

## **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/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup>. It has been possible to manufacture structural concrete weighing 1400 to 1900 kg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup>. 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 ( $\pm 22^\circ\text{C}$ ). 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.

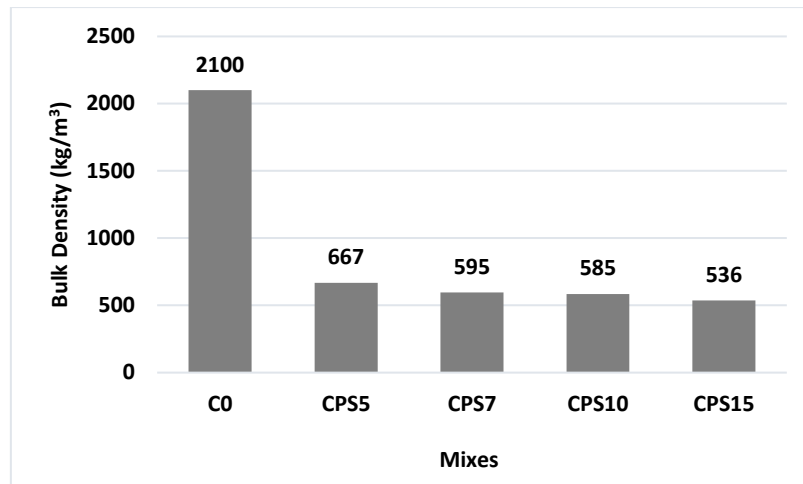
**Table 1:** *The weights of used materials ( $\text{Kg/m}^3$ )*

Mix	Materials amount (kg/m <sup>3</sup> )					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)						

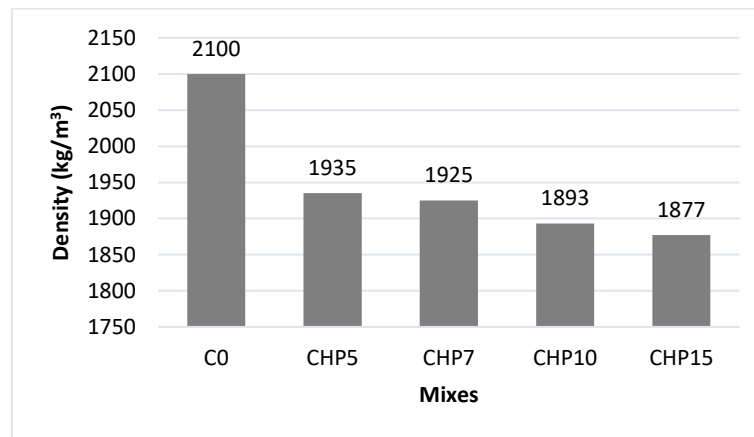
#### 4. Results and Discussion

##### 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 ( $\pm 1$  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*



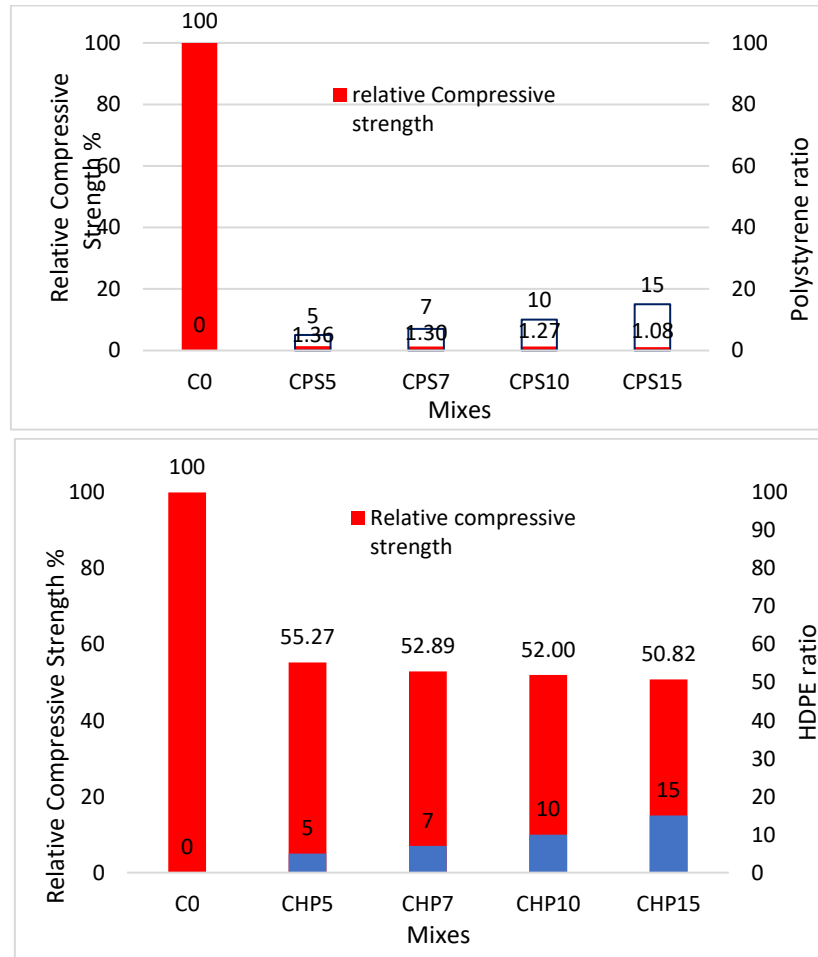
**Figure 3:** *Density of different mixes of HDPE concrete*

## 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 28<sup>th</sup> 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 28<sup>th</sup> day with an increase in PSF or HDPE replacement ratio. A significant decrease on the 28<sup>th</sup> 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.

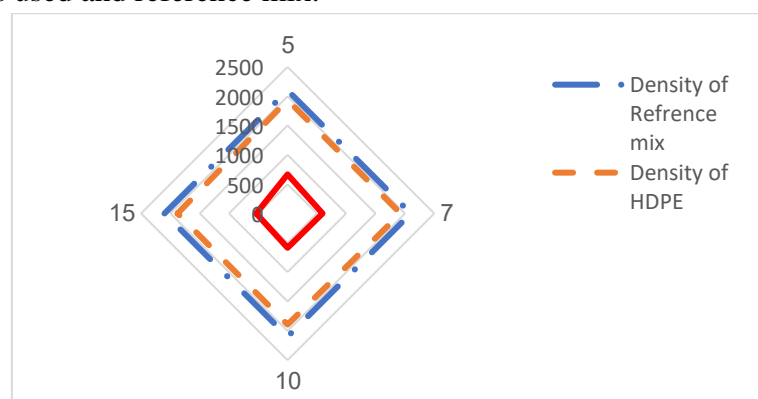
### 3. 5.3 Comparison between the PS and HDPE characteristics

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



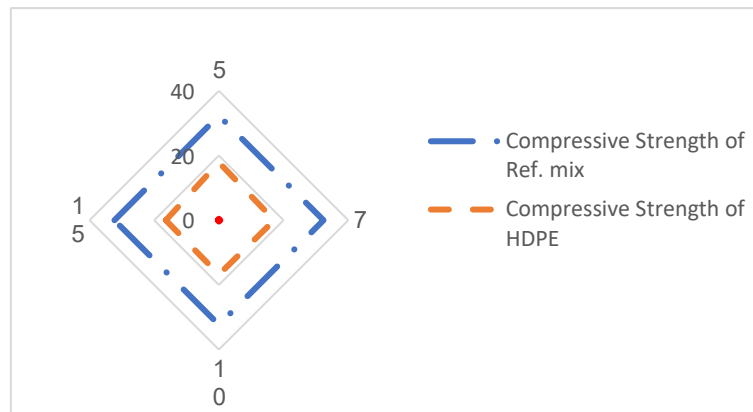
**Figure 4:** Relative compressive strength of HDPE mixes with reference mix.

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<sup>1\*</sup>, Meor Othman Hamzah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> foad.elkut@yahoo.com, <sup>2</sup> cemeor@yahoo.com

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, Elmergib University, Al-komes, Libya

<sup>2</sup> 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) 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  $\text{CaCO}_3$  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].

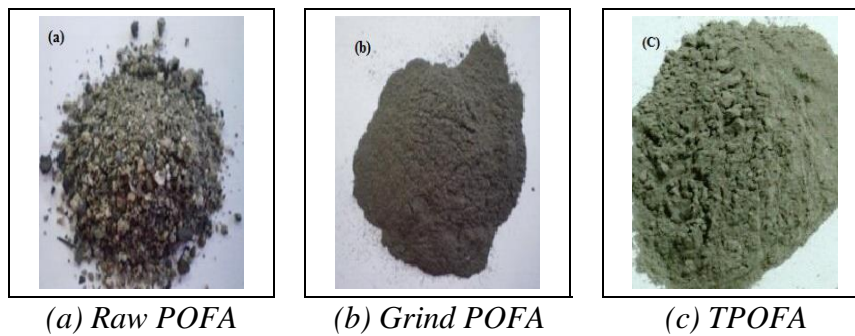
**Table 2:** Engineering Properties of GCA [12]

Property	Test result	Test method
Coarse Aggregates Bulk Specific Gravity (g/cm <sup>3</sup> )	2.624	AASHTO T85
Absorption (%)	0.53	AASHTO T85
Fine Aggregates Bulk Specific Gravity (g/cm <sup>3</sup> )	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% CaCO<sub>3</sub> 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

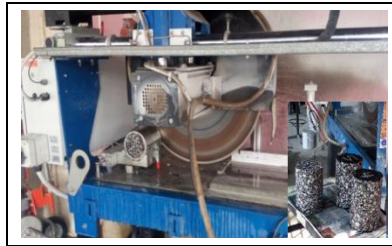
### 1. Sample Preparation and Test Methods

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).



(a) SPT Device



(b) Cored and Trimmed



(c) Fixed the LVDT

**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

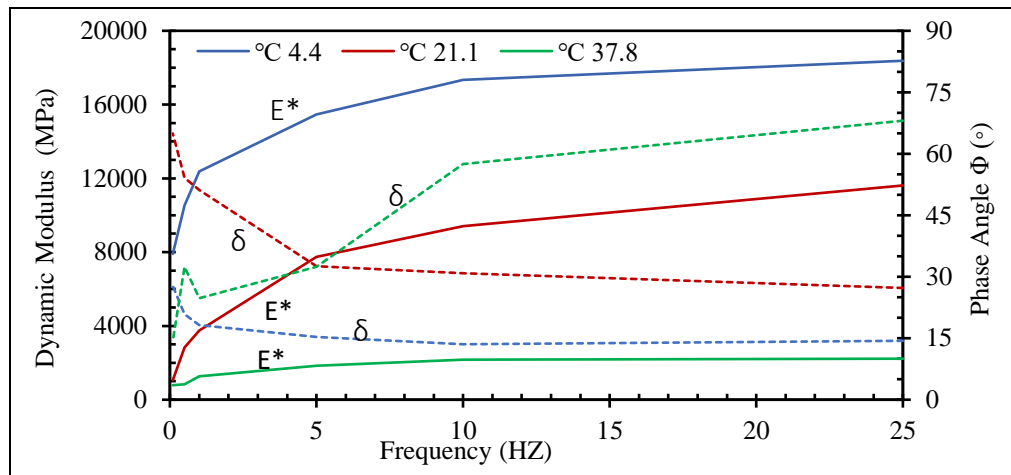
### 1. Combined Effects of Ageing and Moisture on Rutting Using SPT

Figure 1 presents the mean dynamic modulus ( $E^*$ ) and phase angle ( $\delta^\circ$ ) 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.

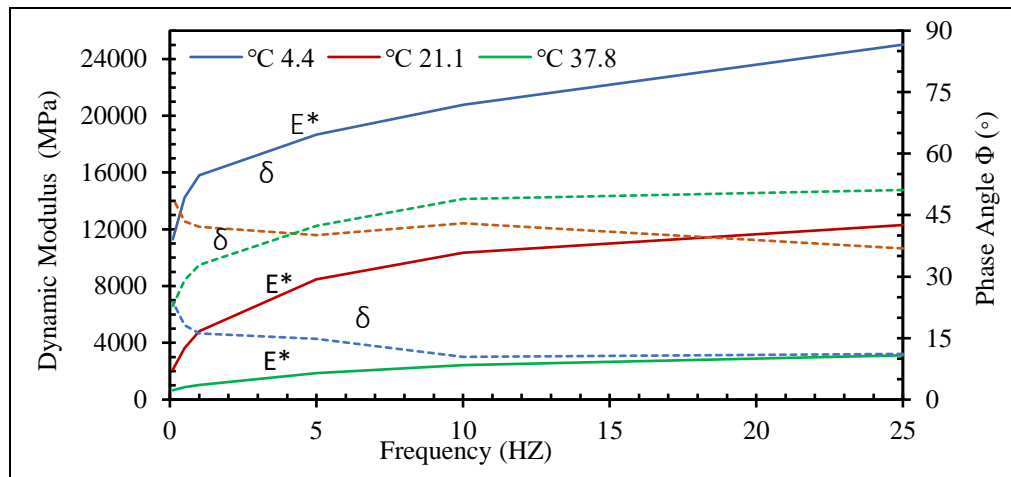
**Table 5: Dynamic Modulus Ratios of GGCP**

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

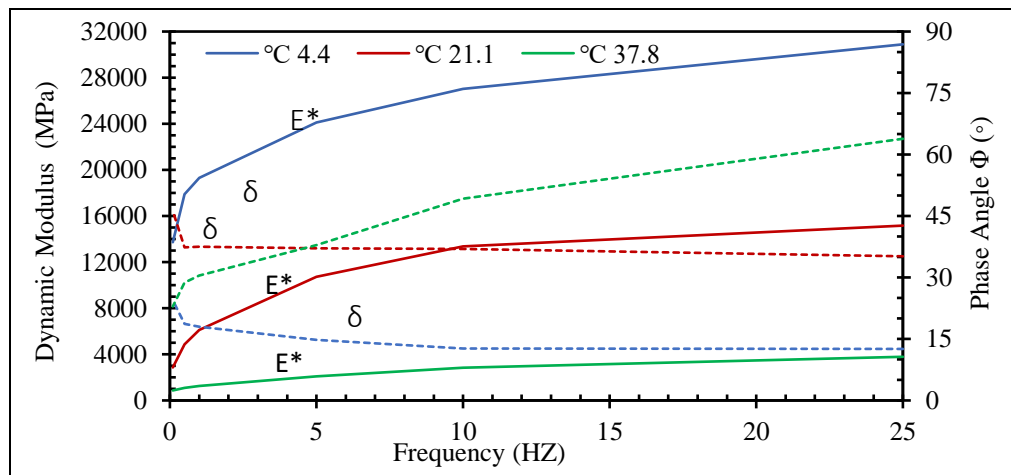




(a) Un-Aged



(b) STA

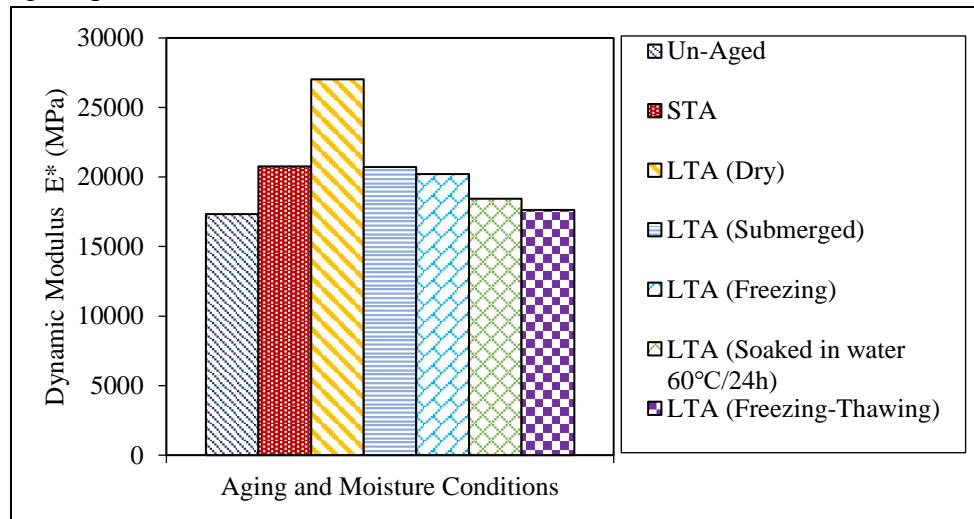


(c) LTA

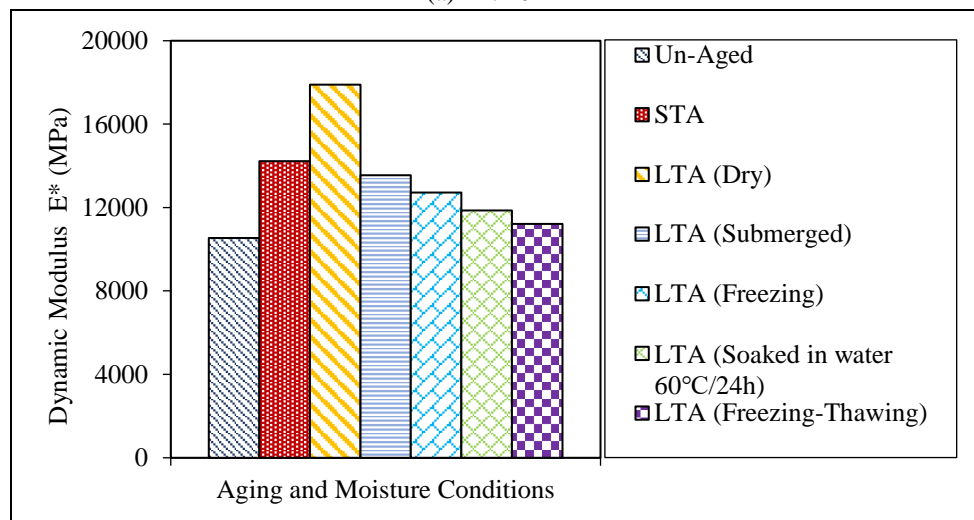
**Figure 1: Effects of Ageing on  $E^*$  and ( $\Phi$ ) for GGCP**

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).

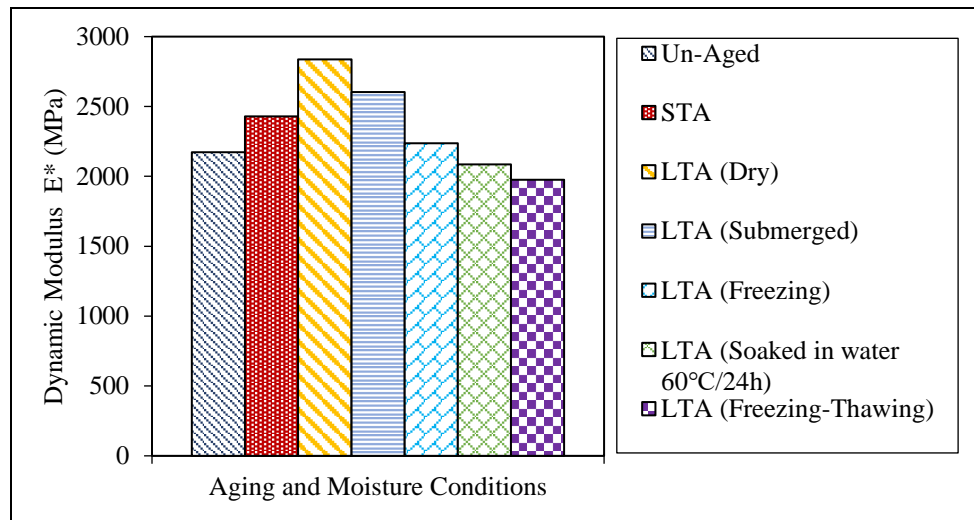


(a) At 10 Hz

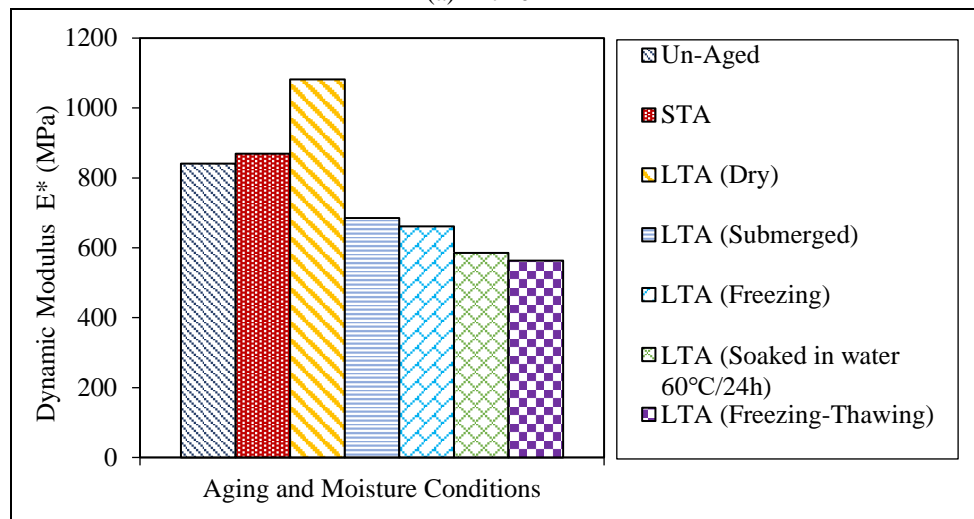


(b) At 0.5 Hz

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



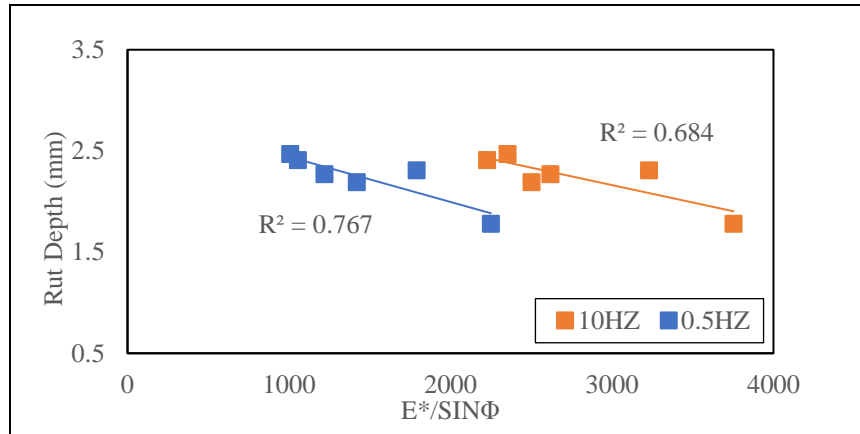
(a) At 10 Hz



(b) At 0.5 Hz

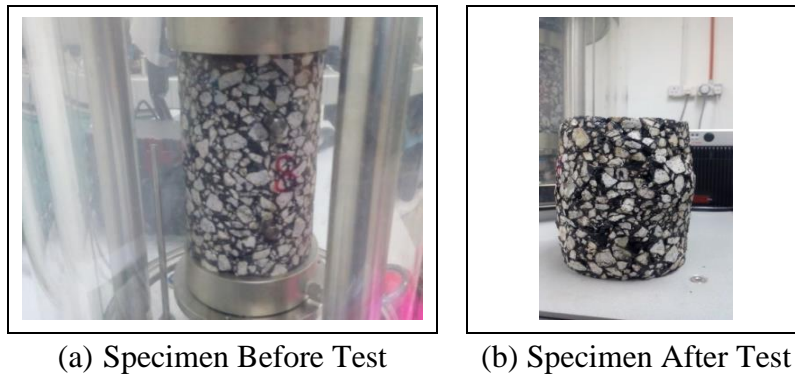
**Figure 3: Comparison of Measured Dynamic Modulus at 37.8 °C for GGCP**

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.



**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.

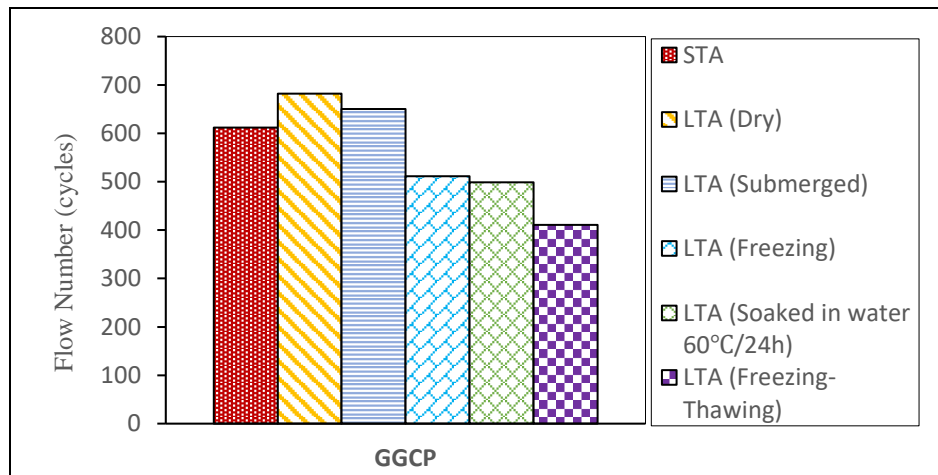


Figure 5: Effects of Ageing and Moisture Conditioning Methods on  $F_N$

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

Sample	Source	Mean Square	Df	F	p-value	Sig.
Un-Aged	TT <sup>a</sup>	7.1E+07	6	449.572	<0.001	Yes
	CP <sup>b</sup>	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 <sup>a</sup>	1.55E+09	6	166.51	<0.001	Yes
	CP <sup>b</sup>	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 <sup>a</sup>	9.55E+13	6	94.70	<0.001	Yes
	CP <sup>b</sup>	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)

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

### الملخص

يستعرض هذا البحث الصلة بين الفراغ الحضري ومستعمله 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 تحتاجها هذا الفراغ ليصبح فراغا إنسانيا ومحققا لأهم عناصر الانسنة .

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

## 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 فالحعيش سويا بين البشر سيخلق بكل تأكيد فراغات حضرية مشتركة بين مستعملها [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 والساحات 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 اختبار مدى توفر الحد الأدنى من العناصر التي تجعل من الفراغ العام مناسباً للمتطلبات الإنسانية ومدى تشجيع ذلك أو إحباطه للمستخدمين 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 اختبار 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 الاحتياجات 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 للترويح عن النفس وتوفير الراحة البدنية والنفسية مع ضرورة تناسب هذه الفضاءات لكل السكان بمختلف أعمارهم وأوضاعهم الاجتماعية والمادية .



### 3. أهمية الفراغات العمرانية الحضرية

تتمثل أهمية الفراغ الحضري فيما يلي:

- إيجاد 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 اجتماعي 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 الابقاء 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.

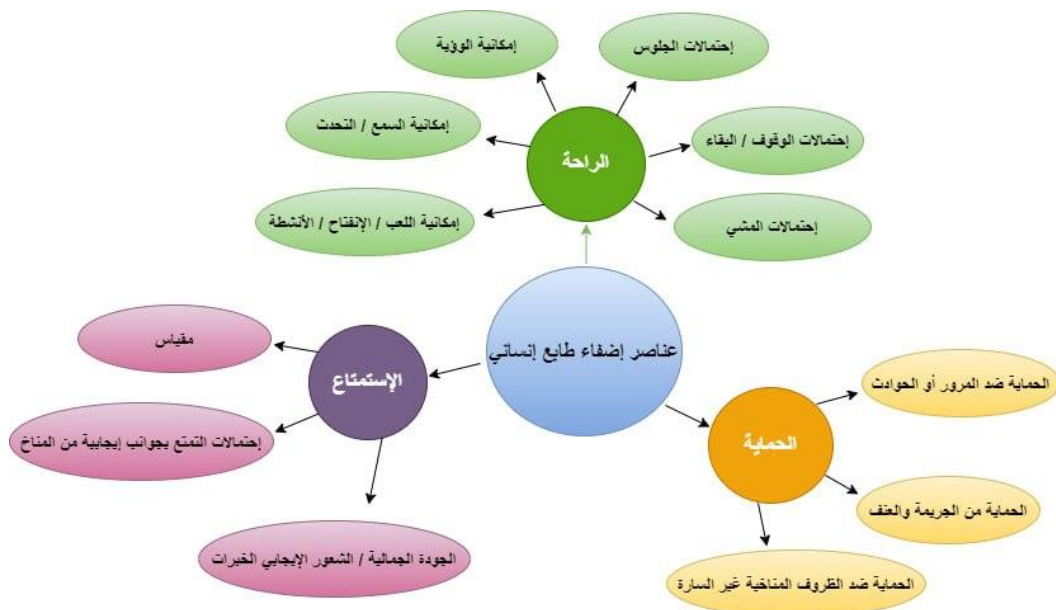
### 5.3. تاريخ الساحات والميادين الحضرية:

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 الاقدام 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 انساني

اسلوب تقدير واجراء عملية الجودة وإضفاء طابع انساني 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 ونفدت 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.دراسة حالة ميدان الشهداء -مدينة طرابلس:

لقد أجريت دراسة تجريبية على ميدان الشهداء بطرابلس والذي يعتبر من اهم الفراغات العامة في مدينة طرابلس بل هو الاله 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 انساني على الفراغ العام أعد الباحث قائمة مفصلة توضح هذه المقاييس وتصنيفها و تطبيقها على الميدان وعناصره المختلفة ومعرفة مدى توافرها من عدمه.

#### 1.1.4الحماية:

وتنقسم الحماية إلى ثلاث أنواع مهمة جدا 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. اما من الناحية الاخرى الاثاث والمتطلبات الضرورية لحماية التنقل على الاقدام من حركة المركبات والحوادث على سبيل الذكر اللوحات الإرشادية و الدهانات الارضية لمناطق عبور المشاة وألوان البارادورات الجانبية والتي تعتبر بألوانها المختلفة جزء من الاشارات المرورية أيضا الاشارات الضوئية والانارة الكافية و تتوفر هذه الاشياء بشكل جزئي غير كامل. (الصورتان 3 و 4).



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 البيئة التي تحمي من الظروف الشديدة.



الصورة (7): ندرة الأشجار والمساحات 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 يفتقر الميدان إلى اللوحات الارشادية والإشارات الضوئية التي تساعد على تنظيم الحركة والتي تحدد أولوية حركة المشاة، ويفتقر 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 مؤقتاً 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 أماكن معدة للعب أو التمرين. فيما يتعلق باحتمال توفير اللعب المؤقت والقدرة على العمل المتعلقة بالترفيه قابلة للتحقيق، وهذا سيسمح للمنطقة معظمها بأن تتحول إلى 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 أراء 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 أوضحنا سابقا فإن 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 بالانشطات 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.الإستنتاج

يتيح المسح الميداني للاماكن العامة بميدان الشهداء بأسلوب (Jan Gehl) وتوفر المقاييس الاثني 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 أدائها 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 ومعايير 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 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