدوافع الإقتصادية: تشير لإرتفاع أسعار مصادر الطاقة وتقنيات ومعدات استخدامها، ما يدفع لتبني استراتيجيات للسيطرة على تلك التكاليف المتزايدة والعمل على تخفيضها.
الدوافع السياسية: تتمثل في بحث مختلف دول العالم عن تحقيق قدرراً عالياً من الاستقلالية في الحصول على الطاقة وتشغيلها، بعيداً عن سيطرة المنتجين لها أو تقنياتها، كذلك سعي الدول الفقيرة المنتجة للطاقة نحو التخلص من هيمنة الدول الصناعية على قراراتها.

الدوافع البيئية: إن التغيرات المناخية والإحتباس الحراري، من المشاكل البيئية التي ترتبت على التوسع في أستهلاك الطاقة، ولها دور فاعل في تبني تلك الاستراتيجيات والسياسات.

دوافع الإستدامة: يشير إلى التوجهات العالمية نحو تبني أساليب التنمية المستدامة والحد من الإسراف في أستهلاك الطاقة، وتخفيض الأثار البيئية الضارة على المناخ العالمي.

2.3.7. أهداف سياسات وأستراتيجيات الطاقة: الأهتمام الكبير بقطاع الطاقة، والتوجهات العالمية نحو تبني استراتيجيات وسياسات تنظيمية وتطويرية كما أسلفنا الذكر، كان الهدف عموماً منها هو تحقيق عدد من النتائج [28]:

ضمان توفر أمدادات الطاقة اللازمة لتحريك الإقتصاديات وتأمينها بالكميات والأنواع ووفق الحاجة لها، مع التركيز على ضبط عوامل التكلفة.

تحقيق مستهدفات التنمية المستدامة، وحماية البيئة والتخلص من التلوث الناتج عن أستخدام مصادر الطاقة والتعامل معها بشكل مستدام.

تطوير وتعزيز تشكيلة خليط الأمداد بالطاقة ورفع كفاءتها، ما يشكل دعم كبير لها من حيث التكلفة وتأمين أستمرار الإمدادات.

ترشيد ورفع كفاءة إستهلاك الطاقة وخفض الإنبعاثات الملوثة والمخلفات، والتعامل مع مصادر الطاقة بعقلية مستدامة.

دعم مستويات النمو الإقتصادي بخفض تكلفة الطاقة اللازمة وتوفيرها.

إحلال مصادر الطاقة المتجددة مرحلياً لمزاياها المتعددة، محل المصادر الطاقة الأحفورية والتي تصاحبها الكثير من المشاكل، وبشكل خاص محل النفط.

3.3.7. أنواع سياسات واستراتيجيات الطاقة: لاستراتيجية الطاقة مجموعة من الاستراتيجيات الفرعية، تتضمن في مجموعها عدد من الخيارات والمكونات لنجاحها، وتتضمن سياسات واستراتيجيات الطاقة المكونات التالية:

سياسة واستراتيجيات التسعير والدعم [29]: من أبرز المشاكل وأكثرها تأثيراً على قطاع الطاقة، هي تلك السياسات المطلوبة، أو التي تتخذها الدول لتسعير بيع الطاقة أستهلاكاً وتصديراً، كذلك

سياسة الدعم التي تقدمها حكومات الدول والتي تؤثر بشكل كبير التكلفة الحقيقية للطاقة وإنتاجها وتوزيعها، وقيمة الدعم يمثل تكاليف إضافية، تقع على كاهل قطاع الطاقة، وهي تشجع على زيادة معدلات الأستهلاك المحلي، بل والإسراف في ذلك، وهذا على حساب الكميات التي يتم تصديرها وضخها في السوق العالمي، والإيرادات التي يمكن أن تتحقق من تصديرها، ما يسمى بتكلفة الفرصة البديلة أو الضائعة لمورد الطاقة، وبالتالي فإن الاقتصاديون يؤيدون فكرة إلغاء ذلك الدعم وتغييره في بدائل أكثر اقتصادية وجدوى، والتكاليف الإضافية التي يتحملها المجتمع لمواجهة الطلب المحلي على الطاقة تتكون من جزئين هما:

تكلفة تقنيات ومعدات وتجهيزات اللازمة لإنتاج وأستخراج وتحويل وتخزين الطاقة، وتوزيعها في السوق المحلية.

التكلفة التي يمكن تحملها مستقبلاً نتيجة الأفرط في أستهلاك الطاقة الحالي وأحتمالات نضوبها وعدم ترشيدها وأستخدامها بصورة مستدامة.

2.3.3.7. سياسة واستراتيجيات تنوع المصادر الطاقوية [27]: مختلف دول العالم بدأت حالياً تسعى إلى تنوع تشكيلة خليط مصادر الطاقة التي تعتمد عليها في الحصول على احتياجاتها من الطاقة، وكذلك المناطق الجغرافية التي تحصل على الطاقة منها، بسبب التكاليف العالية، وتواجد مصادر الطاقة التقليدية في بؤر النزاعات، وللدخ من التبعية لمصدر طاقي واحد أو منطقة معين، وما يمكن أن يترتب عليه من مخاطر توقف الإمدادات حال نشوب الصراعات، أو ارتفاع الأسعار.

3.3.3.7. سياسة واستراتيجيات حماية البيئة [30]: تشير عديد الدراسات للعلاقة العكسية ما بين زيادة معدل أستغلال الطاقة لتحقيق الرفاهية الاقتصادية والأجتماعية للمجتمع، وبين ما يترتب على ذلك من تلوث للبيئة وإرتفاع درجة حرارة الأرض، وخصوصاً تلك التكلفة الأجتماعية التي يتحملها الجيل الحاضر والأجيال القادمة، وهذا ما دفع العديد من الدول إلى العمل على حماية بيئتها، من خلال تنفيذ عدد من الإستثمارات الضخمة في قطاع الطاقة تتضمن تطوير معدات وتقنيات تساعد على أستدامة مصادر الطاقة التقليدية، والسعي نحو إدماج مصادر الطاقة

المتجددة في منظومة الأمداد بالطاقة، وهذا من شأنه تحقيق هدفين في آن واحد، تأمين إمدادات الطاقة باستمرار، وحماية البيئة. إلا أن هذه المشكلة قد لا تتاح لكثير من الدول النامية بشكل أكبر، حيث أنها غالباً لا تجد الإستثمارات الكافية لعمليات التنمية ولا تتمكن من حماية البيئة لديها.

4.3.3.7. سياسة واستراتيجيات إحلال مصدر طاقوي بمصدر طاقوي آخر [31]: توفر مصادر الطاقة وتنوعها، ووجود إمكانيات لتمويل الأستثمارات في الطاقة، عوامل من شأنها رفع مستوى قدرت ومرونة قطاع الطاقة في أستبدال وإحلال المصادر الطاقوية فيما بين بعضها البعض وفق الحاجة لذلك، كما أن سياسة واستراتيجيات الإحلال يمكن أن تحقق نتائج جيدة في المحافظة على مصادر الطاقة وأستدامتها، وعلى ذلك يجب دعم هذه السياسة من خلال العديد من التوجهات أهمها:

دعم جهود البحث والتطوير، ما يرفع من القدرة على عمليات الأستبدال والإحلال. التركيز على أستخدام البدائل التي لها جدوى فنية وأقتصادية، كمصدر بديل للطاقة في جميع قطاعات الدولة.

سن التشريعات التي تشجع الإستثمار في المصادر الطاقوية البديلة والتي يثبت جدواها. تشجيع ودعم عمليات الكشف والإنتاج للمصدر الطاقوي الذي تم إختياره كمصدر بديل. دعم وسائل تسويق ونقل كميات الطاقة من المصادر البديلة ذات الجدوى والمزعم إحلالها، ولجميع مناطق إستهلاكها.

5.3.3.7. سياسة واستراتيجيات ترشيد إستهلاك الطاقة [32]: تقتضي برامج أستدامة الطاقة بجميع أنواعها ومصادرها، ضرورة العمل على تقنين وترشيد أستهلاك تلك المصادر، وعمليات ترشيد إستهلاك الطاقة تعد من أهم الإستراتيجيات الأساسية لمواجهة مخاطر التلوث، إضافة إلى محاولة إطالة عمر مصادر الطاقة التقليدية المتوقع نظوبها، وتتضمن عمليات الترشيح جانبيين أساسيين، الأول يعنى تقنين استهلاك مصادر الطاقة عبر تخفيض معدلات الاستهلاك الغير ضروري أي الأستهلاك الزائد عن الحاجة، وأما الجانب الثاني فيتعلق بتحسين كفاءة استغلال

الطاقة، عبر تطوير واستخدام تقنيات ومعدات وتجهيزات أقل استهلاكاً للطاقة، وأكثر أدامة، وبالتالي يمكن تخفيض إجمالي الكميات المستهلكة منها وتخفيض الهدر في مختلف الأوجه.

4.3.7. الاستراتيجية المثلى للوصول إلى نظام طاقة مستدام [33]: إن الوصول إلى استراتيجية مثلى في مجال الطاقة، تعد عملية معقدة جداً، فهي ترتبط بتحديد تشكيلة خليط المصادر، والتسعير والجوانب الاقتصادية، والجوانب البيئية، ومستوى الأدامة ومداهها، وغيرها. من المتغيرات التي تحدد ما هية الاستراتيجية المثلى للطاقة، أيضاً فالاستراتيجية المستهدفة تعد استراتيجية فرعية من الإستراتيجية العالمية للطاقة، والتي تهدف إلى تأمين مسيرة التنمية لشعوب العالم ككل، فالإستهلاك المتزايد والغير رشيد لمصادر الطاقة سبب الكثير من المخاوف حول مستقبل عمليات التنمية، نتيجة لمحدودية الموارد الطاقوية، ومن جانب آخر فالعوامل البيئية وبشكل خاص الإحتباس الحراري والتغيرات المناخية، تسهم بقوة في التحول نحو نموذج طاقي نظيف ومستدام، إلا أن هذا التحول ليس بالأمر السهل فهو يحتاج لجهود وعمل وتكاليف، وعليه فإن أفضل أسلوب لصياغة نظام طاقي مستدام، هو التوصل لتشكيل أفضل توليفة من الخيارات الممكنة، ويمكن ذلك عن طريق:

ترشيد إستهلاك مصادر الطاقة المتاحة والمستخدمه حالياً.

العمل على تطوير تقنيات البدائل النظيفة للطاقة المتجددة ونشر تطبيقاتها وأستخداماتها.

5.3.7. الاستراتيجية المناسبة لقطاع الطاقة في ليبيا [34]: الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2030، تركز على تنوع مصادر الطاقة الكهربائية ورفع نسبة مساهمة المصادر المتجددة بنحو 10%، عبر أستثمار ما قيمته 2.57 مليار دولار خلال الفترة من 2020-2030، وتحسين كفاءة توليد واستخدام مصادر الطاقة الأحفورية عبر توفير حوالي 2900 جيجا وات/ساعة، وإعادة تنظيم قطاع الطاقة على أسس المشاركة بين القطاعين العام والخاص ، والتوجه نحو إنتاج الطاقة من مصادر الوقود الحيوي، وفق برنامج وطني طموح يدمج بين العديد من المصادر في تشكيلة الخليط الوطني لإنتاج الطاقة يتميز بالتنوع والكفاءة العالية في الإنتاج والأستخدام والأستدامة.

8. النتائج والمناقشات: تتركز فكرة الدراسة على تتبع أثر العوامل والمحددات المكونة للأبعاد البيئية لمصادر الطاقة عموماً، ومصادر الطاقة المتجددة على وجه التحديد وبيان أثر ذلك في قدرت كل دولة على تحديد، أو اختيار التشكيلة المناسبة من المصادر المختلفة للطاقة، لتكوين مزيج أو خليط من مصادر الأمداد وإنتاج الطاقة، وفق ما هو متاح لكل دولة، مع مراعات التباين في توفر مصادر الطاقة، ومن خلال ما تتضمنته هذه الدراسة يمكن الوصول إلى مجموعة من النتائج هي:

قطاع الطاقة يحتاج إلى نظرة شمولية وفق رؤيا استراتيجية تضمن فاعلية هذا القطاع، وقطاع الطاقة في ليبيا هو في أمس الحاجة لذلك، بالرغم من الوفرة الكبير من مصادر الطاقة لا سيما المصادر المتجددة، إلا أن مساهمتها لا تكاد تذكر. مكونات استراتيجية الخليط الطاقوي تحكمه الكثير من المحددات التنموية المكونة للأبعاد البيئية وهي التي تحده.

تباين الأبعاد التنموية من دولة لأخرى ومن منطقة جغرافية لمنطقة أخرى. من الممكن لاستراتيجيات الطاقة المتجددة أن تسهم بفاعلية في تدعيم وتنويع تشكيلة خليط إنتاج والإمداد بالطاقة، لا سيما على المستوى الوطني، للوفرة الكبير في مصادر الطاقة وخصوصاً المتجددة.

الطاقة المتجددة لا يمكن أن تحل محل المصادر التقليدية بشكل كامل وفق الأوضاع الراهنة، ويمكن القول أن الوقت الحالي من الأفضل العمل على دمج المصادر المتجددة مرحلياً، ما يتيح لقطاع الطاقة الوطني في ليبيا مزايا وفرص كبيرة في إيجاد تشكيلة مميزة وأكثر اقتصادية. الارتباط الكامل بين استراتيجيات الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة وهذا ما يفرضه تطابق الأبعاد التنموية مع العناصر المكونة للبيئة الخارجية في الاستراتيجيات.

9. التوصيات: من أهم التوصيات التي توصلت لها هذه الدراسة، والتي يمكن أن يهتم بها أصحاب القرار والمعنيين بشؤون الطاقة والتنمية المستدامة، ما يلي:
التركيز على عمليات البحث والتطوير ودعمها، لما لها من أثر كبير في تحسين نوعية التقنيات وسرعة نضوجها، لا سيما تقنيات وتطبيقات الطاقة المتجددة.

ضرورة وضع وتطبيق استراتيجيات شاملة ومتكاملة لقطاع الطاقة، تكون جوهرها أنشطة تنموية مستدامة، وخصوصاً في الحالة الليبية التي تتميز بفرص كبيرة في الوصول إلى تشكيلة مميزة من مصادر الإمداد بالطاقة، ذات جدوى اقتصادية وبيئية عالية.

على المستوى الوطني في ليبيا، تقتضي الظروف الراهن ووفق ما تفرضه الأبعاد التنموية لمصادر الطاقة وما تتضمنه من متغيرات، أن تعتمد استراتيجية الطاقة المناسبة على تشكيلة تمزج في إنتاج الطاقة بين المصادر التقليدية والمتجددة.

من المهم أن تولي كافة الدول اهتماماً أكبر بسياسات واستراتيجيات الطاقة، وأثرها في صياغة مستقبل أفضل لقطاع الطاقة لكل دولة، وبلادنا ليست إستثناء.

ضرورة مواكبة التطورات المتسارعة وفق منظور استراتيجي، فقطاع الطاقة يتوقع له أن يشهد طفرات تنموية كبيرة وخصوصاً بالنسبة لمصادر الطاقة المتجددة، بسبب أزمة الطاقة التي فرضتها الحرب الروسية الأوكرانية، وبالتحديد في أوروبا، وبالتالي من المهم قيام القطاعات ذات العلاقة بقطاع الطاقة في ليبيا، بمواكبة ذلك، وفق خطط واقعية وطموحة.

من أهم العناصر الأساسية التي يجب أن تعتمد عليها استراتيجية الطاقة المختارة، هي رفع كفاءة المصادر الطاقوية المتاحة والبحث عن مصادر أخرى أكثر كفاءة وأستدامة.

المراجع:

[1] [الحرب الروسية-الأوكرانية ومستقبل النظام الدولي \(aljazeera.net\)](http://aljazeera.net)، 2022، عصام عبد

الشاييف 3 مايو/ آيار.

[2] الخياط، محمد مصطفى، 2013، الطاقة: مصادرها - أنواعها - استخداماتها، ط2، وزارة

الكهرباء والطاقة، القاهرة، ص4.

[3] مراد ناصر، التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر 2010، مجلة التواصل، العدد26، جوان

ص، 133.

- [4] عبد الرحمن العيسوي، الإسلام والتنمية، المكتب العربي الحديث، مصر الإسكندرية، د ت، ص 12.
- [5] سعد طه علام 2004، التنمية والدولة، ط2، دار طبية، مصر القاهرة، ص 10.
- [6] الركائز الأربع للاستدامة - مستقبل مستدام (fut2030.com) 2022/10/28م.
- [7] مجلة البيئة والتنمية: 2013: خاص العدان 52، 53، ص 22.
- [8] فاطيمة مبارك "التنمية المستدامة: 2016 أصلها ونشأتها"، مجلة بيئة المدن الإلكترونية، العدد 13 يونيو، ص 13.
- [9] نصر الدين، الطاقة والتنمية المستدامة 2012، مجلة النفط والتعاون العربي، عدد 118، ص 130.
- [10] عيشاوي كنزة 2016، الطاقة الشمسية كإستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، المجلة الدولية للتنمية، ص 15.
- [11] موهان مانسينغ 2013، نهج الباحث الإقتصادي إزاء التنمية المستدامة، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، ديسمبر، المجلد 30، العدد 04، ص 16.
- [12] اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) 2012، تنمية إستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، الأمم المتحدة، نيويورك، ص 5-8.
- [13] مدحت أبو النصر وياسمين مدحت 2017، التنمية المستدامة مفهومها أبعادها، ط1، مصر القاهرة، المجموعة العربية للتدريب والنشر، ص 105، 106.
- [14] خالد مصطفى قاسم 2007، إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، مصر القاهرة، الدار الجامعية، ص 4.
- [15] عبد الله حسون محمد 2015: التنمية المستدامة المفهوم والعناصر والابعاد، العدد السابع والستون، العراق، ديالي، مجلة جامعة ديالي، العدد 5، ص 9.
- [16] ساجد أحمد الركابي 2020: التنمية المستدامة ومواجهة تلوث البيئة وتغير المناخ، ط1، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والإقتصادية، برلين - ألمانيا، ص 98، 99.

- [17] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، تعزيز التعاون الإقليمي في مجال الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة والأهداف الإنمائية للألفية في منطقة الإسكوا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2019 ص 6،5.
- [18] المؤتمر الدولي الثالث لتمويل التنمية 2015 "خطة عمل أديس أبابا"، (أثيوبيا: الأمم المتحدة)، ص 3،4.
- [19] نبيل حامد مرسي 2010: التخطيط الاستراتيجي، الإسكندرية، المكتب العربي الحديث، ص 18.
- [20] عبد الباري درة وناصر جرادات 2014: الإدارة الاستراتيجية منحى تطبيقي، ط1، الأردن، دار وائل للنشر والتوزيع، ص 33.
- [21] عامر محمد طوقان 2018: التخطيط الاستراتيجي والتخطيط التشغيلي، الاردن عمان، شركة دار البيروني للنشر والتوزيع، ط1، ص 17.
- [22] محمد عبد الوهاب عشاوي 2010: الإدارة الاستراتيجية في تنمية الموارد البشرية، الإسكندرية، منسأة المعارف، ص 39.
- [23] محمد أحمد عوض 2015: الإدارة الاستراتيجية الأصول والأسس العلمية. الإسكندرية، ط2، الدار الجامعية، ص 136.
- [24] أحمد جلال جمال 2016: مبادئ في الإدارة والإدارة الاستراتيجية، الرياض، دار خالد اللحياني للنشر والتوزيع ، ص 71.
- [25] نادية أبو الوفا العارف 2013: الإدارة الاستراتيجية، ط2، مصر-الإسكندرية، الدار الجامعية، ، ص 326.
- [26] مؤيد سعيد السالم وملاذ الياسين 2015: تحليل القيم الادارية والسلوك القيادي للمدير، الاردن عمان، مركز الكتاب الأكاديمي، ط1، ص 209.
- [27] فاتح بن نونة 2017 ، سياسة الطاقة والتحديات البيئية في ظل التنمية المستدامة- حالة الجزائر، رسالة ماجستير، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة، الجزائر، ص 53.
- [28] هاني عبيد 2014، الإنسان والبيئة: منظومات الطاقة والبيئة والسكان، ط2، دار الشروق، عمان، الأردن، ، ص 10.
- [29] صبري عبد الرحمن البحيري 2015 ، العائد الاقتصادي والبيئي لإستخدام الغاز الطبيعي في صناعة الطوب الطفلي- دراسة حالة على مركز الصف-الجيزة، رسالة ماجستير، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، مصر ، ص 33.

- [30] فرج عبد العزيز عزت 2012، إقتصاديات الصناعة والطاقة، مركز التعليم المفتوح، كلية التجارة، جامعة عين شمس، مصر، د.ن، ص 290.
- [31] نفين كمال حامد 2013، نمط إستهلاك الطاقة وتقدير حجم الفاقد في قطاع النقل في مصر، كلية الإقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، مصر، ص 46.
- [32] ريتشارد هاينبرغ: 2014ترجمة انطوان عبد الله، سراب النفط - النفط والحرب ومصير المجتمعات الصناعية، ط1، الدار العربية للعلوم، لبنان، ، ص 247.
- [33] صندوق النقد العربي 2011، التقرير الإقتصادي العربي الموحد لسنة، ص 225.
- [34] تقرير لجنة أعداد مشروع الأستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030، وزارة التخطيط بحكومة الوفاق الوطني، مايو 2019م ، ص ص 2-4

تقدير عدد المعيبات المنتجة باستخدام مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية

دراسة حالة - مصنع سيراميك ليبيا

¹ سليمان قليون، ² علي الطويل

a.altaweel@eng.misuratau.edu.ly² , Soliman.gliwan@eng.misuratau.edu.ly¹

¹ قسم الهندسة الصناعية ، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا

الملخص

تواجه الشركات الصناعية تحديات وضغوط كبيرة لضمان بقائها في سوق المنافسة؛ نظراً لشدة التنافس بين الشركات العالمية للاستحواذ على حصصهم من الأسواق. حيث تسعى المنظمات الصناعية بشكل كبير لتلبية رغبات المستهلكين واحتياجاتهم، وتعمل بشكل جاد على تلبية هذه الرغبات للحصول على رضا الزبائن بتقديم منتج خالي من العيوب وبجودة عالي. هذا يقود المنظمات إلى تحسين جودة منتجاتها لضمان بقائها في الأسواق ودوام استقرارها وربحياتها. الهدف الرئيسي من هذه الورقة هو دراسة استخدام مؤشر مقدرة العملية وكسر عدم التطابق في الرقابة على نوعية السيراميك الذي يتم إنتاجه في شركة سيراميك ليبيا من أجل تقدير عدد المعيبات المنتجة وتقييم أداء الماكائن التصنيعية المستعملة وذلك من خلال تحليل القياسات والنتائج التي تم جمعها للمنتجات قيد الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية جيد وعدد المعيبات قليلة؛ نتيجة تكامل عدة أسباب تقف وراء عدم حصول العيوب في الخط الإنتاجي، وأهم هذه الأسباب هي العامل، أدوات الإنتاج، المادة الأولية وبيئة العمل.

الكلمات المفتاحية: - مقدرة العملية الإنتاجية - كسر عدم التطابق - سمك البلاط الأرضي
سمك البلاط الحائطي.

1 مقدمة

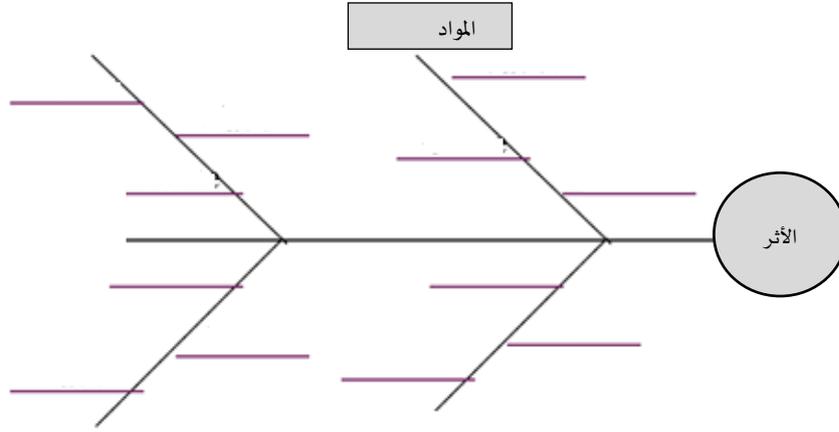
تبرز أهمية الصناعة في كونها ترفع من مستوى معيشة الشعوب بما تدره من مال، وما توفره من رفاهية للإنسان بمقتنياتها المختلفة، وكذلك هي وسيلة مهمة لامتصاص الأيدي العاملة الزائدة عن الحاجة، وما تساهم به الصناعة من تطوير للنشاطات الاقتصادية الأخرى. حيث تعد صناعة السيراميك أحد الصناعات الحديثة في العالم، وتعتبر سماكة بلاطة السيراميك من الخصائص

المهمة في صناعة السيراميك، حيث يتم صناعة سمك بلاط السيراميك إلى المقاس المطلوب والمرغوب في احتياجات السوق. حيث ركزت الدراسة الحالية على تقدير عدد العيوب المتوقعة في منتجات مصنع سيراميك ليبيا، الأمر الذي يسبب في ارتفاع التكاليف الإجمالية وهدر في المواد وكذلك زيادة المنافسة في السوق المحلي، مما دعا إلى استخدام مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية وكسر عدم التطابق في مراقبة سماكة بلاطة السيراميك، ومقارنتها بالموصفات المطلوبة. [1] هناك الكثير من الدراسات السابقة التي تشير إلى استخدام خرائط مراقبة الجودة في ضبط العملية الإنتاجية ولكن القليل منها يشير إلى قياس مقدرة العملية الإنتاجية بمختلف مؤشراتها والنادر منها ما يقوم بحساب كسر عدم التطابق، وتقدير عدد المنتجات المتوقعة خارج المواصفات التصميمية للعملية الإنتاجية، حيث دراسة قامت بها الباحثة أمل الشيخ (2017) بعنوان " استخدام خرائط المراقبة الإحصائية لمراقبة العملية الإنتاجية" حيث تم جمع البيانات من مصنع دريم للمواد الغذائية بمدينة الخرطوم، وتوصلت الدراسة إلى أن العملية الإنتاجية مستقرة ومنضبطة إحصائياً، وأوصت الدراسة بضرورة قياس مؤشرة المقدرة الإنتاجية للعملية الإنتاجية للتأكد من أن العملية تحدث ضمن حدود المواصفات المسموحة. [2] كما أن دراسة الباحث راتب سطاتس (1999) هدفت إلى دراسة السيراميك السوري هل وفق المواصفة القياسية السورية رقم 520/1987 و1987/521 ولتحديد هل أصبح إنتاج السيراميك السوري ضمن المواصفات المطلوبة من حيث النوعية في سبيل منافسة السيراميك الأجنبي، وكانت نتيجة هذه الدراسة أن منتجات الصناعة السورية مطابقة للمواصفات العالمية ومنافسة للسلع والمواد والمنتجات العالمية، وهناك إمكانية لتصدير هذه المنتجات للأسواق العالمية. [3]

أما الدراسة الحالية فهي تهدف إلى قياس كسر عدم التوافق بعد حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية الذي يوضح مدى تكامل معدات الإنتاج والعمال والمواد الخام والطرق الصناعية من أجل الحصول على منتجات خالية من العيوب.

2 مقدرة العملية الإنتاجية

مما لا شك فيه أن التصميم الجيد للمنتج واستخدام المواد الخام الجيدة والتأهيل المناسب للعمال الذين يؤدون العملية الإنتاجية واختيار طريقة الإنتاج المناسبة وصيانة الآلات والمعدات والتحقق من أجهزة القياس المستخدمة يؤثر على جودة العملية الإنتاجية، كما هي موضحة بالشكل (1) مما يؤدي إلى تقليل العيوب في العملية الإنتاجية ويحسن من قدرتها على تحقيق المواصفات الموضوعية ولذلك تعرف القدرة الإنتاجية على أنها تحقيق العملية الإنتاجية للمواصفات الموضوعية [4]



الشكل 1 الأسباب الرئيسية لانحراف جودة العملية الإنتاجية لمنتج [3]

وتعرف مقدرة العملية على أنها القدرة على مقابلة مواصفات التصميم. لذلك يشير الضبط الإحصائي للعملية إلى الرغبة في إبقاء العملية تحت السيطرة ضمن حد أعلى وحد أدنى للمواصفات، وعليه يجب أن يكون تباين العملية صغيراً إلى الحد الذي يسمح بإنتاج منتجات تقابل المواصفات المطلوبة، ولكن رغم بقاء العملية ضمن حدود ضبطها الإحصائي في أحيان كثيرة لكنها قد لا تنتج سلع أو خدمات طبقاً لمواصفات التصميم، لأن حساب حدود الضبط في خرائط الرقابة لا يستند على مواصفات التصميم بل على الوسط الحسابي والانحراف المعياري لتوزيع العينة. [5]

3 مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية

تعتبر مؤشرات القدرة الإنتاجية هي مقاييس أو معاملات بسيطة تستعمل في تحديد العلاقة بين تشتت العملية الإنتاجية وحدود المواصفات وبالتالي يمكن من خلالها معرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيق المواصفات ومن أهم هذ المؤشرات مؤشر القدرة الإنتاجية (CP) ويعرف كالاتي [6]:

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

USL: الحد الأعلى للمواصفات القياسية.

LSL: الحد الأدنى للمواصفات القياسية.

σ : الانحراف المعياري.

CP مؤشر القدرة الإنتاجية

تمثل ميزات مقدرة العملية الإنتاجية في الآتي [7]:

يسمح مؤشر القدرة الإنتاجية بمعرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تصنيع منتج حسب المواصفات.

كلما كان مؤشر القدرة الإنتاجية أكبر كلما زادت مقدرة العملية الإنتاجية.

اقترح التحسينات على العملية الإنتاجية بتقليل العيوب في المنتج وفي تكلفة المنتج.

تقديم إنتاج بمواصفات قياسية جيدة.

ويمكننا معرفة احتمال كمية الإنتاج غير المطابقة للمواصفات بقانون كسر عدم التطابق كالاتي

[8]:

$$P(X = X) = P\left(Z < \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma}\right) + P\left(Z > \frac{USL - \bar{X}}{\sigma}\right)$$

USL: الحد الأعلى للمواصفات القياسية.

LSL: الحد الأدنى للمواصفات القياسية.

P: احتمالية الإنتاج المعيب.

\bar{X} : متوسط المتوسطات للعينات.

σ : الانحراف المعياري.

4 نبذة عن شركة سيراميك ليبيا

نفتت الشركة مشروع إنشاء مصنع لإنتاج البلاط الخزفي الأرضي والحائطي بطاقة إنتاجية تبلغ 4.2 مليون متر مربع سنويا، ويوفر المصنع حوالي 250 فرصة عمل مباشرة في تخصصات مختلفة وكذلك فرص عمل غير مباشرة مثل النقل والخدمات والتسويق وغيرها، وتم التعاقد مع عدد من المهندسين والفنيين للعمل بالمصنع من العناصر الوطنية، بالإضافة إلى عدد من العمالة المساعدة، وهذا في إطار إعداد وتدريب العناصر الليبية لتتولى تشغيل المصنع، وتقع الشركة بالمنطقة الصناعية الكراريم مدينة مصراته، حيث تملك أرض بمساحة 6.192 هكتار. يتكون المصنع من خطين لإنتاج البلاط أحدهما لإنتاج البلاط الخزفي الحائطي والآخر لإنتاج البلاط الأرضي، ويحتوي الخطان على الآلات والمنظومات وفق مراحل الإنتاج كما في الشكل (2).



الشكل 2 مراحل الإنتاج

ويشترك الخطان في منظومة آلية النقل وحاملات البلاط الخزفي الحائطي والأرضي من مرحلة إنتاج إلى مرحلة ووحدة متكاملة لإعداد وتحضير الطلاء، إضافة إلى 4 روافع شوكية، وجرافة لمناولة المواد الخام والإنتاج التام ومستلزمات التشغيل، ويعتبر سمك بلاطة السيراميك من العوامل الرئيسية لقدرة البلاطة علي مقاومة الكسر، ويحدث هذا في وحدة المكابس وهي الوحدة التي تمت الدراسة عليها، والتي يقصد بها عملية الكبس للمسحوق وعمل بلاط أخضر متماسك بالمقاسات المطلوبة أي أنه يتم تحديد مجموعة عوامل قبل عمل الأشكال الخاصة بالمكبس ومعاينة سمك بلاطة السيراميك، حيث تم أخذ القراءات من التقارير الشهرية وهي 30 عينة تتكون من 4 مشاهدات لسمك بلاط السيراميك الأرضي والحائطي، والسمك المستهدف لبلاطة السيراميك الأرضي (9.4 ملم) ولبلاطة السيراميك الحائطي (9.2 ملم)، وإن الأداة المستخدمة في قياس

سلك بلاط السيراميك هي القدمة ذات الورنية الموضحة بالشكل (3) التي تستخدم لقياس الأحجام والسماكة، وتم أخذ 30 عينة في شهر أبريل 2021 م، والجدول (1) و(2) يبين جمع العينات وكيفية حسابات العناصر المطلوبة لحساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية وكسر عدم التطابق، لسلك بلاطة الأرضي والحائطي على التوالي.



الشكل 3 القدمة ذات الورنية

الجدول 1: جمع العينات لقياس سمك بلاط السيراميك الأرضي

S.D	X	X4	X3	X2	X1	الملاحظات
0.170783	9.075	9.3	9	8.9	9.1	1
0.216025	9.200	9.1	9.5	9	9.2	2
0.216025	9.200	9.3	9.2	9.4	8.9	3
0.170783	9.325	9.4	9.3	9.1	9.5	4
0.170783	9.225	9.4	9.2	9.3	9	5
0.129099	9.350	9.3	9.5	9.4	9.2	6
0.170783	9.225	9.3	9.2	9.4	9	7
0.238048	9.350	9.5	9.4	9	9.5	8
0.238048	9.150	9.4	9	9.3	8.9	9
0.238048	9.250	9	9.5	9.1	9.4	10
0.262996	9.225	9	9.4	9.5	9	11
0.262996	9.175	9.4	9	8.9	9.4	12
0.244949	9.200	9.5	9.3	9	9	13
0.221736	9.175	9.3	8.9	9.4	9.1	14
0.216025	9.200	9.5	9.1	9.2	9	15
0.221736	9.125	9.2	9.4	9	8.9	16
0.221736	9.225	9.3	9.1	9.5	9	17
0.238048	9.150	9.4	9	8.9	9.3	18
0.294392	9.200	8.9	9.4	9	9.5	19
0.208167	9.250	9.5	9.2	9.3	9	20
0.170783	9.325	9.5	9.1	9.4	9.3	21
0.221736	9.225	9.3	9	9.1	9.5	22
0.262996	9.125	8.9	9.3	8.9	9.4	23
0.221736	9.225	9.1	9.5	9	9.3	24
0.170783	9.325	9.3	9.1	9.4	9.5	25
0.170783	9.225	9.4	9.3	9.2	9	26
0.250000	9.175	9.2	9.5	8.9	9.1	27
0.208167	9.250	9.3	9	9.2	9.5	28
0.095743	9.275	9.2	9.4	9.3	9.2	29
0.182574	9.200	9.3	9.4	9.1	9	30
0.210217	276.625					

الجدول 2: جمع العينات وقياسات سمك بلاط السيراميك الحائطي

S.D	\bar{X}	X4	X3	X2	X1	الملاحظات
0.095743	9.275	9.2	9.3	9.2	9.4	1
0.216025	9.500	9.4	9.8	9.3	9.5	2
0.216025	9.500	9.6	9.5	9.7	9.2	3
0.095743	9.725	9.7	9.6	9.8	9.8	4
0.081650	9.600	9.7	9.5	9.6	9.6	5
0.129099	9.650	9.6	9.8	9.7	9.5	6
0.170783	9.525	9.6	9.5	9.7	9.3	7
0.150000	9.625	9.5	9.7	9.5	9.8	8
0.238048	9.450	9.7	9.3	9.6	9.2	9
0.170783	9.525	9.3	9.6	9.5	9.7	10
0.208167	9.550	9.5	9.6	9.8	9.3	11
0.238048	9.550	9.7	9.6	9.2	9.7	12
0.208167	9.550	9.8	9.6	9.3	9.5	13
0.221736	9.525	9.6	9.2	9.7	9.6	14
0.216025	9.500	9.8	9.4	9.5	9.3	15
0.221736	9.425	9.5	9.7	9.3	9.2	16
0.208167	9.550	9.6	9.5	9.8	9.3	17
0.262996	9.425	9.7	9.2	9.2	9.6	18
0.221736	9.625	9.7	9.7	9.3	9.8	19
0.141421	9.600	9.8	9.5	9.6	9.5	20
0.050000	9.625	9.6	9.6	9.7	9.6	21
0.141421	9.600	9.6	9.5	9.5	9.8	22
0.057735	9.250	9.2	9.3	9.2	9.3	23
0.216025	9.500	9.4	9.8	9.3	9.5	24
0.129099	9.650	9.6	9.5	9.7	9.8	25
0.170783	9.525	9.7	9.6	9.5	9.3	26
0.264575	9.450	9.5	9.8	9.2	9.3	27
0.208167	9.550	9.6	9.3	9.5	9.8	28
0.095743	9.575	9.5	9.7	9.6	9.5	29
0.129099	9.450	9.6	9.5	9.4	9.3	30
0.172491	285.850					

5 حساب معامل مقدرة العملية الإنتاجية

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

الجدول (3) يبين المواصفات القياسية المحلية المعتمدة لسلك السيراميك في قسم المكابس بمصنع السيراميك مصراته ليبيا، والتي سيتم استخدامها في قانون كسر عدم التطابق، وحساب مقدرة العملية.

الجدول 3: المواصفات القياسية

الحد الأدنى LSL Lower Specification Limit	الحد الأعلى USL Upper Specifications Limit	المواصفات القياسية Standard Specifications
8.50	9.95	سلك السيراميك الحائطي
8.80	10.10	سلك السيراميك الأرضي

1.5 مقدرة العملية الإنتاجية للخط الحائطي

من الجدول الحد الأعلى لسلك السيراميك الحائطي $USL = 9.95$ ، والحد الأدنى لسلك السيراميك الحائطي $LSL = 8.50$ ، والانحراف المعياري من الجدول (1) $0.210217 =$ بالقانون الآتي:

$$0.210217 \sigma =$$

يمكننا حساب مقدرة العملية الإنتاجية كالتالي:

$$CP = \frac{9.95-8.50}{6 (0.210217)}$$

$$C_p = 1.15$$

إن المقدرة أكبر من 1 هذا يدل على أنه احتمال إنتاج كمية قليلة جداً غير مطابقة للمواصفات وللتأكد يمكننا تطبيق قانون كسر عدم التطابق كالتالي:

$$P(X=X) = P \left(Z < \frac{\bar{X}-LSL}{\sigma} \right) + P \left(Z > \frac{USL-\bar{X}}{\sigma} \right)$$

$$P(X=X) = P \left(Z < \frac{9.2208-8.5}{0.210217} \right) + P \left(Z > \frac{9.95-9.2208}{0.210217} \right)$$

ومن خلال جداول Z المرفقة في ملاحق الكتب الإحصائية نجد القيم المطلوبة.

$$P(X=X) = P (Z < 3.468) + P (Z < 3.429)$$

$$P = (1 - 0.9997) + (1 - 0.9997)$$

$$P = 0.0006$$

حيث احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

2.5 مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للخط الأرضي

من الجدول الحد الأعلى لسلك السيراميك الأرضي $USL = 10.10$ ، والحد الأدنى لسلك السيراميك $LSL = 8.80$ ، والانحراف المعياري من الجدول (2) $= 0.172491$ بالقانون الآتي:

$$0.172491\sigma =$$

يمكننا حساب مقدرة العملية الإنتاجية كالتالي:

$$C_p = \frac{10.10 - 8.80}{6(0.172491)}$$

$$C_p = 1.25$$

إن المقدرة أكبر من 1 هذا يدل على أنه احتمال إنتاج كمية قليلة جداً غير مطابقة للمواصفات وللتأكد يمكننا تطبيق قانون كسر عدم التطابق كالتالي:

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma}\right) + P\left(Z > \frac{USL - \bar{X}}{\sigma}\right)$$

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{9.5283 - 8.80}{0.172491}\right) + P\left(Z > \frac{10.10 - 9.5283}{0.172491}\right)$$

ومن خلال جدول Z المرفق في ملاحق كتب الإحصاء نجد القيم المطلوبة.

$$P(X=X) = P(Z < 4.222) + P(Z > 3.314)$$

$$P = (1 - 0.9999) + (1 - 0.9995)$$

$$P = 0.0006$$

احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

كما تم حساب المقدرة الإنتاجية وكانت أكبر من 1 وهذا يدل على أنه حيث احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة للخط الأرضي وكذلك الحائطي، وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

6 الاستنتاجات

مما سبق نستنتج أن:

نتائج حسابات معامل مقدرة العملية الإنتاجية للبلاط الأرضي والحائطي كانت أكبر من الواحد وهذا يدل على أن هناك تكامل تام بين معدات الإنتاج من مواد خام وعمال والآلات وطرق تصنيع وبيئة عمل من أجل التقليل من احتمالية إنتاج منتجات معيبة.. كما يؤكد ذلك حساب كسر عدم التطابق والذي يشير إلى احتمال إنتاج 600 قطعة معيبة في المليون قطعة يتم انتاجها..

7 التوصيات

نوصي بالآتي:

الاهتمام بنشر مفاهيم مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية للتأكد من تكامل أدوات العملية الإنتاجية لإنتاج منتجات خالية من العيوب بأقل عدد ممكن. كذلك حساب كسر عدم التطابق يؤكد ما تم التوصل إليه من حسابات مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية.

8 المراجع

- [1] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني, الرياض. (2013). ميكانيكا إنتاج: ضبط الجودة..
- [2] عبدالله، امل شيخ الدين محمد. (2017). استخدام خرائط المراقبة الإحصائية لمراقبة العملية الإنتاجية"، دراسة حالة مصنع دريم للمواد الغذائية، رسالة دكتوراه، جامعة الجزيرة ، السودان .
- [3] سطات، راتب . (1999). دراسة مدى مطابقة السيراميك السوري إنتاج المعامل الحديثة للمواصفات القياسية السورية، مجلة جامعة دمشق، 15 (2)، 9-45.
- [4] الشبلي، طارق. (2002). الجودة في المؤسسات الحديثة، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع والطباعة.
- [5] رضوان، محمد. (1971). الضبط الإحصائي للجودة الإنتاج، ط1، القاهرة: مصر.
- [6] حمودة، عبدالمنعم. (1985). تخطيط ومراقبة الإنتاج في الصناعة، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية: مصر.
- [7] محسن، عبد الكريم والنجار، صباح. (2012). إدارة الإنتاج والعمليات، ط4، الذاكرة للنشر والتوزيع، عمان: الأردن.
- [8] د. محمد عيشوني، مقدرة العملية الصناعية، جامعة بغداد، قسم الهندسة الميكانيكية، الحائل العراق 2014 م.